

UNIVERSITAS INDONESIA

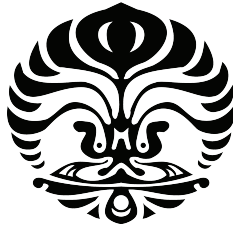
**MODEL PENGEMBANGAN KOTA BARU BERKELANJUTAN
DENGAN PENDEKATAN EKOSISTEM
DI WILAYAH BOTABEK**

With a Summary in English
Development model of New Town sustainable
With Ecosystem Approach
at BOTABEK

DISERTASI

Parino Rahardjo
NPM. 1106127166

JENJANG DOKTOR
PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
JAKARTA, Juni 2016



UNIVERSITAS INDONESIA

**MODEL PENGEMBANGAN KOTA BARU BERKELANJUTAN
DENGAN PENDEKATAN EKOSISTEM
DI WILAYAH BOTABEK**

Disertasi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar

**DOKTOR DALAM
ILMU LINGKUNGAN**

Parino Rahardjo
NPM. 1106127166

Promotor: Prof.Dr., Ir. Djoko.M. Hartono,S.E.,M.Eng
Ko-Pramotor :Prof.Dr.Ir. Emirhadi Suganda, M.Sc.
Ko-Promotor:Prof.Dr.,Ir. Hadi Susilo Arifin,MS.,Ph.D

**JENJANG DOKTOR
PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
JAKARTA, Juni, 2016**

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN BEBAS PLAGIARISME

Nama Mahasiswa : Parino Rahardjo
Bidang Ilmu : Interdisiplin
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Judul Disertasi : MODEL PENGEMBANGAN KOTA BARU
BERKELANJUTAN DENGAN PENDEKATAN
EKOSISTEM DI WILAYAH BOTABEK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan sebenarnya menyatakan bahwa disertasi ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Indonesia. Semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Apabila di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan kepada saya oleh Universitas Indonesia.



(Parino Rahardjo)

NPM: 1106127166

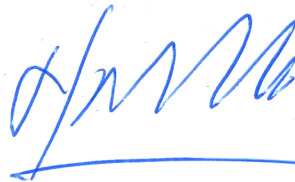
Tanggal: 25 Juni 2016

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Parino Rahardjo
Bidang Ilmu : Interdisiplin
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Judul Disertasi : MODEL PENGEMBANGAN KOTA BARU
BERKELANJUTAN DENGAN PENDEKATAN
EKOSISTEM DI WILAYAH BOTABEK

Telah dibaca, dikoreksi, dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Doktor Ilmu Lingkungan pada Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia.

PEMBIMBING DISERTASI



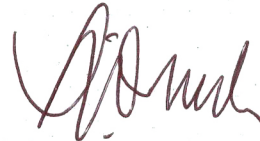
Prof. Dr., Ir. Djoko. M. Hartono, S.E., MEng

Kopromotor 1,



Prof. Dr., Ir. Emirhadi Suganda, MSc

Kopromotor 2,



Prof. Ir. Hadi Susilo Arifin, MS., Ph.D.

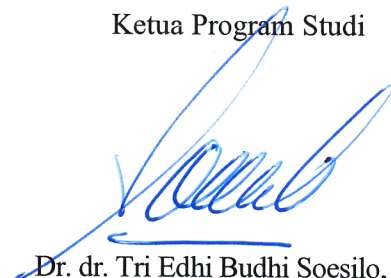
Mengetahui

Ketua Program Pasca Sarjana



Prof. Dr. Sulistyowati Irianto

Ketua Program Studi



Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, MSi

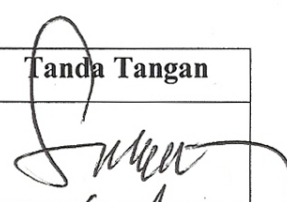
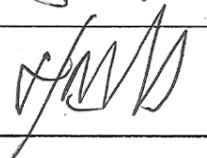
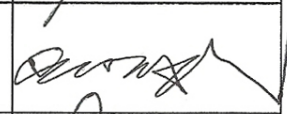
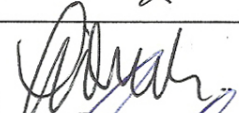
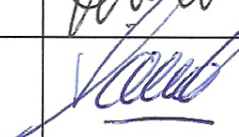
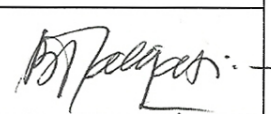
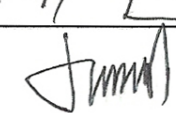
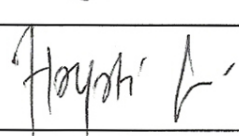
Ditetapkan di Jakarta, Juni 2016

HALAMAN PENGESAHAN
KOMISI SIDANG AKADEMIK UNIVERSITAS INDONESIA

Nama Doktor : Parino Rahardjo
 Bidang Ilmu : Interdisiplin
 Program Studi : Ilmu Lingkungan
 Judul Disertasi : MODEL PENGEMBANGAN KOTA BARU
 BERKELANJUTAN DENGAN PENDEKATAN
 EKOSISTEM DI WILAYAH BOTABEK

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Doktor Ilmu Lingkungan pada Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

NO.	Nama Lengkap	Keterangan	Tanda Tangan
1.	Prof. dr. Haryoto Kusnoputranto, SKM., Dr.PH.	Ketua Panitia Ujian	
2.	Prof. Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE., M.Eng.	Promotor	
3.	Prof. Dr. Ir. Emirhadi Suganda, M.Sc.	Ko-Promotor	
4.	Prof. Ir. Hadi Susilo Arifin, MS., Ph.D.	Ko-Promotor	
5.	Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, M.Si.	Anggota	
6.	Prof. Ir. Budhy Tjahjati S. Soegijoko, MCP., Ph.D.	Anggota	
7.	Dr. Dadang Rukmana, SH, CES, DEA	Anggota	
8.	Dr. Hayati Sari Hasibuan, ST., MT.	Anggota	

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 25 Juni 2016

Riwayat Hidup



Parino Rahardjo, lahir di Jakarta, 24 Desember, 1957, sebagai anak ke tiga dari bersaudara dari bapak H.Mohammad Kasturi (alm), dan ibu Jonah Isara (almh), menikah dengan Ir. Mimmim Arumi Wardiati Suwardi, M.Si. (almh). Memiliki dua orang anak, dan 2 orang cucu. Putri pertama, Poppy Arumi Wulandari, status menikah dengan Hendra Suriatmadja, Ibu Rumah Tangga, memiliki satu orang putra, Helmi Suwardi Suryaatmadja. Putra ke dua Imbang Putra Panilih, menikah dengan Irvianita memiliki satu putra, Kaily Akihiro Kejora.

Saat ini penulis bertempat tinggal di Perumahan Bona Indah Garden Blok B 2/21 Lebak Bulus, Cilandak Jakarta Selatan/ kode pos 12440. Telp 021-7504100, dan Alamat E-mail : parinor19@gmail.com. Pendidikan SD Negeri, Sungai Sambas, Kebayoran Baru, SMP negeri 29, Kebayoran Baru, STMN Jakarta 3, Jakarta Pusat. Menyelesaikan program Strata 1, pada program Studi Lanskap Arsitektur Trisakti, dan program strata 2, pada Sekolah Tinggi Bisnis Prasetya Mulya. Tahun 1979, bekerja di Konsultan Arsitektur, PT Gubahlaras, sampai 2015. Tahun 1996, Bekerja sebagai dosen tetap pada Program Studi Perencanaan Kota dan Real Estat, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, saat ini sebagai kepala bagian keilmuan: Studi Perkotaan. Jabatan Akademik Lektor Kepala, mengampu mata Kuliah: Pembiayaan Pembangunan, Manajemen Strategik, Sistem Sosial, Analisis Sumber Daya Alam, Entrepreneur.

Jabatan Struktural pada Universitas Tarumanagara:

- a) Pembina mahasiswa, Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, tahun: 1996-2000.
- b) Pembantu Dekan 3, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, tahun 2000-2004.
- c) Pembantu Rektor 3, Universitas Tarumanagara 2004-2007

Publikasi Ilmiah: sejak tahun 2008, sampai dengan 2014 mempresentasikan karya ilmiah pada seminar nasional dan dipublikasikan dengan bentuk Jurnal dan prosiding sebanyak 13 publikasi, dan pada tahun 2015 hasil penelitian disertasi sebagian di presentasikan pada (1) International Seminar CITIES 2015 dengan penyelenggara Institut Teknologi 10 November. Prosiding dipublikasi oleh **Procedia - Social and Behavioral Sciences** Elsevier. (2) Jurnal Internasional, **Malaysia Institute Planner**, terindeks Scopus dengan *progress accepted*.

Kata Pengantar

Alhamdulillah, dengan berkat dan rahmat Allah, disertasi yang merupakan syarat untuk mendapatkan gelar akademik doktor, dengan judul Model Pengembangan Kota Baru Berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem dapat terselesaikan, hal ini tidak lepas dari bantuan bapak-bapak promotor dan ko-promotor yang telah mendampingi dan membimbing selama penelitian dan penyusunan disertasi, selain itu disertasi ini dapat terselesaikan atas dorongan, bantuan dan semangat yang diberikan oleh anak-anak saya, teman-teman kuliah di program doctoral PSIL khususnya angkatan XI A, dan karyawan di sekretariat Program Studi Ilmu Lingkungan yang telah membantu penulis selama menjalankan studi dan menyelesaikan disertasi. Tidak lupa ucapan terimakasih saya sampaikan kepada dewan penguji, yang telah menyempurnakan disertasi ini melalui pertanyaan dan masukannya selama proses ujian, sejak seminar hasip penelitian, seminar artikel, hingga ujian promosi.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas bantuan, bimbingan dan motivasi saat penulis menyusun disertasi ini kepada, yang terhormat:

1. Prof. Dr.Ir. Djoko.M.Hartono, SE., M.Eng, Prof. Dr.Ir. Emirhadi Suganda., M.Sc, Prof. Ir. Hadi Susilo Arifin, MS. Ph.D. Sebagai Promotor dan ko-promotor.
2. Prof. Ir. Budhi Tjahyati, S. Soegojoko, MCP. Ph.D, Dr. Dadang Rukmana, SH, CES, DEA, Dr. Hayati Hasibuan, ST, MT. Sebagai Dewan Penguji.
3. Dr. dr. Tri Budi Soesilo, MSi, Selaku Kepala Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia.
4. Rektor, Universitas Tarumanagara, Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Ketua Jurusan Perencanaan Kota dan Real Estat Universitas Tarumanagara, Kerabat Dosen Perencanaan Kota dan Real Estat, serta karyawan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang tercinta, Ananda, Popy Arumi Wulandari, Imbang Putra Panilih, dan cucunda Hilmi dan Kaily. Atas semangat, dorongan, dan pengertian tidak terhingga yang memungkinkan disertasi ini dapat terselesaikan.

Salam hormat Penulis.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Nama Mahasiswa : Parino Rahardjo
Bidang Ilmu : Interdisiplin
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Judul Disertasi : MODEL PENGEMBANGAN KOTA BARU
BERKELANJUTAN DENGAN PENDEKATAN
EKOSISTEM DI WILAYAH BOTABEK

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti (*Non-eksklusive Royalty free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul

Model Pengembangan Kota Baru Berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem di Wilayah Botabek.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif. Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam pengkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Disertasi penulis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta,
Pada tanggal: 25 Juni 2016
Yang menyatakan


(Parino Rahardjo)

Abstrak

Nama : Parino Rahardjo
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Judul : Model Pengembangan Kota Baru Berkelanjutan Dengan Pendekatan Ekosistem Di Wilayah Botabek

Pengembangan kota baru berdampak pada meningkatnya luas permukaan lahan kedap air, temperatur udara mikro dan limpasan permukaan. Kondisi geomorfologi dan geohidrologi yang tidak dipertimbangkan pada pengembangan kota baru mengakibatkan terjadinya longsor dan menurunnya cadangan air bawah tanah. Tujuan penelitian adalah mengkaji lingkungan alami dan buatan, menentukan parameter ekosistem kota baru dan mengkaji model pengembangan kota yang mengintegrasikan faktor lingkungan, ekonomi dan sosial. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif. Perubahan tata guna lahan dianalisis menggunakan metode spasial temporal, sedangkan menghitung potensi limpasan menggunakan metode *Soil Conservation Seviles* dan untuk menghitung kenyamanan menggunakan persamaan Niuwolt. untuk mengetahui perubahan tata guna lahan dan pengaruhnya terhadap limpasan permukaan menggunakan simulasi *System dynamics*. Penelitian ini menghasilkan beberapa hal sebagai berikut: (1) Melindungi kemiringan lahan $> 25\%$, (2) Parameter ekosistem kota baru, yaitu (a) Badan air dengan bentuk danau, sungai, (b) Ruang terbuka hijau berupa taman/hutan kota, taman lingkungan, koridor hijau sepanjang bahu jalan, (3) Ruang terbuka hijau, danau, drainase alami memberikan jasa mengurangi limpasan permukaan dan mempertahankan air bawah tanah. (4) Pengembangan kota baru mengintegrasikan faktor lingkungan, ekonomi dan sosial.

Kata Kunci

Ekologi lanskap, Ekosistem kota, Hutan kota, Konversi lahan, Konservasi air bawah tanah, Limpasan permukaan.

Abstract

Name : Parino Rahardjo
Study Program : Environmental Science
Title : Model of Development New Town Sustainable With Ecosystem Approach in Botabek

New town development resulted in increased impervious surface area, micro air temperature and surface runoff. Geomorphological conditions and geohydrology that were not considered in the development of the new towns resulted in landslides and declining reserves of underground water. The research objective was to study the natural and built environment, define the parameters of new urban ecosystem and assess the city development model that integrates environmental factors, economic and social. The study uses a quantitative approach. Changes in land use were analyzed using spatial temporal metode, while calculating the potential runoff with Sevices Soil Conservation method and convenience of using equations to calculate Niuwolt. Land use change and its effect on surface runoff using system dynamics simulation. This research resulted in some of the following: (1) Protect the slope > 25%, (2) Parameter ecosystem new cities, namely (a) Bodies of water with a form of lakes, rivers, (b) Green open space of the park / forest city, neighborhood parks, green corridors along the shoulder of the road, (3) green open space, lakes, natural drainage patterns provide services reduce surface runoff and retain the underground water. (4) Development of new town integrating environmental factors, economic and social.

Keywords

City Ecosystems, City Forest, Landscape Ecology, Land Conversion, Underground Water Conservation, Runoff.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN KOMISI SIDANG AKADEMIK UNIVERSITAS INDONESIA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR RUMUS.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
DAFTAR ISTILAH.....	xix
DAFTAR RINGKASAN.....	xxiii
SUMMARY.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Lingkup Penelitian.....	7
1.7 Hipotesis.....	8
BAB 2 TINJAUAN KEPUSTAKAAN	9
2.1 Ilmu Lingkungan dan Rencana Tata Ruang	10
2.2 Kota.....	17
2.2.1 Kota Baru.....	19
2.2.2 Pembangunan berkelanjutan dan Pengembangan Kota Berkelanjutan....	21
2. 2.3 Pengembangan Kota Baru.....	25
2.3 Ekologi Lanskap.....	26
2.3.1 Ekosistem Perkotaan.....	29
2.3.2 Pohon.....	31
2.3.3 Badan Air.....	33
2.4 Integrasi Lingkungan, Ekonomi dan Sosial Pada pengembangan Kota Baru.....	34
2.4.1 Lingkungan.....	41
2.4.2 Ekonomi.....	41
2.4.3 Sosial.....	41
2.5 Limpasan Air Permukaan.....	43
2.6 Permodelan.....	43

2.6.1 Analisis <i>System Dynamics</i>	44
2.7 Kerangka Teori.....	47
2.8 Posisi Penelitian.....	49
2.9 Kerangka Pikir.....	52
2.10 Kerangka Konsep.....	53
2.11 Definisi Variabel Operasional.....	54
BAB 3 METODE PENELITIAN	56
3.1 Lokasi Penelitian.....	56
3.2 Waktu Penelitian.....	57
3.3 Populasi dan Sampel.....	57
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	58
3.5 Instrumen Penelitian.....	59
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	59
3.7 Instrumen Analisis	60
3.7.1 Lingkungan Alami dan Buatan Kota Baru.....	60
3.7.2 Ekosistem Kota Baru.....	61
3.7.3 Integrasi Lingkungan, Ekonomi dan Sosial pada Pengembangan Kota Baru.....	63
3.7.3.1 Faktor Lingkungan.....	63
3.7.3.2 Faktor Ekonomi.....	65
3.7.3.3 Faktor Sosial.....	66
3.7.4 Limpasan Permukaan.....	67
3.7.5. Analisis <i>System Dynamics</i>	69
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.	71
4.1 Keadaan Umum Lanskap Wilayah penelitian dan pengembangan Kota-kota baru di Wilayah Botabek.....	71
4.2 Pengembangan Sentul City.....	84
4.2.1 Lingkungan Alami Sentul City.....	86
4.2.2 Lingkungan Buatan Sentul City.....	89
4.2.3 Ekosistem Sentul City.....	97
4.2.3.1 <i>Patch</i>	97
4.2.3.2 Koridor.....	110
4.2.4 Integrasi Faktor Lingkungan, Sosial dan Ekonomi Pada Pengembangan Sentul City.....	112
4.2.4.1 Faktor Lingkungan.....	113
4.2.4.2 Faktor Ekonomi.....	116
4.2.4.3 Faktor Sosial.....	118
4.3 Pengembangan BSD City.....	117
4.3.1 Lingkungan Alami BSD City.....	119
4.3.2 Lingkungan Buatan BSD City.....	124
4.3.3 Ekosistem BSD City.....	133
4.3.3.1 <i>Patch</i>	133
4.3.3.2 Koridor.....	139
4.3.4 Integrasi Faktor Lingkungan, Sosial dan Ekonomi Pada Pengembangan	

BSD City.....	142
4.3.4.1 Faktor Lingkungan.....	142
4.3.4.2 Faktor Ekonomi.....	147
4.3.4.3 Faktor Sosial.....	148
4.4 Pengembangan Kota Jababeka.....	149
4.4.1 Lingkungan Alami.....	151
4.4.2 Lingkungan Buatan.....	153
4.4.3 Ekosistem.....	159
4.4.3.1 <i>Patch</i>	159
4.4.3.2 Koridor.....	165
4.4.4 Integrasi faktor Lingkungan, Sosial dan Ekonomi Pada Pengembangan Kota Jababeka.....	167
4.4.4.1 Faktor Lingkungan.....	168
4.4.4.2 Faktor Ekonomi.....	170
4.4.4.3 Faktor Sosial.....	171
4.5 Analisis Potensi Limpasan Permukaan Kota-kota Baru dengan Metode <i>Soil Conservation Services</i>	174
4.6 Analisis <i>System Dynamics</i> Pengembangan Kota Baru.....	189
4.6.1 Simulasi Model.....	199
4.6.1.1 Simulasi Pengembangan Sentul City Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2012 (<i>Business as usual</i>).....	200
4.6.1.1.2 Validasi Model Sentul City.....	203
4.6.1.1.3 Simulasi Proyeksi Pengembangan Sentul City Tanpa Intervensi Tahun 2012 sampai Tahun 2020.....	204
4.6.1.2 Simulasi Pengembangan BSD City Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2012 (<i>Business as usual</i>).....	205
4.6.1.2.1 Validasi Model BSD City.....	207
4.6.1.2.2 Simulasi Proyeksi Pengembangan BSD City Tahun 2012 sampai Tahun 2020.....	208
4.6.1.3 Simulasi Pengembangan Kota Jababeka Tahun 1998 -Tahun 2012 (<i>Business as usual</i>).....	209
4.6.1.3.1 Validasi Model Kota Jababeka.....	212
4.6.1.3.2 Simulasi Proyeksi Pengembangan Kawasan Kota Jababeka Tahun 2012 - Tahun 2020.....	213
4.6.1.3.3 Simulasi Intervensi Mengurangi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka.....	214
4.7 Keterkaitan antara Hipotesis dengan Pembahasan.....	216
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.	217
5.1 Kesimpulan.....	217
5.2 Saran.....	220
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

No Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kepemilikan dan Fungsi Ruang Terbuka Hijau.....	15
Tabel 2.2	Ilustrasi Matriks Hubungan Antara Struktur Lanskap (Pola) Dengan Fungsi Lanskap (Proses).....	28
Tabel 2.3	Parameter Kota Berkelanjutan.....	35
Tabel 2.4	Waktu dan Jarak Tempuh (km/mil).....	42
Tabel 2.5	Perbandingan antara Penelitian Terdahulu dengan Penelitian kota baru Berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem.....	51
Tabel 2.6	Matriks Definisi variabel Operasional.....	55
Tabel 3.1.	Matrik Data Riset.....	58
Tabel 3.2	<i>THI Thermal Catagories</i>	63
Tabel 3.3	Standar Kebutuhan Air Bersih untuk Berbagai Sektor.....	64
Tabel 3.4	Matriks Kesesuaian Tujuan Riset dengan Metode yang diGunakan.....	70
Tabel 4.1	Profil Kota Baru.....	84
Tabel 4.2	Wilayah Kecamatan dan Desa di Lingkungan Sentul City.....	85
Tabel 4.3	Tata Guna Lahan Pada Kawasan Sentul City Tahun 1998 s/d 2012.....	89
Tabel 4.4	Rencana Peruntukan/Pemanfaatan Ruang Sentul City.....	92
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Mikro Sentul City.....	98
Tabel 4.6	Hasil Penghitungan <i>Temperature Humidity Index</i> Sentul City.....	99
Tabel 4.7	Jenis Pohon di Sentul City.....	100
Tabel 4.8	Jenis Pohon dan Lokasi Penanaman di Sentul City.....	102
Tabel 4.9	Kebutuhan air Bersih Sentul City.....	116
Tabel 4.10	Produk Domestik Bruto Regional (PDRB) Kecamatan Babakan Mandang 2015.....	117
Tabel 4.11	Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Bogor.....	118
Tabel 4.12	Wilayah Kecamatan dan Kelurahan di kawasan BSD City.....	121
Tabel 4.13	Perubahan Tata Guna Lahan Kawasan BSD City Tahun 1998 S/d 2012.....	126
Tabel 4.14	Rencana Peruntukan / Pemanfaatan Ruang BSD City.....	129
Tabel 4.15	Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Mikro BSD City.....	135
Tabel 4.16	Hasil Penghitungan <i>Temperature Humidity Index</i> BSD City.....	135
Tabel 4.17	Jenis Pohon Dan Lokasi Penanaman Di BSD City.....	138
Tabel 4.18	Kebutuhan Air Bersih BSD City.....	147
Tabel 4.19	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Tangerang Selatan tahun 2010-2012.....	148
Tabel 4.20	Peningkatan Jumlah PMA dan PMDN Tahun 2009-2012 Kota Tangerang Selatan.....	148
Tabel 4.21	Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten/kota se-Provinsi Banten.....	150
Tabel 4.22	Wilayah Kecamatan dan Kelurahan di kawasan Kota Jababeka....	151

Tabel 4.23	Tata Guna Lahan Pada Kawasan Kota Jababeka Tahun 1998 s/d 2012.....	155
Tabel 4.24	Rencana Peruntukan / Pemanfaatan Ruang Kota Jababeka.....	158
Tabel 4.25	Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Mikro Kota Jababeka.....	162
Tabel 4.26	Hasil Penghitungan <i>Temperature Humidity Index</i> Kota Jababeka..	163
Tabel 4.27	Jenis Pohon dan Lokasi Penanaman Di Kota Jababeka.....	164
Tabel 4.28	Kebutuhan Air Bersih Kota Jababeka.....	169
Tabel 4.29	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Cikarang Timur.....	171
Tabel 4.30	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Cikarang Selatan.....	171
Tabel 4.31	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Cikarang Utara.....	172
Tabel 4.32	Indeks Manusia Pembangunan Kabupaten Bekasi Tahun 2011-2014.....	173
Tabel 4.33	Parameter kota-kota baru berkelanjutan.....	174
Tabel 4.34	Analisis Limpasan Aliran Permukaan kota-kota baru.....	179
Tabel 4.35	Ekosistem Kota Baru.....	189
Tabel 4.36	Definisi Operasional pada diagram Simpal Kausal.....	190
Tabel 4.37	Serial Waktu Curah Hujan, Lahan Terbangun, dan Persediaan Lahan Tahu 1998-2012.....	201
Tabel 4.38	Hasil Simulasi Limpasan Air Permukaan Sentul City (<i>Business as usual</i>) sejak tahun 1998 sampai dengan tahun 2012.....	204
Tabel 4.39	Validasi Model Sentul City.....	205
Tabel 4.40	Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Permukaan Sentul City sejak tahun 2012 sampai dengan 2020	207
Tabel 4.41	Hasil Simulasi Limpasan Permukaan BSD City Tahun 1998 sampai dengan 2012 (<i>Business as usual</i>).....	208
Tabel 4.42	Validasi Model BSD City.....	209
Tabel 4.43	Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan BSD City dengan Kondisi tanpa Intervensi Tahun 2012 sampai Tahun 2020.....	210
Tabel 4.44	Hasil Simulasi Limpasan Permukaan Kota Jababeka (<i>Business as Usual</i>).....	212
Tabel 4.45	Validasi Model Kota Jababeka.....	214
Tabel 4.46	Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Permukaan Kota Jababeka dengan Kondisi tanpa Intervensi (<i>Business as usual</i>) tahun 1998 Sampai tahun 2020.....	215
Tabel 4.47	Hasil Simulasi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka dengan Intervensi Danau, Hutan Kota dan Taman Kota tahun 1998 sampai tahun 2020.....	217

DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Lingkungan Perkotaan.....	10
Gambar 2.2	Tiga Elemen Pembangunan Berkelanjutan.....	23
Gambar 2.3	Bagan Studi Ekologi Lanskap.....	27
Gambar 2.4	Pendekatan Sistematis Untuk Keselamatan Berkelanjutan.....	38
Gambar 2.5	Sistem Metabolisme Konsumsi Kota.....	41
Gambar 2.6	Frekuensi Jarak Tempuh Perjalanan Kaki dari Rumah ke Transportasi Umum dengan Perjalanan Kurang dari 2 km.....	42
Gambar 2.7	Perbandingan Metode Pemecahan Masalah.....	44
Gambar 2.8	Proses <i>System Dynamics</i>	45
Gambar 2.9	Simulasi Sistem Dynamics Persediaan Lahan dan Lahan Terbangun.....	46
Gambar 2.10	<i>Causal Loop Diagram</i>	47
Gambar 2.11	Kerangka Teori.....	49
Gambar 2.12	<i>State of Art</i> Dan Posisi Penelitian.....	50
Gambar 2.13	Kerangka Pikir.....	53
Gambar 2.14	Kerangka Konsep.....	54
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian.....	57
Gambar 4.1	Ketinggian Lahan Jabodetabekpunjur.....	72
Gambar 4.2	Peta Sebaran <i>Soil Hidrology Group</i> Lingkup Wilayah Jabodetabekpunjur.....	73
Gambar 4.3	Rencana Tata Guna Lahan Jabodetabekpunjur.....	78
Gambar 4.4	Peta Lokasi Geografis Kawasan Sentul City.....	85
Gambar 4.5	Suhu Kawasan Sentul City Tahun 1992-2012.....	88
Gambar 4.6	Curah Hujan Kawasan Sentul City Tahun 1992 s/d 2012.....	88
Gambar 4.7	Perubahan Tata Guna Lahan Kawasan Sentul City Tahun 1998 s/d 2012.....	91
Gambar 4.8	<i>Master Plan</i> Sentul City.....	95
Gambar 4.9	Titik Pengambilan Sampel Suhu dan Kelembaban Udara Sentul City.....	98
Gambar 4.10	Lokasi Penanaman Pohon di Sentul City.....	105
Gambar 4.11	Peta Lokasi Geografis Kawasan BSD City.....	119
Gambar 4.12	Peta Hidrologi kota Tangerang Selatan.....	122
Gambar 4.13	Penurunan Muka Air Bawah Tanah di BSD City.....	123
Gambar 4.14	Suhu Rata-rata BSD City 1992-2012.....	123
Gambar 4.15	Curah Hujan kawasan BSD City 1992-2012.....	124
Gambar 4.16	Perubahan Tata Guna Lahan BSD City 1998 s/d 201.....	126
Gambar 4.17	Master Plan BSD City.....	130
Gambar 4.18	Titik Pengambilan Sampel Suhu dan Kelembaban Udara BSD City.....	135
Gambar 4.19	Penanaman Pohon di BSD City.....	136
Gambar 4.20	Peta Lokasi Geografis Kawasan Kota Jababeka.....	151

Gambar 4.21	Suhu Kawasan Kota Jababeka Tahun 1992 S/D 2012.....	152
Gambar 4.22	Curah Hujan Kawasan Kota Jababeka Tahun 1992 S/2012.....	153
Gambar 4.23	Perubahan Tata Guna Lahan Kawasan Jababeka Tahun 1998 s/d 2012.....	156
Gambar 4.24.	<i>Master Plan</i> Kota Jababeka.....	158
Gambar 4.25.	Titik Pengambilan Sampel Suhu dan Kelembaban Udara Kota Jababeka.....	161
Gambar 4.26	Lokasi Obsevasi Penanaman Pohon di Kota Jababeka.....	162
Gambar 4.27	Limpasan Air Permukaan kota-kota baru tahun 1998 s/d 2020.....	177
Gambar 4.28	Koridor (jalan raya, Jalur Pejalan Kaki dan Jalur pesepeda).....	181
Gambar 4.29	Koridor Sungai Cisadane.....	183
Gambar 4.30	<i>Masterplan Stormwater</i> Perkotaan Bagian Rencana Pengelolaan DAS.....	184
Gambar 4.31.	Drainase Alami	185
Gambar 4.32	Patch di Kota Baru.....	186
Gambar 4.33	CLD <i>Business as usual</i> Pengembangan Kota Baru	190
Gambar 4.34	CLD Sub-Sistem Lingkungan Alami dan Binaan	192
Gambar 4.35	CLD Sub-Sistem Ekosistem	193
Gambar 4.36	CLD Sub-Sistem Integasi Ekonomi dan Sosial	196
Gambar 4.37	CLD Sistem Pengembangan kota baru.....	198
Gambar 4.38	Simulasi Limpasan Air Permukaan Tanpa Intervensi Sentul City.....	202
Gambar 4.39	Grafik validasi persediaan lahan Sentul City.....	203
Gambar 4.40	Grafik validasi lahan Terbangun Sentul City.....	203
Gambar 4.41	Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan Sentul City Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2020.....	204
Gambar 4.42	Simulasi Limpasan Permukaan BSD City dari Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2012.....	207
Gambar 4.43	Grafik validasi persediaan lahan BSD City.....	208
Gambar 4.44	Grafik validasi lahan terbangun BSD City.....	208
Gambar 4.45	Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan BSD City Tahun 2012 - Tahun 2020.....	209
Gambar 4.46	Simulasi Limpasan Permukaan Kota Jababeka (<i>Business as Usual</i>).....	211
Gambar 4.47	Grafik validasi persediaan lahan Kota Jababeka.....	212
Gambar 4.48	Grafik validasi lahan Terbangun Kota Jababeka.....	212
Gambar 4.49	Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka dengan Kondisi tanpa Intervensi sampai tahun 2020.....	214
Gambar 4.50	Simulasi Limpasan Air Permukaan dengan Intervensi Hutan/ Taman Kota dan Danau di Kota Jababeka.....	215

Daftar Rumus

No	Rumus	Halaman
1	Persamaan Niuwolt.....	62
2	Indeks Pembangunan Manusia.....	67
3	Limpasan Air Permukaan dengan Metode <i>Soil Conservation Services</i>	67
4	Validasi <i>system Dynamics</i>	69

DAFTAR LAMPIRAN

No Lampiran	Judul Lampiran
Lampiran 1	Penghitungan Limpasan Air Permukaan Sentul City
Lampiran 2	Penghitungan Limpasan Air Permukaan BSD City
Lampiran 3	Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka
Lampiran 4	Tabel Bilangan Kurva
Lampiran 5	<i>Equations Model System Dynamics</i> Kondisi Tanpa Intervensi
Lampiran 6	Daftar pertanyaan
Lampiran 7	Daftar Observasi lapangan

DAFTAR SINGKATAN

Abt	Air Bawah Tanah
BIG	Badan Informasi Geospasial
BMKG	Badan Metreologi Klimatologi dan Geofiska
BSD	Bumi Serpong Damai
CBD	<i>Central Business District</i>
Jababeka	Jakarta, Jawa Barat, Bekasi
KBD	Koefisien Dasar Bangunan
LAPAN	Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional
RTH	Ruang Terbuka Hijau
RTRW	Rencana Tata Ruang Wilayah
SNI	Standar Nasional Indonesia
STAKLIM	Stasiun Klimatologi dan Metreologi
SUTET	Saluran Udara Ekstra Tinggi
THI	<i>Thermal Humidity Index</i>
UNEP	<i>United Nation Environmental Programme</i>

DAFTAR ISTILAH

Badan Air	<p>Kumpulan air yang besarnya antara lain bergantung pada relief permukaan bumi, curah hujan, suhu, dsb, misal sungai, rawa, danau, laut, dan samudra (http://pustaka.pu.go.id/).</p> <p>Geografis navigasi perairan, zona perairan dan air laut di bawah yurisdiksi Amerika Serikat, termasuk segmen sungai, danau, rawa, perairan pesisir dan perairan laut (<i>Glossary</i>, United States Environment Protection Agency).</p>
Daya Dukung	<p>Daya dukung didefinisikan sebagai muatan yang berkelanjutan maksimal yang dapat dibebankan oleh manusia pada lingkungannya (Komisi Mandiri Kependudukan dan Kualitas Hidup, 2000).</p> <p>Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhlukhidup lain (Permen no 17/2009, tentang pedoman penentuan daya dukung lingkungan hidup dalam penataan ruang wilayah).</p>
Daya Tampung	<p>Daya Tampung Lingkungan Hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energy dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan kedalamnya (UU No 23/1997, tentang pengelolaan lingkungan hidup).</p>
Ekologi Lanskap	<p>Ekologi lanskap adalah studi tentang struktur (pola), fungsi dan perubahan susunan interaksi ekosistem pada area lahan yang heterogen (Forman & Gordon, 1986). Struktur lanskap (pola) dapat dianggap sebagai hubungan spasial antara elemen lanskap atau <i>patch</i>. Fungsi Lanskap (atau proses) merupakan, interaksi antara elemen-elemen spasial, dan perubahan lanskap adalah perubahan dalam struktur dan fungsi yang terjadi melalui waktu (Hobs, 1997). Ekologi lanskap dapat dianalisis sebagai tiga entitas utama (struktur): <i>patch</i> (daerah hijau yang luas), koridor (daerah hijau linear), dan matriks sekitar daerah <i>built-up</i> (Jim, 2012).</p>
Ekosistem	<p>Ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh-menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup. (UU no 32/2009, tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup). Ekosistem adalah unit dasar fungsional dalam ekologi, karena mencakup organisme dan lingkungan biotik, masing-masing mempengaruhi sifat-sifat yang lain dan keduanya diperlukan untuk pemeliharaan kehidupan seperti yang kita memilikinya di bumi. Perhatian utama jika masyarakat mulai menerapkan solusi holistik untuk masalah sekarang muncul pada tingkat bioma dan biosfer (Odum, 1983).</p>

Ekosistem Perkotaan	Kota terdiri dari beberapa ekosistem individu, misalnya taman dan danau (Rebele, 1994). ekosistem perkotaan di definisikan untuk semua daerah hijau dan biru alami di kota, termasuk dalam hal ini pohon jalan dan danau (Bolund & Hunhammar, 1999). Kota-kota dapat dianggap sebagai ekosistem, karena terdiri dari komponen abiotik, berupa gedung, jalan dan biotik berupa flora dan fauna, termasuk manusia di dalamnya yang saling berinteraksi (Newman dan Jennings, 2008) dan ,kota adalah ekosistem yang didominasi manusia dengan kompleksitas dan aktivitasnya membuat mereka berbeda dari ekosistem alami (Alberti, 2008), pada beberapa aspek seperti iklim, tanah, hidrologi, komposisi keanekaragaman hayati, dinamika populasi dan aliran energi dan materi (Dizdaroglu, Yigitcanlar dan Dawes, 2012).
Geomorfologi	Studi tentang permukaan bumi dan proses pembentukannya, berhubungan dengan dasar lanskap, yaitu, topografi, atau guratan, dan proses dan pembentuknya (Goudie and Viles, 2010).
Geohidrologi	Studi tentang gerakan air di bawah permukaan bumi. Geohidrologi memainkan peran penting dalam berbagai isu yang melibatkan tanah, seperti drainase penggalian tapak untuk konstruksi bawah permukaan, tanah (Fugro Ingenieurs bureau, 2010).
Hutan Kota	Hutan kota adalah suatu hamparan lahan yang bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang berwenang (Peraturan menteri kehutanan Republik Indonesia No : p.71/menhut-ii/2009, tentang pedoman penyelenggaraan hutan kota.
Infiltrasi	Dari siklus hidrologi, infiltrasi adalah peristiwa masuknya air ke dalam tanah, yang umumnya melalui permukaan dan secara vertical. Jika cukup air, maka air infiltrasi akan bergerak terus kebawah yaitu kedalam profil tanah. Gerakan air kebawah di dalam profil tanah disebut perkolasi (Arsyad, 2010).
Kota	Salah satu jenis daerah perkotaan adalah kota (Town). Sebuah kota umumnya lebih besar dari sebuah desa, tetapi lebih kecil dari sebuah kota (City). Kota memiliki 2.500 penduduk sampai 20.000 penduduk (http://education.nationalgeographic.com 5/2/2015 11:50. PM.)
Kualitas Lingkungan	Derajat lingkungan untuk memenuhi kebutuhan dasar makhluk hidup di daerah tersebut.” Soeryani, Ahmad, Munir (1987).
Kota Baru	Permukiman dengan kemandirian ekonomi (Golani 1976). Kota baru sebagai kota kecil atau kota yang terletak di dekat kota-kota besar, dibangun untuk mengurangi kepadatan penduduk dan industri di pusat kota (Xueu Wen Tan, 2010).

Kawasan Perkotaan	Kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi (UU no 26/2007, tentang penataan ruang).” Kepadatan penduduk, fungsi ekonomi (misalnya, di mana mayoritas besar penduduk, terutama tidak berusaha pada pertanian) atau adanya karakteristik perkotaan (misalnya, jalan beraspal, penerangan listrik, saluran air limbah). Pada tahun 2010, 3.5 miliar orang tinggal di daerah diklasifikasikan sebagai perkotaan (The State of The World’s Children, 2012. http://www.unicef.org
Kompleksitas Kota	Merupakan paduan (sintesis) sosial, ekonomi, tata ruang, yang sangat kompleks, terdiri dari komponen yang tak terhitung banyaknya, sehingga kota dianggap sebagai sistem yang kompleks” (Mohamed Amin Abd-Allah2007).
Konservasi air bawah tanah	Pengelolaan air bawah tanah (abt) untuk menjamin pemanfaatannya secara bijaksana menjamin ketersediaannya dengan tetap memelihara serta meningkatkan mutunya (SNI 19-6728.1-2002).
Lanskap	Lanskap adalah sistem yang kompleks dibentuk oleh sejumlah besar komponen heterogen, seperti geologi yang berbeda, geomorfologi, penutupan vegetasi, komunitas ekologi, penggunaan lahan dan sebagainya (García, at al, 2012).
Lanskap Alami	Merupakan bagian bumi yang terbentuk secara alami sebuah pemandangan alam terdiri dari kumpulan bentang alam, seperti gunung, bukit, lembah, dataran, danau, sungai, hutan, rawa, tanah (Simonds & Starke, 2006).
Limpasan Permukaan	Bagian air hujan yang mengalir di permukaan tanah dan menuju kedaerah yang lebih rendah
Lingkungan Alami	Alam lingkungan pada dasarnya sumber daya, proses dan efek yang berkaitan dengan flora dan fauna, manusia makhluk, mineral, air, tanah, udara (Srinivas, 2003).
Lingkungan Terbangun	lingkungan Dibangun adalah sumber daya, proses dan efek berkaitan dengan bangunan, perumahan, jalan, kereta api, listrik, air bersih, gas (Srinivas, 2003).
Lingkungan Sosial ekonomi	termasuk lingkungan sumber daya, proses dan efek yang berkaitan dengan aktivitas manusia, pendidikan, kesehatan, seni dan kegiatan budaya, ekonomi dan bisnis, warisan - gaya hidup perkotaan pada umumnya (Srinivas, 2003).
Lingkungan hidup	Lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.

Vegetasi Penutup tanaman kolektif di atas lahan, total dari komunitas tumbuhan suatu daerah; mosaik komunitas tumbuhan dalam lanskap. Pengelompokan komunitas tumbuhan (misalnya, asosiasi, aliansi) yang memiliki kesamaan dalam komposisi spesies, dan fisiognomi atau struktur (Glossary, Canadian National Vegetation Classification, <http://cnvc-cnvc.ca/page>. 12/6/2014).

RINGKASAN

Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia Disertasi Juni, 2016

- A. Nama: Parino Rahardjo
- B. Judul Disertasi: Model Pengembangan Kota Baru Berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem di Wilayah Botabek
- C. Jumlah halaman: halaman permulaan: 22 halaman, halaman isi: 212 halaman
Gambar: 64 gambar, Tabel: 38 tabel, Lampiran: 6 lampiran

Ringkasan:

Pengembangan Kota baru mendorong terjadinya konversi lahan pertanian dan perkebunan, serta pedesaan di daerah penyangga Kota Jakarta (Botabek). Pada pengembangan kota baru kerap terjadi perubahan bentuk permukaan dan mengakibatkan terjadinya aliran air permukaan (*runoff*). Kota dapat dianggap sebagai sebuah ekosistem, gedung-gedung dan lingkungan terbangun lainnya dianggap sebagai abiotik, sedangkan makhluk hidup (flora & fauna) termasuk manusia di dalamnya sebagai biotik yang mempunyai hubungan timbal balik di dalam ruang sebagai sebuah sistem. Dari perspektif ekologi lanskap, struktur kota baru terdiri dari matriks, *patch* dan koridor. Pengembangan kota-kota baru di Indonesia dikembangkan oleh sektor swasta, yang disebut sebagai pengembang. Lokasi kota baru di Botabek sebagai obyek penelitian, berada pada Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, dan Kabupaten Bekasi.

Pengembangan kota baru akan berakibat terhadap meningkatnya populasi penduduk dan fasilitas pendukungnya, sehingga mendorong meluasnya permukaan lahan kedap, sehingga kapasitas infiltrasi berkurang dan mengakibatkan meningkatnya aliran permukaan, disamping itu temperatur udara mikro meningkat, limbah padat maupun limbah cair dan polusi udara yang dihasilkan bertambah besar. Tujuan penelitian, antara lain: (1)Mengkaji lingkungan alami dan lingkungan buatan pada pengembangan kota baru yang berpengaruh terhadap keberlanjutan kota, (2) Menentukan parameter ekosistem pada pengembangan kota baru, (3)mengkaji model pengembangan yang mengintegrasikan faktor lingkungan, ekonomi dan sosial. Manfaat penelitian dapat digunakan pengembang pada pengembangan kota baru, maupun pengembangan kurikulum program studi pengembangan wilayah dan kota, khususnya untuk mata kuliah sumber daya alam dan lingkungan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif. Analisis perubahan tata guna lahan, menggunakan, metode analisis spasial temporal berdasarkan data citra satelit, tahun 1998, 2000, 2005, 2009 dan tahun 2012. Menghitung potensi limpasan permukaan menggunakan metode *Soil Conservation Services*, dan untuk mengukur kenyamanan kota baru menggunakan persamaan Niuwolt. Analisis perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap limpasan permukaan menggunakan simulasi *System Dynamics*.

Hasil penelitian, antara lain: Pola pengembangan kota dipengaruhi oleh bentuk geomorfologi. Pada lahan datar, pengembangan lahan dapat optimal, sedangkan bentuk permukaan lahan berbukit membatasi penggunaan lahan. Lahan yang memiliki kemiringan >25 % dikonservasi sebagai hutan kota, atau ruang terbuka hijau. Ratio keluasan ruang terbangun berpengaruh terhadap potensi limpasan permukaan. Penetapan koefisien dasar bangunan (KDB) >30%, dengan ruang terbuka hijau meningkatkan kapasitas infiltrasi. Pengembangan kota-kota baru sesuai dengan arahan RTRW kabupaten dan kota, dimana kota

baru dikembangkan. Parameter ekosistem pengembangan kota baru, yang mendukung kota baru berkelanjutan antara lain: (1)taman kota, (2)hutan kota, (3)ruang terbuka hijau sepanjang jalur tegangan ekstra tinggi (Sutet), (4)danau/kolam (5)ruang terbuka hijau pada jalan raya, jalur pejalan kaki, dan pesepeda, dan lahan di sepanjang jalur tegangan ekstra tinggi, (6) Drainase alami.

Integrasi lingkungan, ekonomi dan sosial, antara lain: Sisi lingkungan, (a)Kota baru yang memiliki hutan dan taman kota dan pohon di seluruh lokasi perumahan, kawasan bisnis dan perdagangan memiliki iklim mikro yang rendah. Hutan/taman kota, taman lingkungan maupun ruang terbuka linier mengurangi limpasan permukaan, karena memiliki kapasitas infiltrasi yang baik. (b)Pengolahan air bersih di dalam kota baru memberikan jaminan ketersediaan air bersih bagi warga kota baru dan penduduk di sekitarnya. (c)Pemisahan antara moda angkutan antara kendaraan dengan sepeda dan pejalan kaki di kota-kota baru belum memadai, keselamatan dan kenyamanan pesepeda dan pejalan kaki belum optimal. (d)Ketersediaan angkutan umum seperti bus dan kereta api yang menghubungkan kota baru dengan Kota Jakarta dan kota lainnya memberikan kemungkinan penduduk tidak menggunakan kendaraan pribadi. (e)Kota baru yang memiliki kawasan industri memiliki pengolahan limbah cair yang terintegrasi, sedangkan dari tiga kota baru, satu kota baru memiliki pengolahan limbah cair domestik dan satu dari tiga kota baru memiliki pengolahan limbah padat domestik Sisi ekonomi, (a)Kecamatan/kota, yang merupakan lokasi kota baru, Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB), mengalami peningkatan. Sisi sosial, (a)Fasilitas pendukung kota baru pada umumnya memiliki jangkauan dengan klaster perumahan <2 km, antara lain: sekolah, rumah sakit, pusat perbelanjaan, tempat rekreasi, pusat bisnis, transportasi umum. (b)Satu kota baru mengembangkan rumah susun sewa bagi buruh yang bekerja di kawasan industri di dalam kota baru tersebut. (c)Pada umumnya kualitas jalan di kota baru sangat baik, sehingga mobilitas warga lancar. (d)Hutan taman kota yang ada di kota baru seluruhnya dapat dimasuki oleh seluruh warga kota baru maupun masyarakat di sekitar kota baru. (d)Tingkat kesejahteraan penduduk di kawasan kota baru berdasarkan nilai indeks pembangunan manusia (IPM) pada kecamatan/kota lokasi kota baru memiliki indeks >70.

Hasil Simulasi *system dynamics*, dengan kondisi tanpa intervensi membuktikan adanya hubungan yang erat antara luas tutupan lahan kedap air dengan limpasan aliran air permukaan. Semakin luas lahan terbangun dengan tutupan lahan kedap air mengakibatkan volume limpasan permukaan besar. Intervensi Ruang terbuka hijau (Taman Kota/Hutan Kota), drainase alami, dan danau sebagai upaya untuk mengurangi limpasan air permukaan berhasil mengurangi limpasan air permukaan dan dapat mengurangi potensi banjir.

Sentul City, disarankan mempertahankan Ruang Terbuka Hijau seluas 60 % dan membuat reservoir yang dapat menampung air hujan, sebagai pesediaan air baku. Kapasitas danau dihitung menggunakan data curah hujan 20 tahunan. Mengembangkan jalur pejalan kaki yang menerus sepanjang jalan Arteri Sekunder dan membuat pengolahan limbah padat domestik BSD City, disarankan membangun danau/ponds pada lokasi tersebar, terutama pada Sisi Barat Sungai Cisadane, mengembangkan hutan kota sepanjang sempadan Sungai Cisadane dan mengembangkan ruang terbuka hijau linier pada sepanjang lokasi lahan saluran ekstra tinggi untuk menampung limpasan permukaan saat hujan.

Kota Jababeka, disarankan membangun hutan kota/taman kota dengan luasan sesuai UU 26/2007 tentang penataan ruang, dan membuat reservoir yang dapat menampung air hujan untuk mengurangi limpasan dan menghindari terjadinya banjir yang berpotensi terjadi, disamping itu perlunya dilakukan pengolahan Limbah padat Domestik di dalam Kota Jababeka.

Daftar Kepustakaan: dari tahun: 1977, sampai dengan tahun: 2014

SUMMARY

Environmental Science Program
Graduate Program, University of Indonesia
Dissertation, 25 Juni, 2016

- A. Name : Parino Rahardjo
- B. Dissertation Title : Development Model of Sustainable New Towns with the Ecosystem Approach in Botabek Regional
- C. Number of pages : homepage: 22 pages, contents pages: 212 pages, Image: 65 images, Tables: 41 tables, Appendix: 6 attachments

Summary

Summary

Construction of the new city to encourage the conversion of agricultural land and plantations, and villages in the suburbs of Jakarta (Botabek). In the new town development land surface changes occur and cause the flow of surface water (runoff). Cities can be considered as an ecosystem, the buildings and the built environment are being considered as abiotic, whereas organisms (flora and fauna), including those in it as biotic which has a reciprocal relationship in space as a system. From the perspective of landscape ecology, the new city structure composed of a matrix, patches and corridors. New town development in Indonesia was developed by the private sector, which is referred to as a developer. The location of new cities in Botabek as an object, which is located in Bogor, Tangerang, and Bekasi Regency.

The new town development will lead to increased population and supporting facilities, thereby encouraging widespread soil impermeable surface, so that the infiltration capacity is reduced and result in increased runoff, in addition to a micro air temperature increase, solid waste and waste water and air pollution generated increases. research purposes, among others: (1) study the natural environment and the built environment on the development of new cities that affect the sustainability of cities, (2) determine the parameters of the ecosystem in the new town development, (3) study the development model that integrates environmental factors, economic and social , the benefits of research to assist developers in the development of new cities, as well as the development of course curriculum development of the region and the city, especially for the course of natural resources and the environment. The research method uses a quantitative approach. Analysis of changes in land use, usage, temporal spatial analysis method based on satellite image data, in 1998, 2000, 2005, 2009 and 2012. Calculated using a potential runoff Soil Conservation Services, and to measure the comfort of a new city using Niuwolt equation. Analysis of land use change and its effect on surface flow simulation using System Dynamics.

The results of the research, among others: the city development pattern influenced by the shape of geomorphology. On flat land land use can be optimized, while the shape of the land surface is hilly restrict land use. Land that has a slope > 25% conserved as forest or open space green city. Ratio vastness of the room woke affect potential runoff. Determination of the basic building coefficient (KDB) > 30%, with green open spaces improve the infiltration

capacity. The development of new towns in accordance with the directives RTRW counties and cities, where the new town was developed.

Ecosystem parameters in the new town development, which supports the new towns sustained, among others: (1) the city park, (2) the urban forest, (3) a green open space along the path of extra high voltage (high voltage wires), (4) the lake / pond (5) of green open space on the highway, pedestrian paths, and cyclists, and the land along the extra high voltage (6) the natural drainage. The integration of environmental, economic and social, among others: the environmental side, (a) new town with forests and city parks and trees around the location of housing, business and trade area has a microclimate low. Forests/parks, neighborhood parks and linear green open spaces reduce runoff, because it has good infiltration capacity. (b) Processing of drinking water in the new city to guarantee the availability of clean water to the citizens of the new town and the surrounding inhabitant. (c) The separation between the transportation modes of vehicles with bicycles and pedestrians in new towns have not been adequate, safety and convenience of cyclists and pedestrians is not optimal. (d) Availability of public transport such as buses and trains connecting the new town to the city of Jakarta and other cities do not provide the possibility of the use of private vehicles. (e) The new town has industrial areas have wastewater treatment integrated, while three new city, a new town has a wastewater treatment of domestic and one of three new city has a solid waste processing domestic. Side of the economy, district / city, which is the location of the new town, Gross Regional Domestic Product (GRDP), increased. Social side, (a) the new town support facilities generally have outreach with housing clusters <2 km, among others: schools, hospitals, shopping centers, recreation areas, business center, public transport. (b) From three new town, one new town, build a rental flats for laborers working in industrial areas in the new city. (c) In general, the quality of new roads in the towns is very good, so the mobility of citizens smoothly. Forest city park in the new town entirely accessible by all citizens of the new city and the community around a new town. (d) Welfare in the new town area based on the human development index (HDI) in the districts / town location of the new town has an index of > 70. Simulation results system dynamics, with the condition without intervention proves the close relationship between the area of land cover impermeable to surface water runoff. The wider the undeveloped land with land cover watertight resulting large volume of runoff. Intervention green open space (Parks / Forest City), natural drainage, and lakes in an effort to reduce surface water runoff able to reduce surface water runoff and can reduce the potential for flooding.

Sentul City, suggested maintaining the green open space of 60% and create a reservoir that can hold rainwater, as a reserve of raw water. The capacity of the lake are calculated using annual rainfall data 20. Develop a continuous pedestrian path along the Secondary arteries and make domestic solid waste treatment. BSD City, suggested making lakes / ponds in scattered locations, especially on the West Side of Cisadane, developing urban forests along the border Cisadane and develop linear green open spaces, the location of the land along the extra high-voltage lines to accommodate runoff, when it rains. Kota Jababeka, it is advisable to develop forest town / city park with an area in accordance with Law 26/2007 on the arrangement of space, and create a reservoir to collect rainwater to reduce runoff and prevent flooding that could potentially happen, in addition to the need for processing solid domestic waste in Kota Jababeka.

List of literature: from year: 1983, until the year: 2014

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai sebuah ibu kota negara, Kota Jakarta berperan juga sebagai kota pemerintahan. Di Kota Jakarta, presiden sebagai Kepala Negara dan Pemerintah mengendalikan negara dan pemerintahan, dengan demikian para menteri dan pejabat setingkat menteri berkantor di Kota Jakarta. Kompleksitas Kota Jakarta dipengaruhi juga akan perannya sebagai kota perdagangan, kota wisata dan kota jasa, mengakibatkan pertumbuhan ekonomi yang tinggi, diikuti meningkatnya populasi penduduk dari tahun ke tahun. Pada tahun 1980 populasi penduduk 6,503,000 jiwa, tahun 1990 bertambah menjadi 8,259,000 jiwa dan tahun 2000 meningkat menjadi 8,361,100 jiwa. Hasil sensus penduduk pada tahun 2010 meningkat menjadi 9,607,000 (BPS Pusat 2012). Luas wilayah Kota Jakarta 661.52 km², termasuk lautan seluas: 6,977.5 km² (<http://www.dephut.go.id/>) dengan populasi yang terus meningkat dan keluasan daratan yang terbatas mendorong dibangunnya perumahan dan kota-kota baru di pinggiran Kota Jakarta, antara lain: Kota Bekasi, Tangerang, Tangerang Selatan, Bogor, Kabupaten Bogor dan Kabupaten Bekasi mengakibatkan populasi di wilayah tersebut tumbuh dengan pesat (BPS Provinsi Banten dan Provinsi Jawa Barat dalam angka, 2011), hal ini dapat dilihat sebagai berikut: Kabupaten Bogor yang pada tahun 1980 populasi penduduk berjumlah 2,493,843 jiwa, tahun 1990 meningkat menjadi 3,736,897 jiwa, tahun 2000 berjumlah 5,508,826 jiwa dan tahun 2010 menjadi 4,771,932 jiwa. Kabupaten Bekasi pada tahun 1980 populasi berjumlah 1,143,463 jiwa dan pada tahun 1990 menjadi 2,104,459 jiwa, tahun 2000 berjumlah menjadi 1,668,494 jiwa dan tahun 2010 menjadi 2,630,401 jiwa. Pertumbuhan penduduk ini terjadi merata di seluruh wilayah Botabek yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya pemekaran kabupaten dan membentuk pemerintah kota dan dikembangkannya kota-kota baru. “Pemangku kepentingan pada pembangunan perkotaan antara lain: Rumah tangga, bisnis, pengembang dan pemerintah (Alberti dan Waddel, 2000, p.215).”

Kota dapat disamakan dengan sistem biologi pada makhluk hidup yang dapat tumbuh dan berkembang tetapi kota tidak memiliki kemampuan untuk mengendalikan pengembangannya. Menurut Soeriaatmadja (1989, p. 100).”Sistem biologi memiliki suatu sistem pengatur diri atau kemampuan *homeostatis*, sebaliknya kota pada umumnya merupakan sebuah sistem yang bersifat sementara, yang sewaktu-waktu menjadi susah dikendalikan.” Dengan demikian kota baru pertumbuhannya harus dapat dikendalikan sesuai dengan daya dukung lingkungan dimana kota tersebut dikembangkan. “Daya dukung didefinisikan sebagai muatan yang berkelanjutan maksimal yang dapat dibebankan oleh manusia pada lingkungannya. (Komisi Mandiri Kependudukan dan Kualitas Hidup, 2000, p.84).”

Akibat lain dari perubahan tata guna lahan yang dilakukan dengan tidak bijaksana akan mengakibatkan berkurang dan musnahnya spesies biota tertentu dan berubahnya iklim mikro. Sejalan dengan Pembangunan Berkelanjutan yang didefinisikan, sebagai “Pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini, tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri, dengan 3 pilar, yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial (Rogers, Jalal, Boyd, 2008, p.42)”, maka pengembangan kota baru harus menuju kepada kota berkelanjutan yang merupakan perwujudan kerja sama yang terus menerus antar pemangku kepentingan untuk meningkatkan kualitas lingkungan alam, binaan dan budaya disekitarnya (Haughton dan Hunter 1994, p.27).” Menurut Rogers, Jalal, Boyd (2008, p.65), Pembangunan Berkelanjutan ditentukan oleh 3 hal yaitu: “Konsumsi, produksi, dan distribusi”. Terkait dengan pengembangan kota baru faktor konsumsi merupakan keinginan pasar akan kebutuhan tempat tinggal (rumah), dan tempat untuk memproduksi (pabrik, perkantoran), sedangkan distribusi terkait dengan lokasi pengembangan kota baru.

Pertumbuhan ekonomi Indonesia semasa rejim orde baru (1965-1998), sampai orde reformasi mendorong munculnya kota baru maupun pusat-pusat produksi untuk pemenuhan pasar dalam dan luar negeri, sehingga mendorong terjadinya konversi lahan pertanian dan perkebunan, pedesaan di daerah penyangga Kota Jakarta (Botabek) untuk pemenuhan kebutuhan lahan. Lingkungan pada kota baru

merupakan faktor yang tidak dapat diabaikan, ketersediaan ruang terbuka hijau, ketersediaan air bersih, polusi udara yang rendah, ketiadaan banjir, merupakan parameter keseimbangan ekosistem kota, yang diartikan sebagai kemampuan ekosistem menjalankan layanan (*ecosystem services*).

Pada pengembangan kota baru kerap terjadi perubahan bentuk permukaan tanah yang dilakukan dengan teknik pemotongan & pengurugan (*cut&fill*), dan pemanfaatan garis sempadan terhadap badan air (situ atau kolam *ponds*, rawa, sungai) menyebabkan air hujan tidak lagi mempunyai tempat penampungan, kondisi ini mengakibatkan terjadinya aliran air permukaan (*runoff*), karena lahan perkotaan kedap air, sehingga siklus hidrologi mengalami perubahan. Pengembangan kota baru akan berakibat terhadap meningkatnya populasi penduduk yang diikuti oleh kebutuhan fasilitas pendukung untuk memenuhi kehidupan seperti, munculnya sekolah, rumah sakit, pusat bisnis, hiburan, bahkan tidak menutup kemungkinan akan memunculkan pusat-pusat produksi untuk produk konsumsi barang dan jasa. Kebutuhan konsumsi langsung seperti, energi, air bersih, konsumsi makanan dan transportasi umum akan meningkat disamping itu limbah padat maupun limbah cair dan polusi udara yang dihasilkan akan bertambah besar.

Perubahan tata guna lahan akibat pengembangan kota baru berdampak terhadap lahan pada kawasan di mana kota tersebut dikembangkan, sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan ekosistem. Kota dapat dianggap sebagai sebuah ekosistem, dimana gedung-gedung dan lingkungan terbangun lainnya dianggap sebagai abiotik, sedangkan manusia dan makhluk hidup lainnya (*flora&fauna*) sebagai biotik. Dari sisi ekologi lanskap struktur kota terdiri dari matriks (gedung-gedung), *Patch* (taman/hutan kota danau) dan koridor (jalan raya, sungai dan pedestrian). Bolund dan Sven (1999, p.294), mengidentifikasi ekosistem perkotaan dalam 7 unsur, antara lain: (1) pohon jalan, 2) rumput & taman, (3) hutan kota, (4) lahan pertanian, (5) lahan basah, 6) danau/laut dan (7) sungai.

Pembangunan kota baru-kota baru di Indonesia dikembangkan oleh sektor swasta yang disebut sebagai pengembang (*developer*). Sebaran kota baru di Botabek meliputi Wilayah Kota Tangerang Selatan, Kabupaten Bekasi dan Kabupaten Bogor. Pengembangan kota baru di Botabek dimulai pada tahun 1989, yang dilakukan pengembang sejak pengurusan izin dan pembebasan lahan demikian juga dengan pembangunan infrastruktur. Peran pemerintah pada pengembangan kota baru memfasilitasi dan menerbitkan izin. *Masterplan* pengembangan kota baru sesuai dengan arahan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), kota/kabupaten kota baru berada.

Terbatasnya pasokan air bersih dari perusahaan air minum, mendorong masyarakat dan dunia bisnis menggunakan air bawah tanah (abt) untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Meluasnya permukaan lahan kedap air mengakibatkan infiltrasi air hujan berkurang sehingga terjadi defisit air bawah tanah, dengan menggunakan air bawah tanah sebagai pasokan air bersih mengakibatkan terjadinya penurunan muka tanah (*land subsidence*), untuk mencegah hal ini terjadi pada kota baru maka diperlukan adanya konservasi terhadap air tanah. Dengan demikian kualitas lingkungan pada pengembangan kota baru harus menjadi perhatian yang seksama, kualitas lingkungan menurut Soeryani, Ahmad, Munir (1987, p.194), “sebagai derajat lingkungan untuk memenuhi kebutuhan dasar makhluk hidup di daerah tersebut.” Pengaruh pengembangan kota baru terhadap desa yang ada di sekitarnya, dan “Berdasarkan ukuran tertentu desa merupakan ekosistem yang kurang berkembang dibandingkan kota. Karena itu secara alamiah desa akan dieksploitasi oleh kota (Soeryani, Ahmad, Munir, 1987, p.200-201).” Walaupun desa juga mengalami perkembangan namun kecepatan perkembangan desa lebih rendah dibandingkan kecepatan perkembangan kota, sehingga perbedaan perkembangan antara desa dan kota makin lama membesar. Kota baru yang dijadikan obyek penelitian memiliki fasilitas pendukung aktifitas warga kota, dengan akses yang terhubung dengan pusat kota utama. Pengembangan kota baru idealnya harus memperhatikan keberadaan vegetasi, maupun elemen lanskap di kawasan yang dikembangkan, dan menghindari eksploitasi lanskap alami yang berlebihan seperti, pengurugan situ, rawa, dan pematangan bukit, yang

pada akhirnya merugikan manusia. Untuk mencapai pengembangan perkotaan yang berkelanjutan, kota harus direncanakan dan dikelola dengan membentuk keseimbangan antara manusia dan lingkungan alami dengan menggunakan sumber daya dengan hati-hati untuk dapat diwariskan pada generasi berikutnya. Keseimbangan ekosistem perkotaan dapat dicapai dengan melindungi, memelihara lingkungan alami, antara lain: vegetasi, ruang terbuka hijau dan badan air, seperti danau, sungai. Di samping lingkungan buatan seperti infrastruktur, jalan raya, jalur pejalan kaki, dan drainase harus dapat menjaga proses siklus hidrologi.

Kota baru yang menjadi obyek penelitian berada pada 3 lokasi berbeda tersebar pada Kabupaten Bekasi, Kabupaten Bogor dan Kota Tangerang Selatan (Botabek). Kriteria pemilihan obyek penelitian antara lain: Setiap kota baru memiliki lanskap dan fungsi kota berbeda, kompleksitas yang tinggi dengan lahan yang memiliki lingkungan alami berbeda seperti geomorfologi dengan topografi berbukit, bergelombang hingga datar, dan memiliki ketinggian dari permukaan laut (dpl) yang berbeda. Kota-kota baru yang dikembangkan memiliki fungsi berbeda, antara lain: berdasarkan industri (manufaktur), jasa dan perdagangan, serta kota yang dikembangkan sebagai tujuan wisata. Tujuan pengembangan kota baru selain membagi beban kota utama (Kota Jakarta), juga didorong oleh kebutuhan pasar, yang menghendaki perumahan sehat dengan harga terjangkau oleh masyarakat tingkat sosial menengah-bawah, maupun kelompok sosial menengah-atas, yang menghendaki perumahan nyaman dengan fasilitas yang dapat memenuhi kebutuhan sosial mereka. Keadaan lingkungan alami kota-kota baru sebagai lokasi studi berbeda-beda, seperti keadaan : Geomorfologi, geohidrologi dan ketinggian dari permukaan laut (dpl). Pengembangan kota baru dengan pendekatan ekosistem, kota dilihat sebagai sebuah ekosistem yang di dalamnya terdapat hubungan timbal balik antara manusia, vegetasi, fauna, mikroba sebagai bagian dari sebuah sistem yang berinteraksi dengan, badan air, tanah, udara, energi matahari. “Pendekatan ekosistem merupakan pendekatan holistik pengelolaan dan pengembangan lingkungan terintegrasi membutuhkan pemikiran multidisplin. Hal ini juga

mengakui bahwa manusia, dengan keragaman budayanya, merupakan komponen integral dari banyak ekosistem (United Nations University/Institute of Advanced Studies, 2003, p.6).”

Belum adanya penelitian sebelumnya yang meneliti keterkaitan antara ekosistem dengan keberlanjutan kota baru, maka penulis memilih judul disertasi “Model Pengembangan kota baru Berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem di Wilayah Botabek”.

1.2. Perumusan Masalah

Sebuah kota menawarkan banyak lapangan kerja dan fasilitas sosial, sedangkan lapangan kerja dan fasilitas sosial di desa sangat terbatas, kondisi ini menjadi faktor penarik dan mendorong terjadinya migrasi penduduk desa ke kota. Meningkatnya populasi penduduk dan kompleksitas kota yang tinggi, memberi tekanan pada lingkungan kota, maupun menimbulkan terjadinya kesenjangan ekonomi dan sosial antara masyarakat kota baru dengan masyarakat di sekitarnya. Pada umumnya penduduk kota baru pendidikannya lebih tinggi dibandingkan dengan penduduk lokal, demikian juga dengan pekerjaan dan penghasilan. Kesenjangan sosial terlihat dengan perumahan pada kota-kota baru yang dibangun untuk kelompok sosial menengah ke atas dengan kualitas lingkungan yang baik, berbeda dengan kualitas lingkungan permukiman masyarakat lokal yang lebih buruk. Akses kelayanan lokal untuk mendapatkan kebutuhan hidup sehari-hari yang ditempuh dengan kendaraan pribadi menjadi beban warga kota baru. Terbatasnya jumlah dan luas taman kota/hutan kota menjadikan terbatasnya interaksi dan rekreasi warga kota. Dari perspektif lingkungan, perubahan lanskap alami, antara lain: Badan air (rawa, sungai, danau), vegetasi, menjadi lingkungan binaan (*built environment*), menjadikan luas permukaan lahan yang kedap dominan dan merubah keadaan geomorfologi, mengakibatkan terjadinya kerusakan ekosistem, antara lain: Aliran air permukaan (*runoff*), longsor, berkurang dan hilangnya populasi biota, peningkatan iklim mikro akibat berkurangnya kerapatan vegetasi. Keadaan geohidrologi kawasan kota baru mengakibatkan ketergantungan air bersih dari luar kota baru, karena langkanya

sumber air bersih. Infrastruktur kota baru seperti, jalan raya meningkatkan volume limpasan air permukaan, sedangkan drainase yang ada di kota-kota baru dirancang untuk mempercepat aliran air hujan, sehingga tidak memungkinkan terjadinya infiltrasi. Besarnya volume aliran air permukaan (*run off*) dan tidak terjadinya infiltrasi berakibat terjadinya defisit air bawah tanah (*abt*).

1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Apakah pada pengembangan kota baru lingkungan alami dan buatan dikaji dan bagaimana keterpaduan antara ruang terbuka hijau dengan badan air pada pengembangan lahan kota baru dapat mencapai kota berkelanjutan.
2. Bagaimana keterpaduan antara lingkungan alami dengan lingkungan buatan sebagai sebuah ekosistem pada pengembangan kota baru.
3. Apakah pengembangan kota baru mengintegrasikan faktor lingkungan, sosial, ekonomi.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji lingkungan alami dan buatan pada pengembangan kota baru yang berpengaruh terhadap keberlanjutan kota.
2. Menentukan parameter ekosistem pada pengembangan kota baru yang berkelanjutan.
3. Membuat model pengembangan kota yang mengintegrasikan faktor lingkungan, sosial, ekonomi.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Hasil dari penelitian dapat digunakan sebagai acuan pengembangan kota baru di wilayah dengan lanskap alami berbeda yang bermanfaat bagi pengembang (*developer*).
2. Hasil dari penelitian dapat digunakan untuk menentukan ratio keluasan tutupan vegetasi, ratio keluasan badan air (danau & kolam) terhadap luas total lahan dan pola infrastruktur pada pengembangan kota baru.
3. Hasil penelitian dapat sebagai rekomendasi pedoman pembuatan infrastruktur kota khususnya pembuatan jalan, jalur pejalan kaki dan pesepeda, serta drainase yang bermanfaat bagi pemerintah maupun pengembang.
4. Hasil penelitian dapat bermanfaat bagi pengembangan teori perencanaan kota.

1.6. Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan pada 3 kota baru di Wilayah Botabek. Kota Berkelanjutan memiliki 3 pilar yang mendukungnya antara lain: Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial. Pada penelitian ini mencakup lingkungan alami dan lingkungan binaan serta sosial yang mendukung pengembangan kota baru.

1.7. Hipotesis

1. Kota baru berkelanjutan dapat dicapai jika pengembangan kota mengkaji lingkungan alami antara lain: permukaan tanah, hidrologi, vegetasi, badan air (rawa, danau, sungai), maupun lingkungan buatan seperti taman/hutan kota, klaster perumahan dan industri, pedestrian dan jalan raya.
2. Kota baru berkelanjutan dapat dicapai jika pengembangan kota menjaga keseimbangan ekosistem, berupa hubungan yang selaras antara biotik (termasuk manusia di dalamnya) dengan abiotik (danau, sungai, tanah).
3. Kota baru berkelanjutan, dapat dicapai jika didukung dengan model pengembangan kota yang mengintegrasikan faktor ekonomi, lingkungan, sosial.

BAB 2.

TINJAUAN PUSTAKA

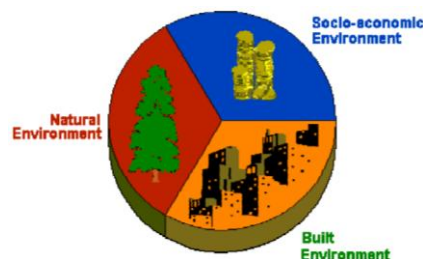
Pengembangan kota baru di wilayah Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, dan Kabupaten Bekasi, mengkonversi lahan perkebunan dan pedesaan yang pada akhirnya mengubah wajah lanskap wilayah dan berubahnya sistem sosial dan budaya masyarakat lokal. Pengembangan kota baru yang mengabaikan potensi lanskap berdampak buruk terhadap lingkungan dan dapat dipastikan akan mengganggu ekosistem, dan degradasi lingkungan, sehingga keberlanjutan kota tidak akan tercapai. Keberlanjutan lingkungan sendiri adalah “kemampuan berbagai sistem bumi, termasuk sistem budaya manusia dan ekonomi, untuk bertahan hidup dan beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan” (Miller’s, 2006, p.6)”.

Pada penelitian ini penulis menggunakan teori utama, antara lain: (1)Teori ekologi lanskap untuk mengkaji kota baru sebagai sebuah ekosistem. Ekologi lanskap terdiri dari tiga elemen yaitu struktur (pola), dinamika/perubahan dan fungsi. Dinamika dan fungsi dapat melakukan perubahan terhadap struktur lanskap yang terdiri dari matrik yang merupakan elemen lanskap yang homogen dan dominan. Pada kota baru penulis mengasumsikan matriks berupa gedung-gedung yang merupakan elemen kota yang paling dominan dan homegen, sedangkan *patch* berupa klaster perumahan, pusat perdagangan/bisnis, taman dan hutan kota, dan danau, sedangkan koridor merupakan penghubung antara *patch*, seperti jalan raya, jalur sepeda dan jalur pejalan kaki, (2) Teori hidrologi digunakan mengkaji pengaruh tutupan lahan, curah hujan terhadap potensi limpasan permukaan, (3) Teori Infrastruktur , antara lain: jalan raya, jalur pejalan kaki dan pesepeda, drainase, pengolahan limbah padat dan mengkaji, apakah infrastruktur pada kota baru mendukung keberlanjutan kota baru.

Ekosistem yang seimbang mempertahankan dan mengendalikan siklus hidrologi sehingga aliran air permukaan dapat dikurangi dan meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah dengan demikian air bawah tanah (abt).

2.1. Ilmu Lingkungan dan Rencana Tata Ruang

Kota baru merupakan sebuah lingkungan hidup yang pada undang-undang no 32/2009 tentang perhidungan dan pengelolaan lingkungan hidup, diartikan sebagai “Kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupannya, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain (Pasal 1, ayat 1).” Sedangkan menurut Srinivas (2003, p.3) lingkungan perkotaan dapat dibagi dalam tiga katagori: (1) Lingkungan alami, (2) Lingkungan binaan, (3) dan lingkungan sosial-ekonomi (Gambar 2.1). Lingkungan alami pada dasarnya berkaitan dengan flora dan fauna, manusia, mineral, air, tanah, udara, dll. Lingkungan binaan berkaitan dengan bangunan, perumahan, jalan, kereta api, listrik, air bersih, gas dll. Sedangkan lingkungan sosial-ekonomi berkaitan dengan aktivitas manusia, pendidikan, kesehatan, seni dan budaya, kegiatan ekonomi dan bisnis, secara umum warisan gaya hidup urban. Ketiga titik pandang ini merupakan persimpangan dan *overlay* dari tiga dimensi sebuah lingkungan perkotaan.



Gambar 2.1. Lingkungan Perkotaan

Sumber: Srinivas 2003

Pada pengembangan kota baru idealnya memperhatikan dan mengkaji ketiga titik pandang lingkungan (Lingkungan Alami, Lingkungan Binaan, dan lingkungan Sosial). Sebagai dasar kajian pada penelitian dengan obyek pengembangan kota baru berkelanjutan dengan pendekatan ekosistem berdasarkan ilmu lingkungan.

Sebuah kota dapat tumbuh dan berkembang berdasarkan perencanaan dan

pengelolaan yang kreatif dan inovatif tanpa tergantung hanya pada satu sumber ekonomi, sebagai ilustrasi kota-kota pada kawasan bekas tambang yang terhenti perkembangannya akibat kegiatan penambangan berkurang seperti pada Kabupaten Bangka (Koba) dengan tambang timah, jumlah penduduk yang mengalami penurunan antara tahun 2006 sampai dengan 2010 (Buku Putih Sanitasi Kabupaten Bangka Tengah, 2011), Tumbuh dan berkembangnya suatu kota dapat dilihat dari meningkatnya populasi penduduk, bertambahnya kerapatan bangunan, kompleksitas, baik sebagai tempat tinggal maupun keperluan bisnis dan perdagangan.

Aktivitas kota yang tinggi dibandingkan dengan pedesaan telah mendorong meningkatnya kompleksitas masalah lingkungan di kota (Miller, 2006, p. 144-146), antara lain :

1. Berkurangnya Vegetasi
2. Banjir, dan pasokan air bersih
3. masalah polusi udara, air dan pengelolaan limbah.
4. Pasokan makanan/ energi dan material dari luar kota.
5. Timbulnya penyakit menular
6. Pulau Panas Pekotaan (*Urban Heat Island*).
7. Kriminalitas.

Untuk mengurangi masalah lingkungan diperkotaan diperlukan kajian yang komprehensif dengan menggunakan ilmu lingkungan, “Ilmu lingkungan adalah sebuah studi *interdisipliner* menggunakan informasi dari ilmu fisika (*physical*) dan ilmu-ilmu sosial untuk mempelajari bagaimana bumi bekerja, bagaimana kita berinteraksi dengan bumi dan bagaimana menangani masalah lingkungan. (Miller’s, 2006, p.6)”. Sedangkan menurut Soeryani, Rofiq, Rozy, (1987, p.3) “Ilmu lingkungan adalah ilmu yang mempelajari tempat dan peranan manusia di antara makhluk hidup dan komponen kehidupan lainnya.”

Pengembangan kota baru yang memperhatikan lingkungan alami, seperti geomorfologi, geohidrologi, badan air, diharapkan akan menghasilkan kualitas lingkungan kota baru yang baik, hal ini dapat dicapai dengan pendekatan ekosistem, yang merupakan “pendekatan holistik yang melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti, Biologi, Sosial, Fisika, dan Rekayasa” (United Nations University/Institute of Advanced Studies, 2003). Dengan pendekatan ekosistem sebuah kota dapat mencapai kota berkelanjutan, yang didefinisikan oleh Houghton & Hunter (1994, p.27) “manusia satu sama lainnya dan bisnis terus menerus berupaya untuk meningkatkan lingkungan alam, binaan, dan budaya disekitarnya.”

Rencana tata ruang sebagaimana yang disampaikan Farmer et al (2006) bentuk-bentuk baru perencanaan dikemas pada dokumen global jaringan *planner* tentang '*Reinventing Perencanaan*', yang mendefinisikan prinsip-prinsip perencanaan (Todes, Karam, Klug, Malaza., 2010, P. 415), antara lain:

1. Fokus pada keberlanjutan.
2. Integrasi antar sektor berikut dengan anggarannya.
3. Perencanaan partisipatif, melibatkan berbagai pemangku kepentingan.
4. Memahami pasar dan membuat rencana kredibel, didukung oleh investasi publik.
5. Pengakuan terhadap realitas keberadaan permukiman informal dan kumuh.
6. Pengembangan pusat kegiatan yang sesuai dengan konteks, terjangkau, strategis dan efektif.
7. Perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan yang berpihak pada masyarakat miskin dan perencanaan inklusif, yang mengakui keragaman.

Sedangkan ruang sebagai obyek dari sebuah perencanaan, berdasarkan UURI No: 26/2007, Tentang Penataan Ruang, Pasal 1, ayat 1, adalah wadah yang meliputi ruang darat, ruang laut dan ruang udara, termasuk ruang di dalam bumi sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk hidup lain melakukan kegiatan dan memelihara kelangsungan hidupnya. Pada Pasal 1, ayat 2, tata ruang merupakan wujud struktur ruang dan pola ruang, sedangkan pada pasal 1, ayat 17 wilayah ruang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan/atau aspek

fungsional. Untuk mencapai keharmonisan ruang diperlukan penataan ruang yang diartikan sebagai: “Suatu sistem proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang (UURI No: 26/2007, Tentang Penataan Ruang Pasal 1, ayat 5):

”Rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota menjadi pedoman untuk, penyusunan rencana pembangunan jangka panjang dan menengah daerah, pemanfaatan ruang dan pengendalian pemanfaatan ruang di wilayah kabupaten/ kota, mewujudkan keterpaduan, keterkaitan dan keseimbangan antar sektor (Pasal 26, ayat 2), Pada Pasal 28, UU No: 26, Tahun 2007 mengamanahkan kota harus mempunyai, (a) rencana penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau; (b). rencana penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka; (c) non hijau; dan (d) rencana penyediaan dan pemanfaatan prasarana dan sarana jaringan pejalan kaki, angkutan umum, kegiatan sektor informal dan ruang evakuasi bencana, yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi wilayah kota sebagai pusat pelayanan sosial ekonomi dan pusat pertumbuhan wilayah.”

Sesuai dengan amanah Pasal 1, ayat 5 UURI No: 26/2007, tentang penataan ruang. Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, Kabupaten Bekasi, mewujudkannya dengan membuat Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW), Kabupaten Bogor Tahun 2005-2025, Kota Tangerang Selatan tahun 2011 – 2031, dan Kabupaten Bekasi 2011 – 2031.

Terkait dengan pengembangan kota baru setiap pengembang selain memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan seharusnya memiliki Rencana Induk Pengembangan (*Masterplan*) yang menggambarkan rencana sebuah kota yang menyeluruh harus memiliki struktur yang dapat mendukung aktivitas warga maupun seluruh kegiatan yang ada, yang merupakan susunan pusat-pusat permukiman dan sistem jaringan prasarana dan sarana yang berfungsi sebagai pendukung kegiatan sosial ekonomi masyarakat yang secara hierarkis memiliki hubungan fungsional (UURI No: 26/2007 Tentang Penataan Ruang, Pasal 1, ayat 3).” Dengan demikian pengembangan kota baru mencakup beberapa aspek, antara lain: jumlah rumah yang dibangun, infrastruktur yang meliputi fasilitas umum (fasum), fasilitas sosial (fasos), dan ruang terbuka hijau (RTH), pertokoan, jaringan transportasi, dan pengolahan limbah cair maupun padat.

Pengembangan kota baru harus menjaga keselarasan, keserasian, keharmonisan, dan keseimbangan serta kelestarian fungsi lingkungan. Sebuah perencanaan yang terintegrasi dan dapat melindungi kawasan yang memiliki keunikan alam, maupun budaya. Dengan demikian harus didukung oleh sebuah pola ruang seperti yang diamanahkan oleh UURI No: 26/2007 Tentang Penataan Ruang “Pola ruang adalah distribusi peruntukan ruang dalam suatu wilayah yang meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budi daya (Pasal 1, ayat 4)”, sedangkan pada Pasal 1, ayat 20, kawasan adalah wilayah yang memiliki fungsi utama lindung atau budi daya. Sebuah kota baru yang dikembangkan berdasarkan hasil konversi lanskap alami maupun buatan, idealnya selain mempunyai fungsi budi daya juga menjaga keseimbangan dengan menjaga kelestarian kawasan lindung.

Ruang terbuka hijau di kota baru merupakan sebuah ruang terbuka yang memiliki fungsi menjaga keseimbangan lingkungan perkotaan. Ruang terbuka hijau adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Pasal 1). Kemudian pada Pasal 29, Ruang Terbuka Hijau (RTH) dapat berupa ruang publik dan ruang privat (1), keluasan RTH pada wilayah kota paling sedikit 30% dari luas wilayah kota (2), proporsi ruang terbuka hijau publik pada wilayah kota paling sedikit 20% dan 10% privat dari luas wilayah kota. Keberadaan RTH diperjelas kembali pada permen PU No: 05/PRT/M/2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan RTH di kawasan perkotaan. Ketentuan 30% luas RTH merupakan besaran minimal. Diharapkan dengan keluasan minimal ini ekosistem kota dapat dijaga keseimbangannya seperti keseimbangan fungsi hidrologi dan ketersediaan udara bersih, serta tersedian tempat rekreasi yang dapat diakses oleh seluruh penduduk kota dan sekitarnya. Letak ruang terbuka hijau pada kota baru dapat terpusat atau tersebar di beberapa lokasi. Sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan lingkungan RTH memiliki fungsi, ekologis, sosial budaya, dan estetika, ekonomi (tabel 2.1).

Tabel 2.1: Kepemilikan dan Fungsi RTH

No.	Jenis	Fungsi				RTH Publik	RTH Privat
		Ekologis	Sosial/ Budaya	Estetika	Ekonomi		
1	RTH Pekarangan						
	a. Pekarangan Rumah Tinggal	V	V	V			V
	b. Halaman Perkantoran, Pertokoan dan Tempat Usaha			V			V
	c. Taman atap bangunan		V				V
2	RTH Taman dan Hutan Kota						
	a. Taman RT	V	V	V		V	V
	b. Taman RW	V	V	V		V	V
	c. Taman Kelurahan	V	V	V		V	V
	d. Taman Kecamatan	V	V	V		V	V
	e. Taman Kota	V	V	V		V	
	f. Hutan Kota	V	V	V	V	V	
	g. Sabuk Hijau (<i>Green Belt</i>)	V	V			V	
3	Jalur Hijau Jalan						
	a. Pulau Jalan dan Median Jalan	V		V		V	V
	b. Jalur Pejalan Kaki	V	V	V		V	V
	c. Ruang di Bawah Jalan Layang	V		V		V	
4.	Fungsi Tertentu						
	a. RTH Sempadan Rel Kereta Api	V		V		V	
	b. Jalur hijau jaringan listrik tegangan Tinggi	V		V		V	
	c. RTH Sempadan Sungai	V	V	V		V	
	d. RTH Sempadan Pantai					V	
	e. RTH Pengamanan Sumber Air Baku/Mata Air	V	V	V	V	V	
	f. RTH Pemakaman	V	V	V	V	V	

Sumber: Menteri Pekerjaan Umum No: 05/PRT/M/2008, Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan

Untuk mendukung RTH sebagai fungsi ekologis, pemerintah menerbitkan berbagai aturan dengan bentuk Peraturan Presiden maupun Peraturan Menteri. Perpres No: 54, Tahun 2008 mengenai penataan ruang kawasan Jakarta Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, dan Cianjur (Jabotabekpunjur) yang merupakan wilayah ke 3 lokasi kota baru sebagai obyek penelitian berada. Pada Perpres no 54 tahun 2008 tentang penataan ruang Jabodetabekpunjur diatur mengenai ketentuan kawasan resapan air, Sempadan sungai danau/situ. Peraturan Pemerintah No: 38 Tahun 2011, tentang sungai, mengatur garis sempadan sungai sebagai garis batas luar pengamanan luar, daerah manfaat sungai, daerah penguasaan sungai & bekas sungai. Daerah sempadan danau/waduk adalah

kawasan tertentu di sekeliling danau/waduk yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sungai, hal ini sejalan dengan undang-undang No: 26, Tahun 2007, tentang penataan ruang yang bertujuan: mewujudkan keharmonisan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan, mewujudkan keterpaduan penggunaan sumber daya alam dan buatan dengan memperhatikan sumber daya manusia dan terwujudnya perlindungan fungsi ruang dan pencegahan dampak negatif terhadap lingkungan akibat pemanfaatan ruang (Bab 2, Pasal 3).” Diharapkan dengan adanya UU no 26/2007, tentang penataan ruang, Perpres no 58/2008, tentang penataan ruang Jabodetabekpunjur dan PP no 38/2011, tentang sungai. Tekanan yang dihadapi Kota Jakarta yang berada dibahagian hilir jabodetabekpunjur seperti banjir dapat berkurang.

Keterkaitan peran pemerintah dengan *masterplan* yang dibuat pengembang adalah, pemerintah membuat Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) mengacu pada UU no 26/2007, tentang penataan ruang, maupun peraturan presiden atau menteri, terkait dengan penataan ruang perkotaan, antara lain: Perpres no 58/2008, tentang penataan ruang Jabodetabekpunjur, dan PP no 38/2011, tentang sungai. Ketiga kota baru sebagai lokasi penelitian masing-masing kota/kabupaten memiliki RTRW, yang telah dibuat Peraturan Daerahnya (PERDA), antara lain: Peraturan daerah Kabupaten Bogor nomor 19 tahun 2008, tentang rencana tata ruang wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005-2025. Peraturan daerah Kota Tangerang Selatan nomor 15 tahun 2011, tentang rencana tata ruang wilayah Kota Tangerang Selatan tahun 2011 – 2031. Peraturan daerah Kabupaten Bekasi nomor 12 tahun 2011 tentang rencana tata ruang wilayah kabupaten bekasi tahun 2011 – 2031.

Dengan adanya RTRW pengembang (*developer*) memiliki panduan pada perencanaan dan pengembangan kota baru, sedangkan dengan adanya *masterplan* pemerintah memiliki pedoman saat mengawasi dan mengendalikan pengembangan kota baru yang dilakukan oleh pengembang. Setelah *masterplan* disetujui pemerintah harus membuat rencana detail pengembangan kota baru. Di samping dengan adanya RTRW diharapkan pengembangan kota baru maupun

perumahan dengan skala besar pada satu kabupaten maupun kota dapat terintegrasi. Dengan demikian diharapkan terwujud kualitas ruang kota baru yang dapat menuju kota berkelanjutan “Kualitas ruang ditentukan oleh terwujudnya struktur dan pola pemanfaatan ruang yang mengindahkan faktor antara lain: daya dukung lingkungan, fungsi lingkungan, estetika lingkungan, lokasi, struktur terwujud, (Soegandhy, 1999, p. 118)”.

2.2.Kota

Kota memiliki berbagai pengertian atau definisi, disesuaikan dengan latar belakang pendidikan atau latar belakang profesi. “Kota merupakan suatu permukiman yang bangunannya rapat dan penduduknya bernaikah bukan pertanian dan kota umumnya selalu mempunyai rumah-rumah yang mengelompok atau merupakan permukiman terpusat (Jayadinata.T.J, 1999, p. 125)”, sedangkan menurut Berry (1996) “struktur kota terdiri atas tiga unsur, yaitu kerangka (infrastruktur), daging (kompleks perumahan penduduk), dan darah (manusia, dengan kegiatannya), ketiga unsur ini ada dalam tubuh makhluk hidup (Daldjoeni, 2003, p. 43).” Kota mempunyai ruh yaitu manusia sebagai makhluk hidup yang mendiaminya disebut sebagai penduduk. Antara satu kota dengan kota lain mempunyai jumlah penduduk yang berbeda. “Kota cenderung lebih mengandalkan pada populasi minimum, tergantung pada unit ukuran yang diberikan oleh masing-masing pemerintah, dapat berkisar dari minimum ambang batas 200 sampai 20.000 penduduk (Rode, P., and Burdett, 2011, p.456).” Sedangkan menurut Hald, (2009, p.7), “Ada banyak indikator perkotaan yang banyak digunakan untuk membedakan antara perkotaan dan non-perkotaan bidang-bidang seperti ukuran populasi, kepadatan penduduk, jumlah dan jangkauan layanan yang tersedia dan profil pekerjaan.

Kota merupakan pusat keunggulan, karena tempat berkumpulnya, pengusaha, pemodal, akademisi, mereka yang memiliki keunggulan. Kota memberikan kesempatan untuk masa depan manusia yang lebih baik karena banyaknya pilihan lapangan kerja maupun pendidikan, sehingga pada akhirnya kota menjadi padat,

bahkan dapat menyebabkan kota kelebihan daya dukung. Abd-Allah, (2007, p. 23), berpendapat, “Kota adalah salah satu struktur paling kompleks yang dibuat oleh manusia, sintesis sosial, ekonomi, tata ruang, terdiri dari komponen yang tak terhitung banyaknya, sehingga kota dianggap sebagai sistem yang kompleks.” Kompleksitas sebuah kota merupakan suatu hal yang banyak di jumpai pada kota-kota di dunia, kota bukan saja tempat berkumpulnya manusia dengan segala kepentingannya, tetapi kota juga merupakan pusat bisnis, jasa, perdagangan, wisata bahkan sebagai pusat pemerintahan, dengan demikian “Kota yang berhasil adalah kota yang menawarkan investor keamanan, infrastruktur (termasuk air dan energi) dan efisien. Kota juga harus menempatkan kebutuhan warganya di garis depan dari semua kegiatan perencanaan. “Kota yang sukses, adalah kota yang menghargai aset alam, lingkungan, dan warganya (City Aliances, 2007. P.1).”

Berdasarkan uraian yang dipaparkan di atas, dapat disimpulkan kota adalah sebuah tempat dengan keluasan lahan yang terbatas, dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan didukung oleh beragam aktivitas ekonomi, sosial, dan budaya. Budaya di kota sangat heterogen, karena berbagai budaya dapat hadir pada sebuah kota, setiap individu yang ada di dalam sebuah kota mempunyai kebebasan untuk mengekspresikan dirinya dengan batas kesopanan yang universal, walaupun tingkat toleransi di sebuah kota sangat dijunjung tinggi atau menghargai setiap perbedaan. Pada umumnya elemen atau unsur yang ada pada sebuah kota umumnya didominasi oleh elemen buatan atau karya manusia, yang memiliki keterkaitan satu sama lain. Secara fisik kota menyediakan ruang terbuka, gedung, dan jaringan jalan yang dapat mencapai setiap sudut kota dan sarana transportasi umum yang dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat dan kesempatan kerja, serta menjamin kesehatan warganya. Kota ideal adalah kota yang dapat memfasilitasi kebutuhan hidup manusia yang mendiaminya tanpa melihat perbedaan kelas sosial, maupun bagi mereka yang memiliki kebutuhan khusus, seperti penyandang cacat dan tuna netra. Kota ideal adalah kota yang dapat menjaga dan memfasilitasi, *keberagaman* (kelas sosial, ras), interaksi antara warga kota, adanya saling *ketergantungan* antara kelas sosial. Dengan demikian kehidupan sosial di kota akan *selaras* (harmoni), sehingga keberlanjutan kota

dapat dicapai, sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta keinginan kehidupan yang layak di kota maka muncul mengenai gagasan pengembangan kota, antara lain: Pertumbuhan pintar, kota pintar, kota hijau. Pada dasarnya semua gagasan ini adalah sebagai upaya untuk mencapai kota berkelanjutan.

2.2.1. Kota Baru

Kota-kota baru merupakan sebuah fenomena, dimana kota tersebut dibangun untuk memfasilitasi penduduk yang bekerja di pusat kota tetapi tidak mampu untuk mendapatkan tempat tinggal ideal dan tingginya harga tanah. Pengembangan kota-kota baru di wilayah Botabek, merupakan sebuah upaya untuk mendapatkan kota ideal yang layak huni bagi kehidupan warganya.

“Permukiman baru perkotaan (*New Urban Settlement*), terdiri dari dua kelompok, yaitu **kelompok pertama**, permukiman dengan kemandirian ekonomi (*Settlement with economic self-containment*), terdiri dari (1) *new town*, (2) *new community*, (3) *new city*, (4) *company town*, (5) *development town*, (6) *regional growth centre*, (7) *free standing community*, (8) *accelerate growth centre*, (9) *horizontal city*, (10) *Vertical city*, (11) *new town in city*, sedangkan **kelompok kedua** permukiman yang masih tergantung dengan kota induk (*Settlements Without Economic Self-Containment*).” Terdiri dari, (1) *satellite city*, (2) *metro town*, (3) *land subdivision*, (4) *planned unit development*, (5) *new town in town*. (Golani 1976, p 17 dan 23).”

Pengembangan kota dapat dipastikan mempunyai suatu tujuan, pengembangan kota baru di kawasan Botabek dikembangkan oleh *developer* (pengembang) yang merupakan perusahaan milik swasta, tujuan pengembangan kota baru oleh swasta didasari oleh adanya peluang pasar untuk bisnis properti. Pengembang melihat pertumbuhan ekonomi negara, dan pertumbuhan penduduk pada kota-kota besar di Indonesia khususnya Kota Jakarta yang mengakibatkan Kota Jakarta semakin padat dan kebutuhan akan rumah meningkat. Kota baru pada dasarnya adalah mengurangi kepadatan kota utama dan memberi kesempatan masyarakat berpenghasilan rendah untuk memiliki tempat tinggal, Xueu Wen Tan (2010, p. 48-49), menganggap “kota baru sebagai kota kecil atau kota yang terletak di dekat

kota-kota besar, dibangun untuk mengurangi kepadatan penduduk dan industri di pusat kota”, selanjutnya. Xueu wen Tan (2010, p. 54) mengungkapkan:

“Tujuan dari kebijakan kota baru dapat dibagi antara tujuan langsung dan tujuan akhir. Tujuan langsung untuk memperluas ukuran kota-kota baru dan menarik penduduk dari pusat kota ke kota baru. Keberhasilan dari tujuan tersebut dapat diukur dengan pertumbuhan aktivitas ekonomi dan jumlah penduduk. Tujuan akhirnya mengurangi kepadatan dan mengurangi beban perkotaan pada pusat kota, distribusi populasi jadi lebih seimbang dan mengurangi kesenjangan antar daerah”.

Uraian ini dapat diartikan bahwa kota baru, terbentuk dari (1) Ekspansi atau perluasan dengan skala besar pemukiman perkotaan yang ada, (2) Pengembangan kota baru pada suatu wilayah di sekitar pusat kota, (3) Pengembangan kota baru pada suatu kawasan perkebunan/pertanian/pedesaan yang memiliki kaitan dengan kota utama. Kota baru BSD City dikembangkan pada lokasi yang awalnya merupakan sebuah kota kecil yang bernama Serpong berada di Wilayah Kabupaten Tangerang, saat ini pertumbuhan kota baru BSD City telah melampaui Kota Serpong dan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di Wilayah Kota Tangerang Selatan.

Pengembangan kota baru mandiri belum sepenuhnya berhasil, ketergantungan warga kota baru terhadap kota utama masih besar, hal ini terjadi di wilayah Botabek. Ketergantungan pada Kota Jakarta sebagai kota utama. Hal ini dapat dilihat antrian dan kepadatan yang memanjang kendaraan yang masuk wilayah Jakarta pada pagi hari dan keluar Kota Jakarta pada sore hari. Pada umumnya, ketergantungan tersebut pada tempat kerja, pendidikan, bahkan hiburan, misalnya saja Bumi Serpong Damai (BSD *City*) kota yang memiliki basis ekonomi jasa dan perdagangan dan Kota Jababeka Cikarang dengan industri manufaktur. Tetapi kenyataannya sebagian besar penduduknya masih memilih Kota Jakarta sebagai tempat bekerja maupun studi lanjut di Perguruan Tinggi.

Ketergantungan dengan kota utama, tidak saja terjadi di Indonesia, tetapi terjadi juga di negara lain, diantaranya adalah Korea Selatan. Pengembangan kota baru di Soul, Korea Selatan menurut Lee dan Ahn, 2005, p. 648, 656-657) “masih memiliki ketergantungan pada kota utama Seoul, walau kebutuhan hidup

warganya sudah dapat dipenuhi oleh kota baru sendiri. Pengembangan kota baru di Korea Selatan mulai direncanakan pada tahun 1980 saat Pemerintah Korea mencanangkan pembangunan 2 juta rumah. Hal ini untuk menjawab semakin mahalnya harga rumah di Kota Seoul.”

Berdasarkan uraian di atas pengembangan kota baru pada beberapa negara pertimbangan utamanya adalah mengurangi jumlah penduduk di kota besar yang ada. Kota baru dibangun dengan harapan dapat menampung jumlah penduduk dengan kepadatan yang tinggi (*high density*), tetapi pada kenyataan jumlah populasi penduduknya pada kota baru belum mencapai target yang ditetapkan dalam kurun waktu tertentu. Hal yang sama terjadi pada pengembangan kota baru yang tersebar di wilayah Botabek, perkembangan dan pertumbuhan dan kepadatan penduduknya berdasarkan observasi penulis pencapaiannya belum sesuai dengan target yang direncanakan, selain itu kota-kota baru tersebut masih memiliki ketergantungan dengan Kota Jakarta sebagai kota utama. Jika mengacu pada pendapat Golani (1976, P.23), “Permukiman yang memiliki kemandirian ekonomi disebut sebagai kota baru, sedangkan yang masih memiliki ketergantungan disebut kota satelit.” Kota-kota baru yang dikembangkan di wilayah Botabek, memiliki fungsi berbeda, kota baru Sentul City di Kabupaten Bogor merupakan kota wisata dan peristirahatan, BSD City di Kota Tangerang Selatan merupakan kota perdagangan, Kota Jababeka di Wilayah Kabupaten Bekasi merupakan kota yang didominasi oleh kawasan industri, dan jasa. Pengembangan kota-kota baru tersebut mengacu pada RTRW, yang disusun oleh pemerintah daerah setempat.

2.2.2. Pembangunan Berkelanjutan dan Pengembangan Kota Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan merupakan isu utama di dunia terkait dengan pembangunan yang bertujuan untuk mensejahterakan umat manusia seluruh dunia. Pembangunan Berkelanjutan diartikan sebagai “pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini, tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Rogers, Jalal, Boyd, 2008,p.42)”. Pembangunan berkelanjutan ditunjang oleh 3 pilar, yaitu: ekonomi, lingkungan dan sosial. Pembangunan berkelanjutan ditentukan oleh 3 faktor

yaitu: (1) Konsumsi, (2) Produksi, (3) Distribusi (Rogers, Jalal, Boyd, 2008, p.65). Berdasarkan hal ini kota memerlukan lahan, pangan dan energi yang dapat memenuhi kebutuhan hidup warganya secara terus menerus. Pertumbuhan ekonomi yang terjadi di Indonesia mendorong meningkatnya daya beli dan konsumsi masyarakat, demikian juga dengan bisnis, perdagangan dan industri mengalami peningkatan produksi yang mendorong terjadinya investasi baru memperbesar kapasitas produksi yang pada akhirnya memerlukan lahan. Luas lahan yang terbatas namun pertumbuhan perumahan, perdagangan, dan bisnis terus tumbuh membutuhkan lahan, mengakibatkan optimalisasi penggunaan lahan pada suatu kawasan, dan dapat berakibat berkurangnya luas ruang terbuka hijau dan semakin meluasnya permukaan tanah kedap air. Hal ini berakibat terjadinya limpasan air permukaan dan terganggunya siklus hidrologi. Menurut Rogers, Jalal, Boyd, (2008, p.66). “membicarakan konsumsi tidak hanya bicara jumlah sumber daya yang dikonsumsi tetapi juga pola konsumsinya”. Terdapat 5 alasan terkait dengan pola konsumsi, antara lain: (1) Efisiensi ekonomi tidak dapat memenuhi hasrat mengkonsumsi sumber daya alam berikut pola konsumsi, (2) Konsumsi merupakan kunci memahami perubahan kebijakan, sebagai fokus pada sisi permintaan, (3) Pola konsumsi mengungkapkan apa yang dikonsumsi dan apakah itu memenuhi kebutuhan dasar orang, (4) Pola kemiskinan mengilustrasikan bahwa miskin tidak hanya mengurangi konsumsi tetapi juga mengurangi pencemaran, dan mereka terkena dampak langsung jika lingkungan terdegradasi, (5) Pola konsumsi menginformasikan banyak tentang masalah hubungan antara: pertumbuhan ekonomi, kepuasan dan kebutuhan dasar, aspirasi manusia. Faktor konsumsi menggambarkan masyarakat yang membutuhkan barang dan jasa secara terus menerus, demikian juga dengan faktor produksi, yang menghasilkan emisi. Keduanya dapat dihitung dengan *ecological footprint* dengan demikian pada produksi diupayakan penggunaan bahan baku dan energi seefisien mungkin. Faktor distribusi terkait dengan akses untuk mendapatkan sumber daya yang didapat oleh seluruh masyarakat dan mengurangi gap yang lebar antara orang kaya dan miskin. Pada pengembangan kota baru harusnya tidak hanya diperuntukkan bagi kelompok kaya, tetapi juga memberikan kesempatan pada kelompok menengah bawah. Pengembangan kota baru harus dapat

mempresentasikan keanekaragaman sosial, yaitu: kelas sosial, suku, agama, dan ras. Faktor produksi sebagai penentu pembangunan berkelanjutan melalui proses produksi selain berpengaruh terhadap ekonomi juga akan berpengaruh terhadap lingkungan dan sosial. Ada lima masalah dasar dengan pola produksi saat ini (Rogers, Jalal, Boyd, 2008, p. 71), antara lain: (1) Penggunaan material dan proses yang menyebabkan degradasi lingkungan dan bahaya kesehatan, (2) ketidak efisienan produksi, yang menyebabkan kerugian sistem dan degradasi lingkungan, (3) Kegagalan untuk mencerminkan eksternalitas negatif pada biaya produk, (4) Subsidi energi, air, dan pupuk, yang menguntungkan sebagian besar orang tergolong tidak miskin, (5) biaya transaksi, yang secara signifikan lebih tinggi bagi masyarakat miskin. Pengembangan kota baru yang hanya bertumpu pada pembangunan gedung (perumahan, kawasan Bisnis, perdagangan, industri) mengabaikan ruang terbuka hijau, dan konservasi air tanah akan mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Menurut Roberts, Jalal, Boyd (2008, p. 76). “Distribusi sumber daya merupakan faktor terkait pembangunan berkelanjutan, bagaimana mengurangi jarak yang lebar kelompok berpenghasilan kaya dengan kelompok miskin?”. Pada pengembangan kota baru harusnya tidak hanya diperuntukan bagi kelompok kaya, tetapi juga memberikan kesempatan pada kelompok menengah bawah karena pada kedua kelompok ini ada saling ketergantungan satu sama lain. Pengembangan kota baru harus dapat mempresentasikan keanekaragaman sosial, yaitu: kelas sosial, suku, agama, dan ras.



Gambar 2.2 Tiga Elemen Pembangunan Berkelanjutan

Sumber: Rossi, Gastaldi & Gecchele. 2012.

Pada gambar 2.2 memperlihatkan hubungan masing-masing pilar yang saling terkait, titik pusat dari hubungan ini menggambarkan keberlanjutan, sedangkan hubungan antara pilar ekonomi dengan lingkungan menggambarkan pembangunan tanpa merusak lingkungan artinya bahwa kedua pilar ini dapat saling mendukung secara terus menerus tanpa merusak satu sama lain (*viable*). Hubungan pilar lingkungan dengan sosial menggambarkan toleransi (*bearable*), dimana masyarakat yang hidup pada suatu lingkungan harus juga dapat menikmati yang dihasilkan oleh lingkungan tersebut, sebaliknya masyarakat yang berada pada lingkungan tersebut harus dapat menjaga keberlanjutan lingkungan tersebut. Sedangkan hubungan antara pilar sosial dengan ekonomi menggambarkan keadilan (*equitable*) atau keseimbangan, dengan demikian pengembangan kota baru masyarakat secara keseluruhan mendapatkan kesempatan menikmati pertumbuhan ekonomi di mana kota baru tersebut berada, hubungan antara pilar ekonomi dan sosial pada prinsipnya harus menghindari adanya gap yang lebar antara kelompok sosial, dan tetap terjaga keseimbangan lingkungan. “Sebuah kota yang berkelanjutan merupakan perwujudan kerjasama yang terus menerus antara pemangku kepentingan untuk meningkatkan kualitas lingkungan alami, binaan, dan budaya disekitarnya Houghton dan Hunter (1994, p.27).” Pendekatan pada pengembangan kota berkelanjutan, menurut White (2002), dapat dicapai dengan beberapa model:

“Model ekstrim yang mempertimbangkan sistem kota sebagai varian ekosistem, di kota aktivitas manusia merupakan bagian dari serangkaian interaksi yang rumit dengan berbagai elemen alam” dan model jalan titik tengah yang menawarkan kompromi untuk mengintegrasikan faktor-faktor ekologis dengan aspek-aspek sosial-ekonomi dan politik yang lebih luas. Model lainnya berfokus pada kapasitas institusional, tata kelola (*Governance*) dan isu-isu administrasi (Robert, Ravetz dan George 2009, p. 21),”

Menurut Houghton dan Hunter (1990, p. 24 dan 25): “Sistem sosial membuat kota layak huni, seperti rasa kebersamaan dan partisipasi masyarakat luas. Pembangunan perkotaan berkelanjutan harus bertujuan untuk menghasilkan sebuah kota yang '*user-friendly*' dan cerdas, tidak hanya pada efisiensi energi, tetapi juga fungsinya, layak sebagai tempat untuk hidup.” Kota berkelanjutan memiliki 7 kriteria, antara lain: (1) kota kompak, (2) transportasi berkelanjutan, (3) kepadatan tinggi, (4) tata guna lahan campuran, (5)

keanekaragaman, (6) *passive solar design*, (7) penghijauan (Jabareen 2006, p. 39).” Pembangunan kota yang berkelanjutan tidak hanya bertujuan untuk efisiensi energi, tetapi juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya suatu kehidupan yang adil, menjadi semakin umum mengaitkan kebijakan lingkungan perkotaan dengan kebijakan pembangunan sosial dan ekonomi, “untuk mencapainya pertumbuhan pintar sebagai salah satu pilihan karena dapat mengendalikan pola pertumbuhan, mencegah urban *sprawl*, mengurangi ketergantungan pada mobil dan melindungi daerah ekologi yang sensitif (Miller, 2006, p. 151).”

Berdasarkan uraian mengenai rencana tata ruang kota baru, keberlanjutan kota baru dapat dicapai dengan kaidah kota kompak, ketersediaan transportasi umum dengan pola yang terintegrasi, tata guna lahan campuran, penduduk yang multi etnik dan kelas sosial yang beragam, ketersediaan ruang terbuka hijau, dan tempat rekreasi yang dapat diakses seluruh warga. Dengan demikian konsep kota hijau harus menjadi suatu tujuan, karena kota hijau bukan sekedar adanya ruang terbuka, atau taman-taman, tetapi mempunyai aspek yang luas, seperti kebersamaan segenap warga kota untuk mempertahankan dan menjaga kualitas lingkungan. Pengembang (*developer*) harus memfasilitasi kota dengan pedestrian yang nyaman dan jalur sepeda yang nyaman dan aman, dan mengkaji lanskap alami pada kawasan yang dikembangkan, antara lain: Badan air (sungai, rawa, danau), geomorfologi, geohidrologi, dan vegetasi.

2.2.3. Pengembangan Kota Baru

Idealnya pada awal pemilihan lahan untuk pengembangan sebuah kota diperlukan sebuah studi awal sebelum melakukan akuisisi lahan untuk pengembangan kota dengan demikian pengembangan sebuah kota baru dimulai dari studi awal yang mengkaji kondisi fisik lahan untuk mengetahui bagian-bagian tertentu dari lahan yang tidak boleh dikembangkan, baik berupa faktor alami maupun buatan, kemudian pada pengembangannya seluruh peraturan yang berlaku harus dijalani dan kebutuhan manusia maupun makhluk hidup lain yang akan menghuni harus dipenuhi. Kebutuhan ruang terbuka hijau (RTH), badan air dan vegetasi harus

dipenuhi untuk menjaga keseimbangan lingkungan alami, lingkungan buatan dan lingkungan sosial. Transportasi umum harus dapat terkoneksi satu sama lain dan memungkinkan penduduk kota baru dapat memanfaatkannya dengan mudah. Pusat-pusat kegiatan seperti area bisnis dan perdagangan, rekreasi dapat dicapai dengan berjalan kaki atau bersepeda, sehingga penduduk memperoleh kemudahan untuk memperoleh kebutuhan hidupnya. Pengembangan sebuah kota baru diawali dengan studi yang melalui beberapa tahapan. Menurut Pisani (1989, p. 46-47) “Untuk mengakuisisi lahan untuk Real estat terdapat 6 tahapan, antara lain, (1) *Properti inventory*, (2) *Environmental analysis*, (3) *Utilities*, (4) *Regional inventory*, (5) *Goverment regulations*, (6) *Development decision*.” selanjutnya diuraikan menjadi 40 faktor yang harus dipertimbangkan”. Selanjutnya pada pengembangan kota terdapat faktor-faktor yang disarankan untuk tidak dikembangkan (Kozlowski, 1997, p. 56), antara lain :

a. Faktor alami :

- 1) lanskap seperti pemandangan yang terbuka, sungai, pantai danau, lereng berhutan, rawa dan areal yang mudah banjir.
- 2) Lereng dengan kemiringan lebih dari 25 %.
- 3) Daya dukung yang tidak memadai.

b. Faktor buatan :

- 1) Kuburan/makam
- 2) Zona perlindungan untuk sumber air bawah tanah (daerah resapan air)
- 3) Zona listrik tegangan tinggi, maupun jalur distribusi gas (pipa)

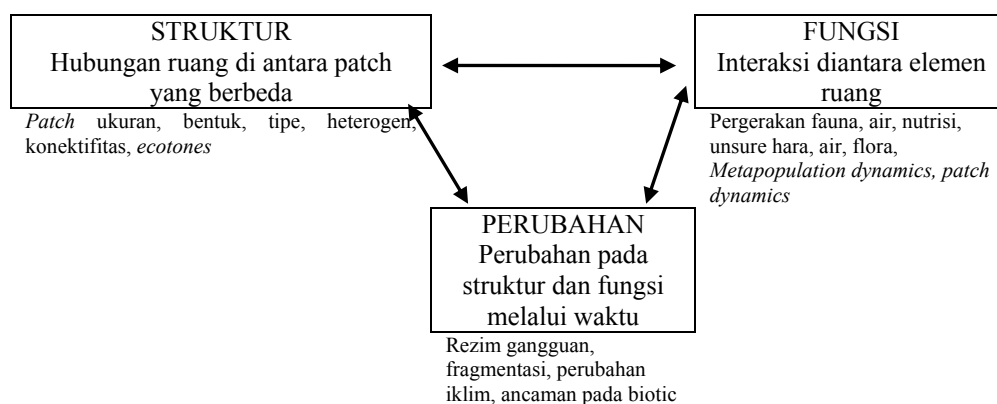
Konsep daya dukung diuraikan dengan sebuah daftar yang dapat menjadi acuan dan pertimbangan pemerintah atau pengembang antara lain: perubahan iklim dan energi, komunitas, pembuatan ruang terbuka, pengembangan sarana transportasi, ekologi, sumber daya, dan bisnis (Ratcliffe, Stubbs dan Keeping 2009, p. 304-306). Untuk mengkaji kota baru berkelanjutan dari sisi lingkungan penulis menggunakan ekologi lanskap, di mana kota baru dilihat sebagai sebuah ekosistem.

2.3. Ekologi Lanskap

Lanskap adalah sistem yang kompleks dibentuk oleh sejumlah besar komponen heterogen (dengan geologi yang berbeda, geomorfologi, penutupan vegetasi, komunitas ekologi, penggunaan lahan dan sebagainya) berinteraksi dengan cara non linear, yang secara hirarki dan terstruktur (García, Aguirre, Álvarez, and Aceves, 2012, p.583)”. Lanskap sebagai sesuatu yang khas unit terukur ditentukan oleh gugus yang diakui dan pengulangan spasial, interaksi ekosistem, geomorfologi, dan rezim gangguan. Ekologi lansekap fokus pada tiga karakteristik lanskap (Forman & Gordon, 1986):

1. Struktur, hubungan spasial antara ekosistem khas atau "elemen" hadir-lebih khusus, distribusi energi, material dan spesies.
2. Fungsi, interaksi antara elemen spasial, yaitu, aliran energi, materi, dan spesies di antara komponen ekosistem.
3. Perubahan, perubahan dalam struktur dan fungsi dari mosaik ekologi dari waktu ke waktu.

“Struktur lanskap terdiri dari tiga unsur, yaitu: (1) patch ini luas permukaan nonlinear berbeda dalam penampilan dari sekitarnya, (2) koridor, untuk transportasi, perlindungan, sumber daya, estetika menembus hampir setiap lanskap di satu sama lain (3) Matrix adalah pemandangan yang paling luas dan paling terhubung cara atau jenis elemen, dan karena itu memainkan peran dominan dalam fungsi lanskap (Forman & Gordon, 1986)”.



Gambar 2.3 Bagan Studi Ekologi Lanskap

Sumber: Hobs, 1997

”Ekologi lanskap menekankan skala spasial yang luas dan dampak ekologi dari pola spasial ekosistem mencakup (a) perkembangan dan dinamika heterogenitas spasial, (b) interaksi dan pertukaran di seluruh lanskap heterogen, (c) pengaruh spasial heterogenitas pada proses biotik dan abiotik, dan (d) manajemen heterogenitas spasial (Turner, 1989, p.172). Menurut Moss (1999, hal.138), “ekologi lanskap untuk mendapatkan pemahaman tentang lanskap dan meningkatkan kemampuan mengelola lebih efektif untuk mengatasi berbagai macam masalah lingkungan (Antrop, 2000, p.3).”

Pengembangan kota baru akan menyebabkan terjadinya perubahan lanskap, hal ini terjadi akibat adanya konversi lingkungan alami menjadi buatan, vegetasi berubah menjadi lingkungan yang kedap air, sehingga kapasitas infiltrasi menjadi berkurang dan mengakibatkan terjadinya limpasan air.

“Dari perspektif ekologi, pembangunan perkotaan mempengaruhi struktur *Patch* dengan mengubah ukuran, bentuk, interkonektivitas, dan komposisi. Perubahan tutupan lahan mempengaruhi keanekaragaman biotik, produktivitas primer, kualitas tanah, aliran permukaan, dan tingkat sedimentasi. Perkotaan juga memodifikasi iklim mikro dan kualitas udara dengan mengubah sifat permukaan dan menghasilkan pulau panas perkotaan, (Alberti 2005. p 172, 174).”

Menurut Leitao & Ahern (2002, p.71), memahami perubahan struktur lanskap adalah memahami perencanaan dan mengelola perubahan dengan memahami dasar dinamika interaksi, fungsi dan struktur (Tabel 2.2). Struktur lanskap untuk memenuhi dan mendukung aktifitas warga maupun untuk menjaga kualitas lingkungan, antara lain: (1)*Patch* berupa ruang terbuka hijau berupa taman-taman kota, hutan kota, lapangan olahraga, badan air berupa danau, atau sungai, (2) Koridor berupa jaringan infrastruktur, penghubung, saluran air dan sungai, (3) Matriks merupakan area terbangun kumpulan gedung-gedung merupakan elemen yang homogen dan dominan. Ruang terbuka hijau, koridor, area terbangun, badan air yang berada di kota baru diharapkan dapat mengurangi emisi, memelihara siklus hidrologi, menghindari terjadinya *urban heat island* dan melindungi keberadaan spesies yang ada di dalamnya termasuk manusia. Menurut Grayson dan Boschl (2000) terkait dengan siklus hidrologi, pola spasial merupakan area tangkapan air sebagai prasyarat untuk meningkatkan proses hidrologis,

sedangkan Schroder (2006, p. 969) berpendapat pola ini berkaitan dengan topografi, tanah, dan biota.

Tabel 2.2: Ilustrasi Matriks Hubungan antara Struktur Lanskap (Pola) dengan Fungsi Lanskap (Proses)

Elemen Lanskap	Struktur	Fungsi Lanskap atau Proses		
		Air	Manusia	Fauna
Matriks				
Kumpulan Gedung/Bangunan		Penghambat Infiltrasi, menimbulkan air limpasan (<i>run off</i>)	Tempat berteduh, berkreasi, bekerja, pertemuan, pengembangan budaya.	Habitat burung
Patches				
Taman Kota/Hutan Kota.		Filtrasi, regulasi siklus hidrologi.	Estetika, rekreasi, Interaksi, menyejukan, menenangkan, mengurangi Emisi	Habitat burung, persinggahan burung
Danau		Penampungan, siklus hidrologi, pengendalian banjir.	Bahan baku air bersih, estetika, rekreasi, interaksi, menyejukan.	Habitat burung, ikan, dan spesies lainnya.
Koridor				
sungai.		Mengalirkan, pengendalian banjir, bahan	Bahan baku air bersih, rekreasi, penyejuk udara	Habitat burung, ikandan spesies lainnya, koridor penting pergerakan banyak spesies
Jalan Raya, pedestrian, jalur sepeda, drainase		Penghambat infiltrasi, menimbulkan aliran permukaan (<i>run off</i>), mengalirkan air	Estetika, rekreasi, transportasi.	Penghalang utama karena pergerakan manusia & polusi

Sumber: Leitao & Ahern (2002), telah diolah penulis kembali

2.3.1. Ekosistem Perkotaan

Pembangunan perkotaan merupakan penentu utama dari struktur ekosistem dan sangat mempengaruhi fungsi ekosistem alam melalui kegiatan manusia seperti konversi lahan dan menipisnya sumber daya alam, pembuangan emisi dan limbah terutama disertai dengan percepatan urbanisasi dan ekonomi yang semakin berkembang, serangkaian masalah pada ekosistem perkotaan semakin menjadi serius, seperti pencemaran udara berat, degradasi ekologi dan kelangkaan sumber daya. Kondisi ini juga diungkapkan Odum, (1983. p.72),

“Kota terutama satu industri adalah ekosistem yang tidak lengkap atau heterotrofik tergantung pada area yang luas di luar, untuk energi, pangan, serat, air, dan bahan lainnya. Kota berbeda dari ekosistem heterotrofik alami, seperti terumbu tiram. Metropolitan bahkan daerah kering memiliki memiliki sabuk hijau substansial atau komponen autotrofik, antara lain: pohon, semak,

daerah rumput, dan dalam banyak kasus, danau dan kolam, tetapi produksi organik komponen hijau ini tidak cukup mendukung manusia dan mesin yang memadati kawasan industri perkotaan.”

Pertumbuhan perkotaan akan terus berlangsung, karena orientasi pengembangan kota bertumpu pada pertumbuhan ekonomi, “Sistem ekonomi yang berorientasi pada pertumbuhan perkotaan sering mengurangi daya dukung ekologis (Peng Kang dan Linyu Xu, 2010, p. 1694).” mempertahankan daya dukung ekologis harus menjadi suatu tujuan pada pengembangan kota, agar kota dapat berkelanjutan, dengan demikian perlu adanya upaya melindungi dan mempertahankan ekosistem perkotaan. “Ekosistem perkotaan istilah untuk semua daerah hijau alami dan biru di kota termasuk dalam hal ini definisi pohon jalan dan *pond*. Pohon jalanan terlalu kecil untuk dikategorikan sebagai ekosistem, tetapi harus dianggap sebagai elemen dari sistem yang lebih besar (Bolund dan Hunhammar, 1999, p. 294).”

Ekosistem dapat dipahami dan dipelajari dengan berbagai ukuran. selama komponen-komponen pokok berinteraksi membentuk kerja sama. Ekosistem perkotaan berbeda dari ekosistem alam, khususnya pada fitur yang mengandung berbagai fasilitas buatan.

Lingkungan dan ekosistem dapat sebagai penyedia sumber daya untuk produksi atau konsumsi perkotaan, misalnya, ruang hijau perkotaan dapat menyediakan air, peneduh atau iklim mikro, selain itu lingkungan dan ekosistem dapat sebagai penyedia aset budaya: Ruang Terbuka Hijau dapat memberikan kemudahan lokal, estetika dan sebagai warisan budaya bagi masyarakat setempat. Ekosistem Perkotaan terdiri dari tujuh unsur (Bolund dan Hunhammar, 1999, p. 294) yang diidentifikasi sebagai: (1) pohon jalan, (2) rumput & taman, (3) hutan kota, (4) lahan pertanian, (5) lahan basah, (6) danau/laut dan (7) sungai. “Fungsi ekosistem adalah kemampuan proses bumi untuk mempertahankan hidup selama jangka waktu yang panjang. Keanekaragaman hayati menjadi faktor yang esensial fungsi dan keberlanjutan ekosistem. (Alberti, 2005, p. 173).” Selain lahan pertanian karena terbatasnya lahan pada kota baru tujuh unsur dalam ekosistem perkotaan ini pada pengembangan kota baru di wilayah Botabek, dapat diterapkan, karena akan

memberikan jasa ekosistem yang bermanfaat untuk menjaga kualitas lingkungan kota baru. Empat jasa ekosistem menurut Sarukhan, J., White. A, ed (2005, p.vi dan 7), adalah:

1. 'Layanan *Provisioning*' yaitu, barang nyata yang disediakan oleh ekosistem secara langsung dapat berupa air tawar untuk konsumsi atau produksi; pangan untuk konsumsi, hutan dan tanaman perkebunan untuk energi dan serat.
2. 'Layanan *Regulasi*' yaitu, manfaat dari ekosistem mengenai regulasi proses alami. *Wetlands*, bukit dan dataran banjir untuk regulasi aliran banjir; tutupan vegetasi untuk regulasi erosi; gambut untuk penyerapan karbon.
3. 'Layanan *Pendukung*' yaitu, mendukung penyediaan jasa ekosistem lainnya. Pembentukan tanah adalah penting untuk layanan lain lahan basah, akuifer dan habitat riparian untuk siklus air, siklus hara tanah. Konsep layanan ekosistem dapat diperluas untuk mencakup 'metabolisme perkotaan' atau aliran energi dan bahan melalui sistem kota, sebagai masukan, *throughputs dan output*, dari dan ke lingkungan sekitarnya.
4. 'Layanan *Sosial Budaya*' yaitu, pengalaman berwujud yang ditawarkan atau diaktifkan oleh ekosistem. lanskap, dataran tinggi, komunitas hutan dan ruang terbuka hijau perkotaan dinilai untuk kualitas estetika dan rekreasi. Waduk, kanal dan program air perkotaan mengaktifkan hubungan identitas sosial budaya.

Pada pengembangan lahan yang mengubah lingkungan alami menjadi lingkungan binaan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan pada lanskap alami. Pada pengembangan/modifikasi lahan, ada empat alternatif pendekatan yang dapat dilakukan yaitu, *Preservation, Accentuation, Alteration, Destruction* (Simonds dan Starke, 2006, p. 72-78).” Pendekatan ideal pada tahap pengembangan lahan kota baru adalah menggunakan pendekatan *preservation, accentuation, alteration*. Pendekatan *destruction* harus dihindari, karena pada pendekatan ini pengembangan lahan menggunakan teknik *Cut & Fill* yang memotong atau meratakan lahan sehingga permukaan lahan memiliki elevasi yang sama akibatnya akan terjadi perubahan ekosistem. Perubahan tutupan lahan mempengaruhi, keanekaragaman biotik, produktivitas primer, kualitas tanah, limpasan, dan tingkat sedimentasi (Alberti, 2005, p.174). Sehingga ekosistem yang tidak lagi dapat memberikan jasanya secara maksimal. antara lain: penyediaan air tawar; tempat rekreasi; pengendalian erosi, mendukung layanan akuifer, dan terjaganya siklus hidrologi.

2.3.2.Pohon

Keberadaan pohon sebagai elemen kota, berkontribusi sangat besar terhadap kualitas lingkungan perkotaan, banyak jasa yang dapat diberikan oleh pohon, seperti yang di utarakan oleh Hirokawa (2011), Rode dan Burdett (2011):

“Pohon mengurangi efek buruk terhadap perkotaan dengan mengurangi dan menyaring *stormwater* limpasan permukaan (*run off*). *Stormwater* dapat ditahan oleh daun, cabang dan batang, atau dapat kembali ke atmosfer melalui penguapan. Layanan ini sangat penting di koridor riparian, di mana pohon-pohon memiliki berbagai fungsi mulai dari pengendalian erosi, pengaturan aliran airdan kualitas udara untuk peneduh, tempat tinggal dan tempat mencari makan dan area berkembang biak untuk satwa liar.”

Menurut Zabel (2007), Soeriaatmadja (1989), Hirokawa (2011), “pohon dapat mengendalikan pencemaran udara akibat gas buang (emisi), sehingga dapat mengurangi serta menghilangkan polutan.” Selain itu pohon mengurangi suhu udara mikro dan menurut Pherson and Rowntree (1993, p. 321) “vegetasi di sekitar tiap bangunan memberikan penghematan pemanasan 5 hingga 15 persen dan penghematan pendinginan 10 sampai 50 persen.”

Dari uraian ini dapat disimpulkan penanaman pohon tidak selalu memberi efek yang baik seperti yang kita harapkan, bila pemilihan jenis tanaman dan pola penanaman tidak sesuai dengan lokasi dimana pohon akan ditanam. Selain bermanfaat secara fisik, pohon secara signifikan juga menawarkan jasa sosial, budaya, spiritual dan ekonomis di daerah perkotaan (Hirokawa 2011, p. 241). Pohon di pinggir jalan terbukti berpengaruh penting dan positif terhadap persepsi konsumen pada distrik bisnis.

“Peningkatan nilai properti berhubungan dengan penanaman pohon di pinggir jalan, mendorong pembentukan distrik bisnis lebih aman dan lebih *walkable*. Pohon dapat meningkatkan nilai properti perumahan dibandingkan dengan properti tanpa pohon. Kesiediaan konsumen membayar parkir lebih mahal di lokasi yang memiliki hutan kota karena menghabiskan waktu lebih banyak. Penempatan pohon di antara jalur pejalan kaki dengan jalan raya, berguna sebagai pembatas, sehingga memberi rasa aman pejalan kaki (Zabel, 2007,p.2, 3, 4). ”

Vegetasi memiliki pengaruh terhadap pengurangan polutan, tetapi pada lokasi tertentu penggunaan tanaman dan penempatan tanaman harus ada kesesuaian dengan lokasi di mana pohon akan ditanam, hal ini terkait dengan sirkulasi udara. Hutan kota dapat memberi kontribusi ekonomi pada daerah bisnis, karena pengunjung akan lebih lama menghabiskan waktunya dibandingkan pada lokasi bisnis yang tidak mempunyai hutan kota, karena hutan kota pada area bisnis ini mampu menurunkan suhu udara pada area tersebut, sehingga menjadi sejuk.

Penanaman pohon pada kota baru terkonsentrasi pada jalan utama, median tengah jalan utama dan klaster (taman lingkungan, jalan). Pada jalan utama sepanjang 6.2 km di Sentul City terdapat taman dengan keanekaragaman hayati telah mendapat penghargaan dari MURI pada tahun 2008 (Arifin & Nakagoshi, 2011, p. 40). Suasana yang teduh dan nyaman di beberapa lokasi Sentul City banyak menarik pelancong datang untuk menikmatinya. Pada beberapa kota baru di wilayah Botabek penanaman pohon belum direncanakan dengan baik sebagai contoh pada area parkir di kawasan perdagangan maupun kawasan bisnis. Lahan parkir didominasi oleh permukaan yang diperkeras dan menjadi kedap air dengan menyisakan lahan dengan luas yang terbatas untuk penanaman tanaman. Kondisi ini di jumpai pula pada pedestrian bagi pejalan kaki. Tidak disediakan pada jalan lokal primer, kalau pun ada lebarnya terbatas dan kurang aman bagi pejalan kaki, karena antara pedestrian dengan jalan raya tidak ada pohon sebagai pembatas.

2.3.3. Badan Air.

Air yang jatuh ke bumi dalam bentuk hujan, mengalami berbagai peristiwa, kemudian akan menguap ke udara menjadi awan, selanjutnya dalam bentuk hujan dan embun jatuh kembali ke bumi. Air tersebut akan tertahan sementara pada badan air (sungai, danau/waduk), dan dalam tanah. Siklus tersebut tidak pernah berhenti dan merupakan siklus tertutup (Arsyad, 2010, p.57). Air hujan setelah jatuh ke permukaan tanah disebut suplai air permukaan tanah, akan mengalir pada permukaan tanah (*runoff*), dan sebagian air hujan yang masuk kedalam tanah disebut infiltrasi. Air yang masuk kedalam tanah (infiltrasi) ada yang menguap

kepermukaan tanah dan sebagian diserap tumbuhan, dan sebagian masuk lebih dalam ke dalam tanah menjadi air bawah tanah (abt), kemudian masuk ke dalam sungai, dan danau melalui aliran bawah tanah. Air di dalam danau, sungai, dan laut akan menguap dan kembali ke udara (Arsyad, p.58). “Mengikuti klasifikasi NEA Inggris subhabitat air meliputi badan air alami dan buatan seperti sungai, air tanah danau, rawa, kolam, selokan, kanal dan waduk. Badan air ini memiliki jasa ekosistem (Losco et al., 2012, p. 6).” Kebutuhan ruang terbuka, terutama ruang terbuka hijau di perkotaan secara ekologis menjadi sangat penting. “Ruang terbuka adalah salah satu penyedia sistem air bawah tanah yang terintegrasi dan sumber daya air. Ruang terbuka berupa lingkungan koridor dan taman besar pada konstelasi perkotaan yang berperan aktif meningkatkan kualitas udara dan air (Rao, 1997, p.12).” Selain ruang terbuka hijau sebagai penyimpan air tanah, *ponds* dan *pools* memiliki fungsi yang sama sebagai penyimpan air hujan untuk kebutuhan kota dan sebagai tempat rekreasi. “*Ponds* dan *pools* umumnya didefinisikan sebagai badan air kecil dan dangkal, tergantung pada curah hujan (Meester et al. 2005). Definisi ini mencakup baik badan-badan air buatan manusia dan alami, (Rodriguez, 2007, p. 819).” Disimpulkan bahwa proses infiltrasi terjadi pada permukaan tanah yang tidak kedap terhadap air hujan, karena tanah memiliki kemampuan menyerap air hujan (permeabilitas). Kapasitas infiltrasi akan semakin baik bila permukaan tanah tersebut ditutupi oleh vegetasi. Tutupan vegetasi yang luas dengan bentuk ruang terbuka hijau (RTH) akan semakin memperbesar kapasitas infiltrasi sehingga dapat mengurangi aliran air permukaan dan mempertahankan cadangan air bawah tanah. Selain RTH, danau (*ponds* atau *pools*) alami atau buatan di dalam kota baru dapat fungsi sebagai tempat limpasan aliran permukaan di kota baru, sehingga dapat mengurangi ancaman banjir pada kota baru maupun banjir pada wilayah yang memiliki elevasi lebih rendah.

2.4 Integrasi Lingkungan, Ekonomi dan Sosial pada pengembangan Kota Baru

Untuk mengembangkan kota berkelanjutan diperlukan adanya acuan, berupa indikator yang dapat mengukur kota berkelanjutan. Indikator ini mencakup kerangka 3 pilar pembangunan berkelanjutan, yang masing-masing diurai dengan

beberapa variabel. Pembangunan berkelanjutan merupakan panduan pengembangan kota yang berkelanjutan, di mana 3 pilar pada pengembangan berkelanjutan (Lingkungan, Sosial, Ekonomi) diimplementasikan pada pengembangan kota.

Tabel 2.3 Parameter Kota Berkelanjutan

1. Ekonomi	2. Lingkungan	3. Sosial
A Tingkat pengangguran/ Pekerjaan	A Ruang Terbuka Hijau	A Kelengkapan lingkungan / kota <i>compact</i>
a. Bekerja/pengangguran Setengah pengangguran	a. Persentase daerah yang dilindungi /waduk/ saluran air /taman dalam kaitannya dengan total luas lahan.	a. Akses ke layanan lingkungan lokal dalam jarak pendek
b. Persentase pekerjaan hijau dalam ekonomi lokal	b. Persentase pohon di kota dalam kaitannya dengan ukuran populasi.	b. Tingkat kejahatan
c. Rata-rata tahun pendidikan tenaga kerja profesional	c. Mengurangi gas rumah kaca / Efisiensi Energi Jumlah total emisi gas rumah kaca per kota dan per kapita.	c. Ukuran distribusi pendapatan dan ketimpangan
	d. Persentase total energi yang dikonsumsi di kota yang berasal dari sumber terbarukan	
B Pertumbuhan Ekonomi	B Mobilitas	B Perumahan
a. Tingkat pertumbuhan PDB tahunan	a. Pemisahan moda transportasi. (Persentase setiap moda transportasi, yaitu pribadi, publik, sepeda, pejalan kaki)	a. Persentase sosial / perumahan yang terjangkau / prioritas
b. Tingkat pertumbuhan GNP tahunan	b. Waktu perjalanan rata-rata dan biaya.	b. Perincian sektor perumahan tipe properti (pemilik/sewa, penghuni tunggal / pasangan / keluarga / <i>multifamily</i> dll)
c. Tingkat pertumbuhan ekspor bersih (kenaikan% dari total ekspor negara dikurangi nilai total impor per tahun)		
d. Investasi Asing Langsung (Modal / Laba yang diperoleh dari terdaftar Investasi asing langsung/ <i>FDI</i> per tahun)	C Ketersediaan Air bersih berkualitas	C Kualitas Ruang Publik
	a. Jumlah total ketersediaan air	a. Persentase jalan raya dengan kondisi yang baik
	b. Indeks kualitas / nilai	b. Persentase ruang (taman umum) cakupan hijau dalam kaitannya dengan daerah kota dan / atau tingkat populasi
	c. Proporsi penduduk dengan akses ke air minum yang memadai dan aman	
	D Kualitas Air	D Pendidikan
	a. Tingkat <i>Particulate Matter</i> (PM ¹⁰ mg / m ³)	a. Jumlah sekolah dengan program pendidikan lingkungan
	b. Tingkat <i>Particulate Matter</i> PM ^{2.5} mg / m ³)	b. Tingkat melek huruf orang dewasa
	E Limbah / Reuse / Recycle	
	a. Tingkat daur ulang (Persentase dialihkan dari aliran limbah)	
	b. Volume limbah padat yang dihasilkan	

Sumber: CIDA, 2012

Pemerintah Kanada melalui Canadian International Development Agency (CIDA), mengembangkan Parameter kota berkelanjutan (2012), faktor ketersediaan air bersih menjadi salah satu unsur parameter (tabel 2.3).

Berdasarkan tabel 2.3 di atas dapat kita simpulkan bahwa pembangunan berkelanjutan merupakan payung atau acuan pada pengembangan kota berkelanjutan. Pengembangan kota-kota baru idealnya dapat mengadopsi parameter yang dibuat oleh CIDA.

2.4.1 Lingkungan

Tuntutan akan kota yang nyaman dan aman menjadi keinginan seluruh warga kota, karena kota yang nyaman dan aman menjadikan kota layak huni, untuk mewujudkan dibutuhkan kerja sama seluruh pemangku kepentingan kota dan merupakan sebuah pendekatan multi-sektoral. “Konteks ledakan penghijauan perkotaan kota-kota dunia menyiratkan proses rekonstruksi antara lain: anti-polusi, konservasi daerah hijau lingkungan sekitar kota, sistem transportasi yang lebih baik, teknologi daur ulang limbah, layanan publik untuk merasionalisasi penggunaan energi dengan ekosistem perkotaan (Houghton dan Hunter, 1994, p. 25).”

Pada pengembangan kota baru infrastruktur menjadi sesuatu elemen penting, jalan yang lebar dan teduh dapat memberikan daya tarik bagi calon penghuni kota baru. Kota baru yang dikembangkan di Wilayah Botabek menawarkan kota dengan infrastruktur yang menarik seperti danau (alami atau buatan), hutan kota, taman-taman kota maupun taman di tiap klaster perumahan, kawasan bisnis dan perdagangan, sekolah, rumah sakit dan tempat peribadatan. “Infrastruktur biasanya dipandang sebagai aset fisik yang didefinisikan sebagai fasilitas mendasar dan sistem pelayanan negara, kota, atau daerah, seperti transportasi, sistem komunikasi, pembangkit listrik, sekolah, Sistem infrastruktur seperti penyediaan air dan sanitasi, limbah padat, air limbah, dan transportasi (UN-ESCAP, 2006).”

Infrastruktur hijau pada pengembangan dan pengelolaan terkait dengan infrastruktur perkotaan dapat menjadi sebuah model yang dapat diterapkan pada pengembangan kota baru. Infrastruktur hijau merupakan sebuah upaya melakukan konservasi air bawah tanah (abt) di perkotaan. Infrastruktur hijau juga dapat mengurangi *urban heat island* (UHI).

“Infrastruktur hijau mengacu pada fitur yang dibangun menggunakan kehidupan sistem alam untuk menyediakan jasa lingkungan, seperti area tangkapan, pembersihan dan infiltrasi air hujan, menciptakan habitat satwa liar, peneduh dan pendinginan jalan dan bangunan dan menyejukan lalu lintas. Panas yang ditahan dan dipancarkan, menyebabkan “efek pulau panas perkotaan, daerah yang dikembangkan lebih hangat dibandingkan dengan daerah pedesaan di sekitarnya pada gilirannya menyebabkan peningkatan konsumsi energi dan polusi udara menjadi fenomena (McAdam, 2010, p.5, 6).”

Pengembangan kota-kota baru seharusnya dapat mendorong warga kota untuk menggunakan sepeda atau berjalan kaki, untuk mencapai transportasi umum hal ini dapat diwujudkan dengan membuat infrastruktur yang nyaman dan aman bagi pejalan kaki maupun pesepeda,

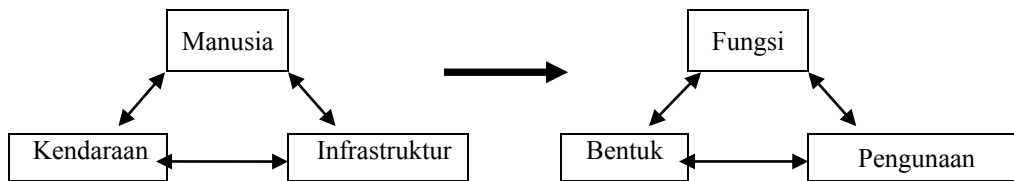
Hal yang sama dikemukakan pula oleh Girardet dan Miguel, 2009 (p.171), pertumbuhan pintar dapat diwujudkan, antara lain:

1. Pengembangan baru yang terhubung transportasi umum;
2. Ketersediaan parkir (*Park and Ride*) di stasiun angkutan umum,
3. Parkir sepeda di stasiun angkutan umum,
4. Bebas kendaraan untuk pejalan kaki di pusat kota,
5. Meningkatkan kepadatan dan pengembangan penggunaan campuran.

Pertumbuhan pintar memungkinkan semua penduduk dapat menikmati pemandangan yang disukai. Menurut Duany, Spack, Lydon (2010), masyarakat menuntut lebih banyak lokasi taman dan menyebabkan kegiatan rekreasi terjangkau banyak orang selain itu juga, melindungi sumber daya alam yang dapat memberikan udara sehat dan air bersih. Kebutuhan sebuah kota meliputi energi, makanan, air bersih, bahan baku, barang manufaktur, uang, dan informasi.

Kota baru dapat mendorong warga kota untuk menggunakan sepeda atau berjalan kaki, dengan membuat infrastruktur yang nyaman dan aman bagi pejalan

kaki maupun pesepeda. “Keselamatan jalan yang berkelanjutan didasarkan pada pendekatan sistematis di mana semua unsur keselamatan jalan dan sistem transportasi terintegrasi. Lalu lintas harus dianggap sebagai sebuah sistem dengan infrastruktur, regulasi, kendaraan dan pengguna jalan sebagai elemen utama. Pada tingkat tertinggi interaksi antara manusia, kendaraan, infrastruktur dan undang-undang. Pada tingkat berikutnya adalah hubungan antara fungsi, bentuk dan penggunaan (DHV *Environment and Transportation*, 2005.p.14). ”



Gambar 2.4 Pendekatan Sistematis untuk Keselamatan Berkelanjutan

Sumber: DHV *Environment and Transportation*, (2005)

Keterangan:

1. Fungsi: berkaitan dengan penggunaan infrastruktur sebagaimana dimaksud oleh otoritas jalan
2. Bentuk: berkaitan dengan desain dan tata letak sifat fisik infrastruktur;
3. Penggunaan: berhubungan penggunaan aktual infrastruktur dan perilaku pengguna dan undang-undang yang berkaitan dengan persyaratan peraturan untuk penggunaan infrastruktur.

Menurut *UNESCAP* (2006, p. 5-6): “Langkah-langkah dan kegiatan untuk meningkatkan eko-efisiensi dalam infrastruktur transportasi dapat dipandu oleh prinsip-prinsip berikut: (1)meningkatkan penggunaan angkutan umum, (2) mendorong berjalan kaki, bersepeda (3)membatasi penggunaan mobil pribadi dan (4)mengembangkan rencana penggunaan lahan yang meminimalkan kebutuhan untuk perjalanan.”

Jarak tempuh untuk mendapatkan kebutuhan hidup sehari-hari maupun untuk mencapai kegiatan lainnya di dalam kota baru dapat dilakukan dengan berjalan kaki, dengan demikian dibutuhkan jalan yang nyaman dan jarak yang ditempuh dengan waktu singkat dan tidak melelahkan. Mencapai transportasi umum ideal

dari tempat tinggal, adalah 100 m-600 m, dengan jarak terjauh 2 km (Daniels dan Corinne, 2011).

2.4.1.1 Drainase

Fungsi drainase di kota baru selain untuk mengalirkan air hujan dapat juga meresapkan air yang dialirkannya ke dalam tanah, demikian juga pada jalan raya, jalur pesepeda, dan pejalan kaki air yang jatuh pada permukaannya dapat dialirkan kedalam tanah. Pengembangan kota baru yang memperhatikan potensi lanskap alami, seperti danau, sungai, topografi, maupun tanaman lokal diharapkan akan menghasilkan kualitas lingkungan kota baru yang baik, hal ini dapat dicapai dengan pendekatan ekosistem, yang merupakan “pendekatan holistik yang melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti: Biologi, Sosial, Fisika dan Rekayasa” (United Nations University/Institute of Advanced Studies, 2003).

Kota-kota di Indonesia sampai saat ini menggunakan teknik konvensional pada perencanaan drainase kota, air hujan yang disalurkan oleh drainase dialirkan secepatnya sehingga tidak memungkinkan terjadinya infiltrasi air hujan. Pola drainase konvensional menunjukkan bahwa tidak memungkinkan terjadinya imbuhan (*recharge*) air bawah tanah, karena tidak memungkinkan proses infiltrasi. “Pergeseran paradigma dalam pengelolaan *stormwater* adalah dengan menggunakan mekanisme infiltrasi alami untuk pengelolaan limpasan (Bo Yang, Ming-Han LI, 2010, p. 1639, 1640).” Penggunaan drainase alami dengan rerumputan pada permukaan bidang basah memungkinkan terjadinya air hujan masuk kedalam tanah (Infiltrasi). “Infiltrasi adalah aliran masuk kedalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air kearah vertikal). Laju maksimal gerakan air masuk ke dalam tanah dinamakan kapasitas infiltrasi. (Kustamar, 2008, p. 62, Asdak pV-212, V-215)” Efektifitas drainase non konvensional dengan “sistem drainase terbuka secara efektif mengurangi banjir, sementara drainase konvensional tidak., (Bo Yang dan Ming Han Li, 2010, p. 1649).” Pola drainase alami telah diterapkan pada saluran drianase di kota baru yang diteliti.

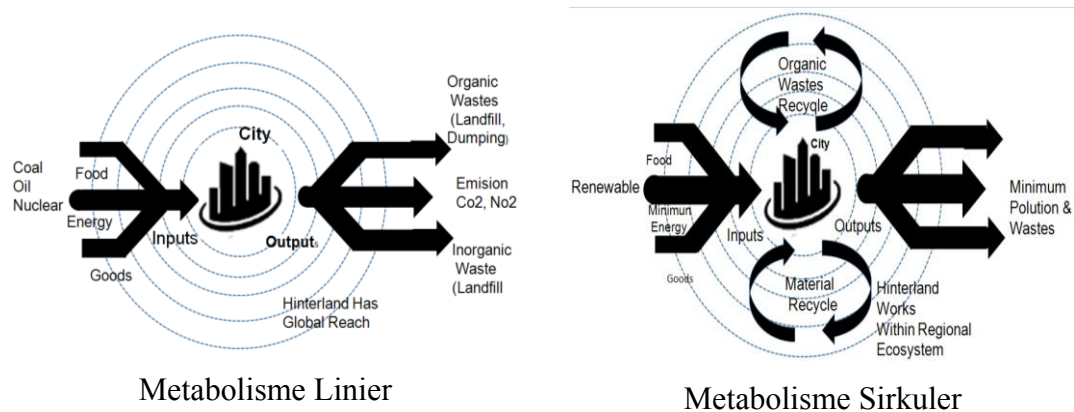
2.4.1.2 Pengolahan Air Bersih

Dengan kapasitas tampung yang besar air hujan yang tersimpan di dalam danau dapat sebagai bahan baku air bersih bagi kota baru. Di samping itu danau memiliki fungsi yang sama dengan RTH selain sebagai cadangan air, juga dapat menurunkan suhu udara mikro dan tempat rekreasi, habitat satwa liar, juga bermanfaat mendorong proses hidrologi. Bila pada kota baru, ruang terbuka hijau maupun kolam tidak ada, dapat dipastikan kualitas hidup pada kota akan menurun secara perlahan tetapi pasti, pada uraian sebelumnya terbaca bagaimana kota yang jumlah penduduknya terus meningkat dan kebutuhan airnya meningkat secara linier, sumber air bersih didapat dengan cara mengeksploitasi air bawah tanah dari dalam kota itu sendiri, bila kota tersebut tidak mempunyai daerah resapan air, besar kemungkinan akan terjadi penurunan muka tanah (*Land Subsidence*). Selain ruang terbuka hijau dan badan air (sungai, danau), infrastruktur pada kota baru seperti drainase, jalan raya, jalur pejalan kaki maupun pesepeda dapat berkontribusi terhadap konservasi air bawah tanah diperkotaan.

2.4.1.3 Pengolahan Limbah

Keluaran (*output*) Kota baru berupa, limbah padat, udara panas, polusi udara, polusi air, gas rumah kaca, barang manufaktur, kebisingan, kesejahteraan, dan gagasan (miller, 2006, p.146). Terkait dengan proses pengolahan limbah kota terdapat 2 pendekatan. Proses pengolahan dan penanganan masukan dan keluaran kebutuhan kota disebut sebagai metabolisme kota (gambar 2.5). Pengolahan limbah cair untuk kawasan permukiman di kota baru idealnya dibuat tersentralisasi (terpadu) artinya pengolahan limbah dikelola secara komunal, sehingga setiap rumah tangga tidak perlu memiliki pengolahan limbah cair sendiri. Keracunan air tanah dapat dicegah dan air limbah hasil pengolahan dapat kembali dimanfaatkan. Demikian juga dengan pengolahan limbah padat sebaiknya diolah dengan pola *reuse, recycle, reduce*. Pendekatan pertama metabolisme linier, Bila limbah perkotaan langsung dikeluarkan dari kota tanpa proses pengolahan, akan menghasilkan emisi yang tinggi, kedua adalah metabolisme sirkular, proses pengolahan dilakukan di

dalam kota, limbah yang keluar dari kota akan menjadi lebih rendah (Girardet dan Miguel, 2009, p. 175). Pada sistem metabolisme linier akan membebani daerah disekitar kota yang tidak mengkonsumsi produk tersebut, sedangkan sistem metabolisme sirkular sebagaimana dengan metabolisme pada sistem alami. Sistem metabolisme melingkar menjamin kelangsungan hidup jangka panjang kota serta lingkungan pedesaan di mana kota bergantung.



Gambar: 2.5: Sistem Metabolisme Konsumsi Kota
Sumber: Girardet dan Miguel, 2009.

2.4.2 Ekonomi

Pengembangan kota baru seharusnya dapat mengembangkan ekonomi di kawasan pada lokasi berada, pengembangan ekonomi kawasan dapat diukur dengan menggunakan produk domestik regional bruto.

“Pengertian domestik/regional daerah kabupaten/kota. Transaksi Ekonomi yang dihitung adalah transaksi yang terjadi di wilayah domestik suatu daerah tanpa memperhatikan apakah transaksi dilakukan oleh masyarakat (residen) dari daerah tersebut atau masyarakat lain (non-residen). Semua barang dan jasa sebagai hasil dari kegiatan-kegiatan ekonomi yang beroperasi di wilayah domestik, tanpa memperhatikan apakah faktor produksinya berasal dari atau dimiliki oleh penduduk daerah tersebut. Pendapatan yang timbul oleh karena adanya kegiatan produksi tersebut merupakan pendapatan domestik (Badan Pusat Statistik, 2012).”

2.4.3 Sosial

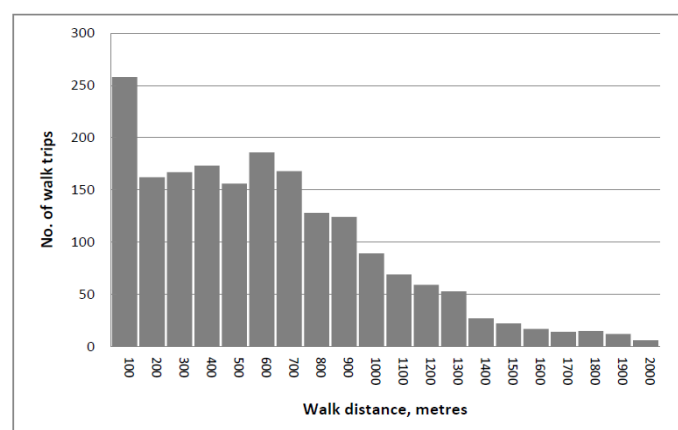
Berdasarkan CIDA, elemen sosial kota berkelanjutan adalah, kedekatan tempat tinggal dengan fasilitas sosial dan pendukung dengan jarak tempuh < 2 km. Seluruh aktifitas yang ada di dalam kota baru idealnya dapat dicapai dengan dengan berjalan kaki maupun bersepeda, dengan demikian koridor (pedestrian) harus dirancang saling terhubung, nyaman dan aman sehingga menarik warga kota untuk memanfaatkannya.

Tabel 2.4 Waktu dan Jarak Tempuh (km/mil)

Mil	Kilometer	Menit		
		Cepat	Moderat	Santai
1	1.6	11	15	20
2	3.2	22	30	40
3	4.8	33	45	60
4	6.4	44	60	80
5	8.1	55	75	100
6	9.7	66	90	120
7	11.3	77	105	140
8	12.9	88	120	160
9	14.5	99	135	180
10	16.1	110	150	200

Sumber: About.Com Walking, 2013. <http://walking.about.com/cs/fitnesswalking>

Pada gambar 2.6 memperlihatkan jarak tempuh terpanjang yang ditempuh oleh pejalan kaki di dalam kota dari rumah untuk mendapatkan transportasi umum.



Gambar: 2.6. Frekuensi Jarak Tempuh Pejalan Kaki dari Rumah ke Transportasi Umum dengan Perjalanan Kurang dari 2 km.

Sumber : Daniels, dan Corinne, 2011

Sedangkan kesejahteraan masyarakat dapat diukur dengan menggunakan indeks pembangunan manusia (IMP). “IPM menjelaskan bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan untuk memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya (BPS)”.

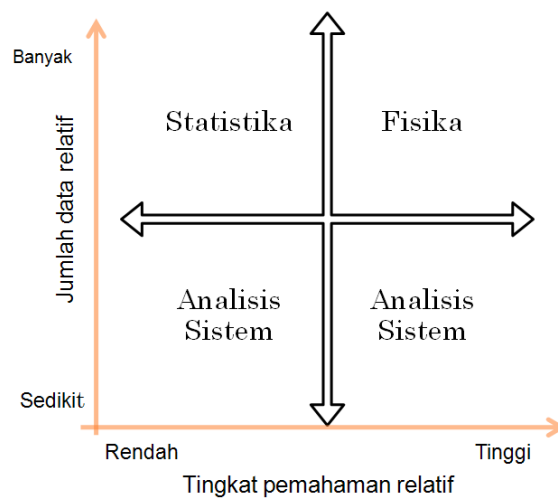
2.5 Limpasan Aliran Permukaan

Untuk menghitung volume limpasan air permukaan dapat menggunakan metode *Soil Conservation Services* (SCS), di mana limpasan air permukaan dipengaruhi oleh curah hujan, dan tutupan lahan, dan kelompok geohidrologi (Asdak, 2010). Pada metode SCS, jenis tutupan lahan, dan kelompok geohidrologi berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi, penghitungan besaran infiltrasi menggunakan *Coefisien number*.

2.6 Permodelan

Untuk memudahkan pemahaman mengenai fenomena yang diteliti, digunakan sebuah model. “Model adalah bentuk yang dibuat untuk menirukan suatu gejala atau struktur dan gambaran (abstraksi) suatu sistem (Soesilo, Karunisa 2014)”. sedangkan menurut Axella dan Suryani (2012), model merupakan representasi dari sistem nyata, sedangkan sistem merupakan himpunan atau gugusan yang saling terkait (Purnomo, 2012), suatu model dikatakan baik bila perilaku model tersebut dapat menyerupai sistem sebenarnya, dengan syarat tidak melanggar prinsip-prinsip berfikir sistem, atau berfikir secara holistik memandang obyek studi dengan komponen-komponen lainnya. Untuk membuat permodelan dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan antara lain, dengan statistik, yang dapat menggunakan *Structural equation modelling (SEM)*, yang merupakan serangkaian metode statistik yang memungkinkan hubungan yang kompleks antara satu atau lebih variabel independen (Variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain di model disebut variabel eksogen) dan satu atau lebih variabel dependen (Variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain dalam model disebut variabel endogen). Selain variabel eksogen dan endogen, ada pula sebuah variabel yang tidak langsung diukur adalah variabel laten. Metode lainnya untuk membuat

permodelan adalah *Visual modelling* dan *system dynamics*. *Visual modelling* merupakan bentuk komunikasi dengan menggunakan media alat peraga di antaranya adalah maket (replika), dan gambar, sedangkan *system dynamic* menurut Purnomo, (2012). merupakan metode pemecahan masalah dengan dasar atas kemampuan memahami fenomena dari pada jumlah data yang seperti disyaratkan pada metode statistik (gambar 2.6)



Gambar 2.7 Perbandingan metode pemecahan masalah

Sumber: Purnomo, 2012

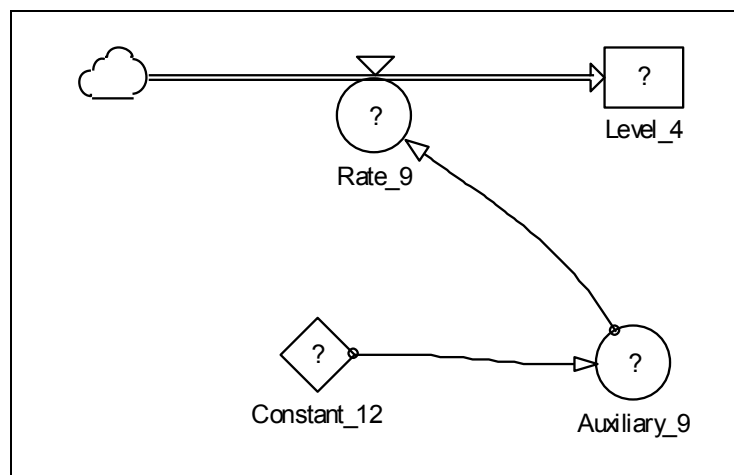
untuk memberikan gambaran mengenai fenomena lingkungan kota baru penulis menggunakan model *System Dynamics*.

2.6.1 Analisis *System Dynamics*

Pemodelan *system dynamics* merupakan seperangkat metode konseptual dan numerik yang digunakan untuk memahami sistem struktur dan perilaku yang kompleks. Menurut Armah, Yawson, Pappoe, (2010), *system dynamics* adalah disiplin ilmu yang digunakan untuk menganalisis dan merupakan studi multi-variabel, non-linear, sistem yang kompleks, mempelajari perkembangan perkotaan dengan perencanaan proses yang rumit, multi-variabel.” Pada prakteknya

permodelan *System Dynamics* merupakan proses memodelkan dunia nyata. Model pada *System Dynamics* termasuk model kuantitatif (Soesilo, Karunisa 2014)”).

Permodelan *system dynamics* dapat memperlihatkan unsur dan potensi lanskap alami yang berpengaruh pada pengembangan kota baru dan memperlihatkan peran jasa ekosistem, pada keberlanjutan kota baru. “Simulasi sistem merupakan model sebuah sistem, dapat dikonfigurasi ulang dengan bereksperimen. Mahal bila dilakukan pada sistem yang sebenarnya. Model dapat mempelajari mengenai sifat perilaku sistem atau subsistem. Simulasi merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja sistem, selama jangka waktu tertentu (Maria, 1997,), ” membangun suatu model sangat dipengaruhi oleh subjektivitas seseorang atau organisasi, maka perlu adanya penyempurnaan yang dilakukan secara terus-menerus dengan menggali informasi dan potensi yang relevan (Axella, Suryani, 2012).



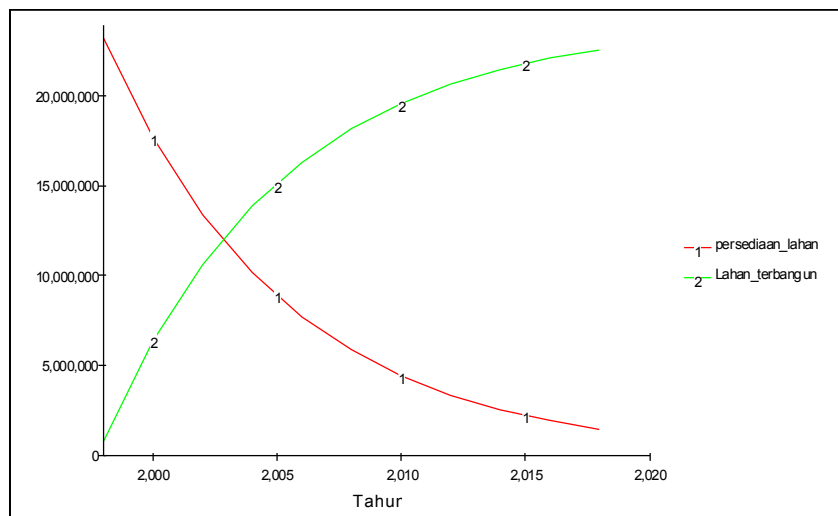
Gambar 2.8 Proses *Sistem Dynamics*

Sumber: Hasil olahan penulis

Untuk menganalisis suatu fenomena dengan menggunakan *System Dynamics*, digunakan suatu metodologi. Menurut Jay Forrester (1961) metodologi memiliki empat prinsip utama: (1) teori kontrol umpan balik, (2) memahami proses pengambilan keputusan, (3) penggunaan model matematika untuk

mensimulasikan kompleks proses, dan (4) penggunaan teknologi berbasis komputer untuk mengembangkan simulasi model (ElSawah, et al, 2012).

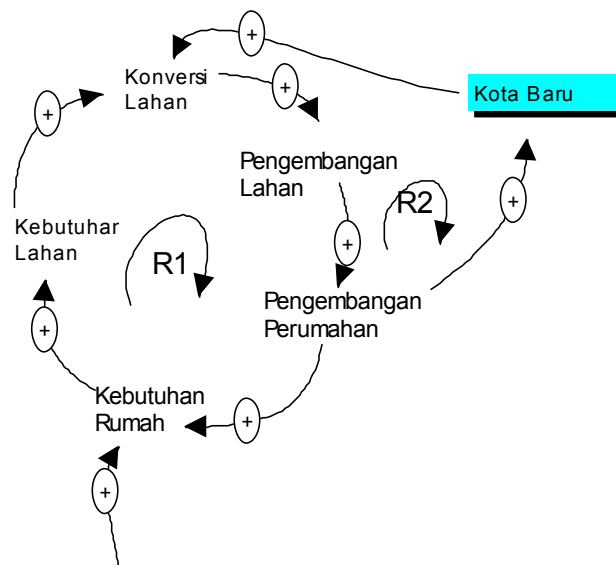
Pada *System Dynamic* dikenal adanya *struktur dan perilaku*. Struktur merupakan suatu unsur pembentuk fenomena, sedangkan perilaku merupakan pola yang mempengaruhi keterkaitan antar unsur tersebut adalah: *Stock* (Level) dan *Flow* (Rate), dalam merepresentasikan aktivitas dalam suatu lingkaran umpan-balik. Level menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Level merupakan akumulasi di dalam system, sedangkan *rate* merupakan suatu struktur kebijaksanaan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan dibuat berdasarkan informasi yang tersedia di dalam sistem. *Rate* inilah satu-satunya variabel dalam model yang dapat mempengaruhi level. *Auxiliary* adalah beberapa hal yang dapat melengkapi variabel *stock* dan aliran (gambar 2.8).



Gambar 2.9 Simulasi *Sistem Dynamics* Persediaan dan lahan terbangun

Sumber: Hasil olahan penulis

Kota baru merupakan sebuah fenomena dunia nyata dengan kompleksitas yang dinamis, digambarkan dengan *multi loop*, sistem umpan balik (*feed back*), non-linear. Hubungan antara persediaan lahan dan lahan terbangun dapat disimulasikan (gambar 2.9).



Gambar 2.10 *Causal Loop Diagram* Kota baru

Sumber: Hasil olahan penulis

Validasi adalah sebuah proses menentukan apakah model konseptual merefleksikan sistem nyata dengan tepat atau tidak, dengan validasi dapat mengetahui berapa besar ketepatan dan penyimpangan hasil simulasi yang di modelkan, sedangkan menurut Soesilo, Karunisa (2014), Validasi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu: 1) Cara visual dengan membandingkan antara CLD dengan hasil simulasi dengan SFD, dan cara 2) Menggunakan validasi statistik untuk membuktikan bahwa kinerja model tidak berbeda dengan kinerja system yang sebenarnya.

2.7. Kerangka Teori

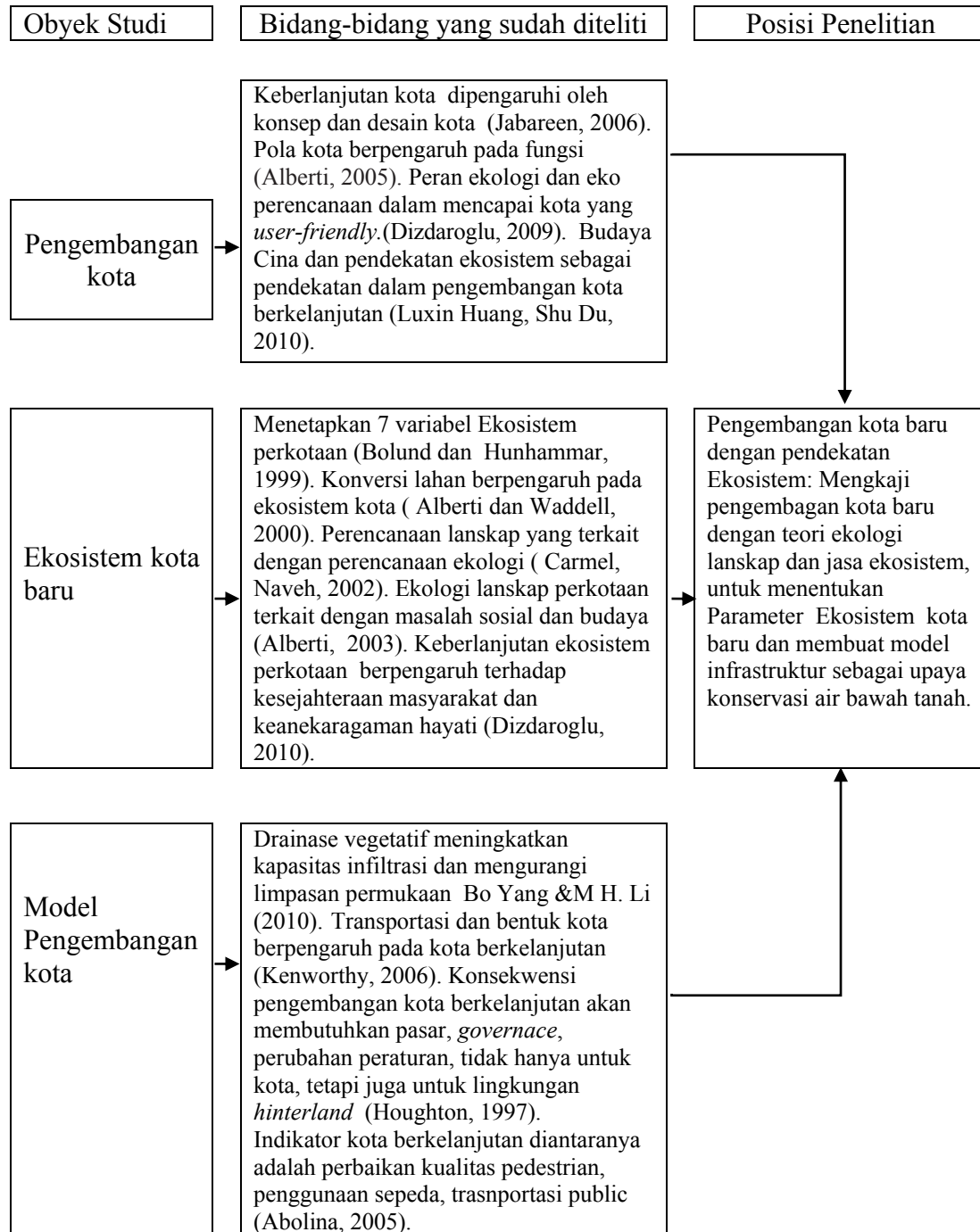
Ekologi lanskap terdiri dari tiga elemen yaitu struktur (pola), dinamika/perubahan dan fungsi. Dinamika dan fungsi dapat melakukan perubahan terhadap struktur lanskap yang terdiri dari matrik, elemen lanskap yang homogen dan dominan. Pada kawasan perkotaan matriks berupa kumpulan gedung-gedung, sedangkan *patch* pada kota baru berupa klaster perumahan, pusat perdagangan/bisnis, taman/hutan kota, dan danau. Hubungan antara *patch* dihubungi oleh koridor. Di kota baru koridor dapat berupa jalan raya, jalur pesepeda dan jalur pejalan kaki,

sungai, jalur pipa gas, dan saluran tegangan ekstra tinggi. Bolund dan Hunhammar (1999), mengidentifikasi ekosistem perkotaan dalam 7 unsur sebagai (1)pohon jalan, (2)rumpun dan taman, (3)hutan kota, (4)lahan Pertanian, (5)lahan basah, (6) danau/laut, (7) Sungai. Ekosistem kota baru penulis indentifikasikan sebagai (1)pohon jalan, (2)rumpun dan taman, (3)hutan kota, (4)danau, (5)Sungai.

Ruang terbuka hijau maupun badan air berupa danau dapat mengendalikan siklus hidrologi sehingga limpasan permukaan dapat dikurangi dan meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Median dan bahu jalan, jalan raya, jalur pesepeda, jalur pejalan kaki dengan elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan taman/hutan kota, dapat berkontribusi terhadap konservasi air bawah tanah, karena elevasi yang lebih tinggi memungkinkan air hujan yang jatuh dapat dialirkan ke sekitarnya dan meresap kedalam tanah. Perencanaan kota harus mengkaji daya dukung lahan dengan menentukan ratio luas tutupan lahan. Tutupan lahan mempengaruhi siklus hidrologi, pada umumnya tutupan lahan pada sebuah kota kedap air, sehingga tidak terjadi infiltrasi, yang pada akhirnya menimbulkan limpasan permukaan. Air bawah tanah mempengaruhi daya dukung kota baru, karena dapat dimanfaatkan sebagai cadangan air bersih saat kelangkaan pasokan air bersih dari perusahaan daerah air minum. Demikian juga daya dukung dipengaruhi oleh ambang batas pengembangan lahan dan kepadatan penduduk. Infrastruktur kota baru idealnya mendukung keberlanjutan kota baru, penggunaan transportasi umum, drainase, jalan raya dan jalur pejalan kaki dan pesepeda yang mampu meningkatkan infiltrasi air hujan.

Pendekatan ekosistem merupakan “pendekatan holistik yang melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti, Biologi, Sosial, Fisika, dan Rekayasa” (United Nations University/Institute of Advanced Studies, 2003). Kota berkelanjutan merupakan kerjasama penduduk kota dan bisnis yang berupaya terus menerus meningkatkan kualitas lingkungan alam, binaan, dan budaya disekitarnya (Houghton & Hunter (1994). Untuk mencapai kota berkelanjutan, salah satu model adalah, titik tengah yang menawarkan kompromi untuk mengintegrasikan faktor-faktor ekologis dengan aspek-aspek sosiol-ekonomi dan politik yang lebih luas (Robert, Ravetz

alami dan lingkungan buatan, khususnya ekosistem secara menyeluruh. Posisi penelitian penulis sebagai berikut:



Gambar 2.12 *State of the art* dan Posisi Penelitian

Tabel 2.5. Perbandingan antara Penelitian kota berkelanjutan terdahulu dengan Penelitian kota baru berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem

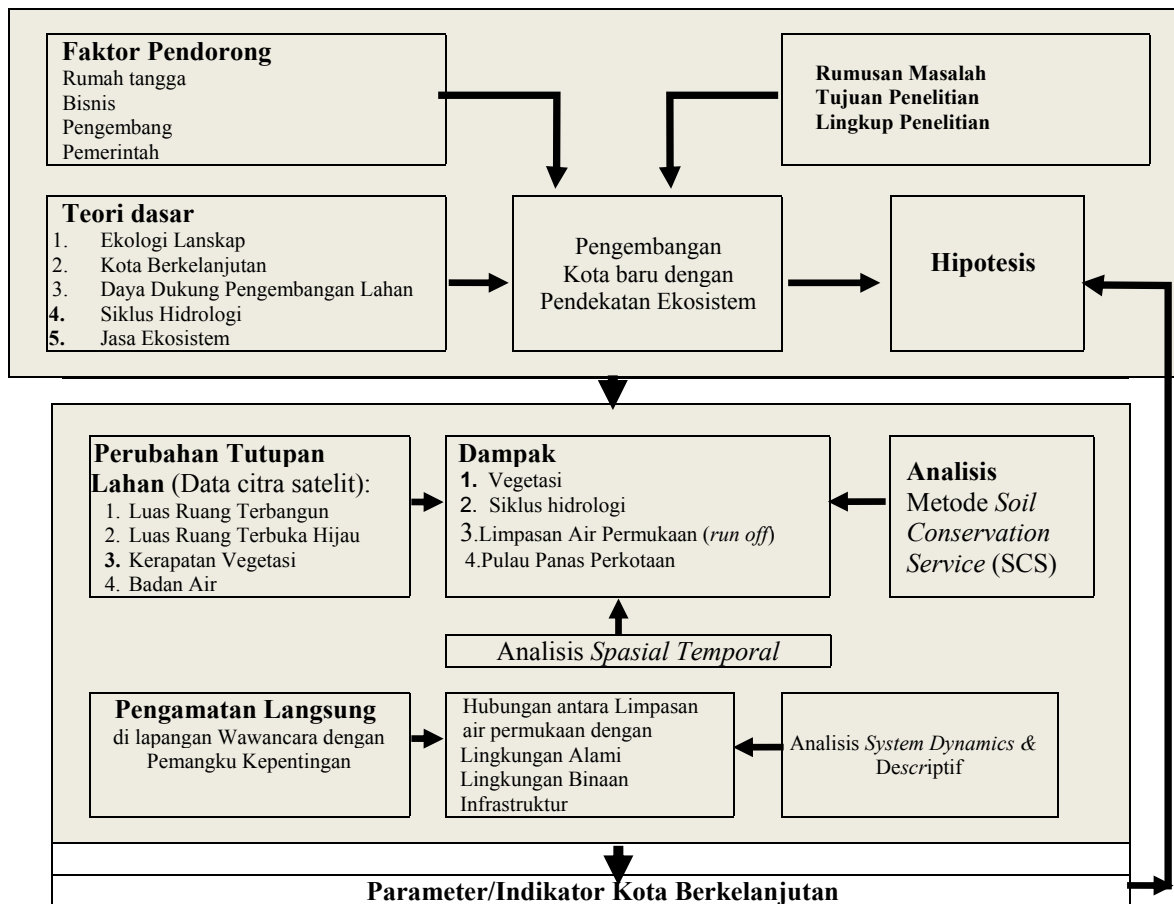
Peneliti Terdahulu	Topik Penelitian	Lokasi Penelitian	Bidang yang diteliti
Abolina.k. (2005)	Urban Sustainability Indicator Development Criteria	Riga, Rezekne, Jelgava and Jurmala. Di Negara Latvia	Indikator Sektor Transportasi, meliputi: perbaikan kondisi bagi pejalan kaki, promosi penggunaan sepeda, pengembangan angkutan umum, mengurangi volume lalu lintas transit di kota, menghindari pembangunan jalan dan jembatan baru, menghindari pembangunan fasilitas parkir baru di pusat kota. Sektor ruang terbuka hijau, meliputi: pelestarian ruang hijau, pelestarian taman keluarga, peningkatan keanekaragaman hayati, integrasi ruang hijau ke dalam satu sistem .
Abd-Allah, (2007).	Modelling Urban Dynamics Using Geographic Information Systems, Remote Sensing and Urban Growth Models	Kota-kota di Mesir	Meneliti fenomena ekspansi perkotaan secara acak, yang mengorbankan lahan pertanian, dan mengkaitkan dengan <i>urban sprawl</i> di kota-kota Mesir. Model pertumbuhan perkotaan akan membantu mengidentifikasi pola sprawl dan analisis perubahan spasial dan temporal yang terjadi. dan untuk meramalkan masa depan penyebaran urban sprawl di kota-kota Mesir
Deakin, 2011	sustainable urban Development	Kota di beberapa Negara eropa	Lahan dan Properti memiliki peran pada keberlanjutan kota. Bagaimana penggunaan lahan dan pertukaran properti dapat membantu melayani pencarian SUD.
Dizdaroglu (2013)	A micro level indexing model for assessment of sustainable urban Ecosystem	Gold Coast, Australia	Model interaksi antara kegiatan manusia dan ekosistem perkotaan dalam konteks lokal. Hasil model ditargetkan untuk melayani sebagai panduan untuk proses pengambilan kebijakan untuk mengambil tindakan untuk mencapai pembangunan perkotaan berkelanjutan
Fatimah (2009)	Pengembangan model daya dukung lingkungan untuk keberlanjutan kota	Kota Bekasi	Daya dukung sumber daya air dan lahan untuk mencapai keberlanjutan kota
Kustiawan (2010)	Bentuk dan Pengembangan Kawasan Perkotaan Berkelanjutan	Kawasan Perkotaan Bandung	Perkembangan perkotaan, keterkaitan antara bentuk perkotaan dengan perjalanan.
Madrim (2005)	Kota dan Keberlanjutan	Kecamatan Tambora Barat	3 Pilar pembangunan berkelanjutan, dengan mengurai ekonomi dengan 3 variable, Sosial 6 variable dan lingkungan 6 variabel
Mediana (2006)	Pengembangan Lingkungan Peri-Urban yang menuju keberlanjutan	Kecamatan Cimanggis, Depok	Paradigma kota berkelanjutan sebagai ekosistem, dengan cara: a.integrasi spasial, b.keseimbangan ekologis, ekonomi, sosial. c.etika lingkungan.

lanjutan tabel 2.5 Perbandingan antara Penelitian kota berkelanjutan terdahulu dengan Penelitian kota baru berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem

Suganda (2007)	Penataan Ruang Kawasan Perkotaan Pantai Dalam Pembangunan Berkelanjutan	Pulo Merak Bojonegara, Kabupaten Serang	Pengaruh pembangunan permukiman terhadap degradasi lingkungan, sosial. Pada penelitian ini menggunakan teori <i>Ecological Landscape Planning</i> , , Ekologi Lanskap.
Wahyu (2011)	Pengembangan model pembangunan berkelanjutan Ibu Kota Negara	Kota Jakarta	Mencari indikator keberlanjutan Ibu Kota Negara, melalui kegiatan pemerintahan dan jasa pendukung (perbankan dan keuangan, kelembagaan), penguatan telekomunikasi dan informatika, distribusi pusat-pusat pertumbuhan ekonomi, agen pembangunan.
Yan Yang (2010)	Sustainable urban transformation driving forces, indicator and process	Zurich, Swis., Shanghai, Cina., Johannesburg., Africa Selatan	Mengukur trasformasi keberlanjutan kota, dengan indikator: Pendapatan perorang, usia harapan hidup, ratio guru dan murid, luas lantai rumah perkapita, ruang terbuka hijau perkapita, konsumsi listrik perkapita, konsumsi air perkapita/perhari, polusi udara.
Posisi Penelitian Penulis (2015)	Pengembangan Kota Baru Berkelanjutan dengan Pendekatan Ekosistem	Sentul City, BSD City. Kota Jababeka	Membuat model pengembangan kota baru dan mencari Parameter Ekosistem kota baru, dan membuat model infrastruktur sebagai upaya konservasi air bawah tanah untuk mencapai kota berkelanjutan

2.9.Kerangka Pikir

Faktor pendorong pengembangan kota baru adalah rumah tangga, bisnis, pemerintah, dan pengembang. Pengembangan kota baru berkelanjutan dikaji digunakan teori dasar ekologi lanskap, kota berkelanjutan, daya dukung Pengembangan Lahan, Siklus Hidrologi. Rumusan masalah, tujuan, penelitian dan lingkup penelitian, dan hipotesis ditetapkan untuk mengarahkan dan memfokuskan penelitian. Perubahan penggunaan lahan dikaji dengan data citra satelit tahun 1998, 2000, 2005, 2009, dan 2012, dengan analisis *spatial temporal*. Sedangkan dampak perubahan lahan terhadap potensi aliran permukaan menggunakan metode SCS. Analisis deskriptif digunakan untuk mengkaji lingkungan alami dan binaan, sedangkan analisis *System Dynamics* untuk mengkaji hubungan aliran air permukaan dengan lingkungan alami, lingkungan binaan dan infrastruktur.



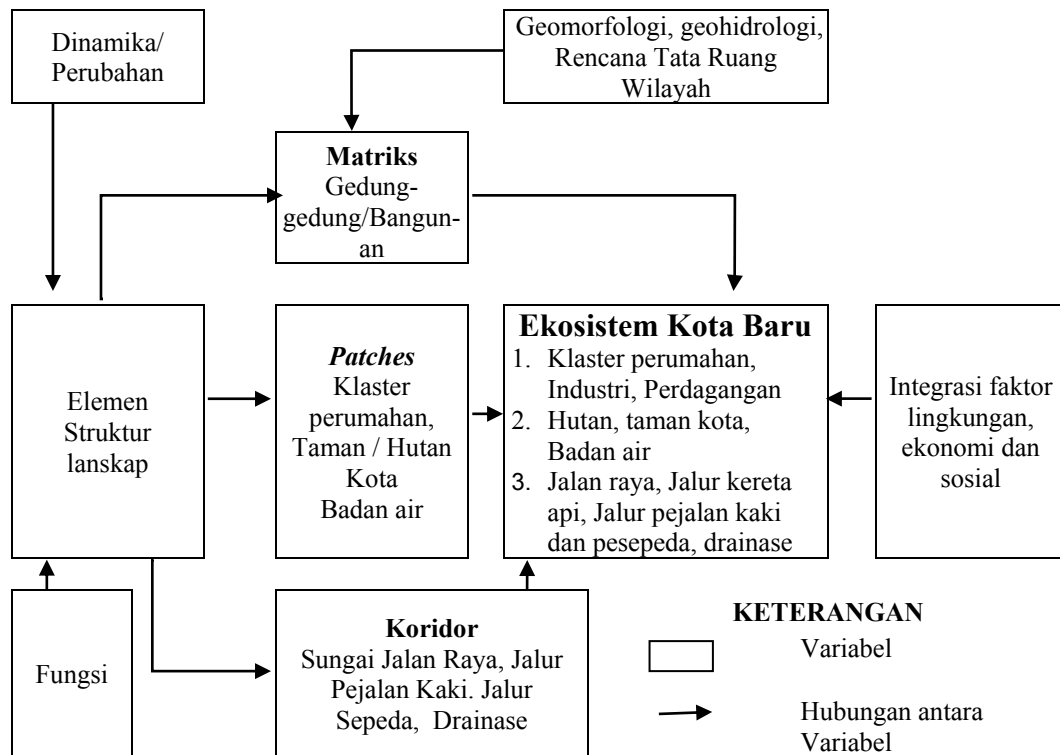
Gambar 2.13 Kerangka Pikir

2.10. Kerangka Konsep

Faktor Pendorong pengembangan kota baru (gambar 3.1 Kerangka pikir), menyebabkan terjadinya perubahan dan fungsi lahan akibat konversi menjadi kota baru, merubah struktur lanskap. Dari pandangan ekologi lansekap, stuktur lanskap pada kota baru terdiri dari 3 elemen yaitu: Matriks, *patch* dan koridor. Interaksi antara *patch* dihubungkan oleh koridor.

Matrik merupakan elemen yang homogen dan mendominasi kawasan kota baru. dapat berupa gedung-gedung/ bangunan atau ruang terbuka hijau, sedangkan *patch* berupa klaster perumahan, pusat perdagangan dan industri, taman/hutan kota, dan danau, sedangkan koridor berupa jalan raya, jalur sepeda, jalur pejalan kaki. Pengembangan kota baru mmepertimbangkan daya dukung seperti: geomorfologi, geohidrologi, penduduk, dan Rencana Tata Ruang Wilayah

(RTRW). Struktur lanskap (matriks, *patch*, koridor) merupakan sebuah ekosistem yang memberikan jasa bagi kota baru, misalnya Klaster perumahan, hutan dan taman kota, badan air, Jalan raya, jalur kereta api, jalur pejalan kaki dan pesepeda, drainase, berpengaruh terhadap, siklus hidrologi dan iklim mikro. Semakin luas hutan, taman kota, dan badan jalan meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah sehingga dapat mengurangi limpasan air permukaan di sekitarnya. Dengan meningkatnya infiltrasi air hujan, pada akhirnya kondisi air bawah tanah (abt) akan tetap terjaga. Demikian juga dengan adanya badan air (danau, *ponds*, sungai) menampung air hujan akan mengurangi limpasan air permukaan dan menurunkan suhu udara dan (gambar 2.13).



Gambar 2.14 Kerangka Konsep

2.11. Definisi Variabel Operasional

Berdasarkan teori yang sudah dikemukakan, maka variabel pada penelitian ini, didefinisikan sebagai berikut :

Tabel 2.6 Matriks Definisi Variabel Operasional

No	Nama Variabel	Definisi Operasional	Variabel Operasional	Indikator
1	Geomorfologi	Bentuk permukaan lahan	Kemiringan lahan	> 25 %
2	Hidrogeologi	Gerakan air bawah tanah	Kemampuan lahan	Kapasitas infiltrasi
3	Ruang terbuka hijau, Hutan/ Tamankota	Ruang terbuka hijau, dengan keluasan tertentu, dengan vegetasi kerapatan tertentu dilengkapi dengan fasilitas untuk kegiatan aktif dan pasif. serta berkontribusi terhadap kualitas lingkungan hidup	Luas Lahan	Penduduk di sekitar taman mudah mengakses dan melakukan kegiatan dengan menyenangkan dan aman. Kota baru memiliki huta/taman kota
4	Badan Air	Lahan yang diperuntukan untuk penampungan, konservasi air bawah, memiliki jasa ekosistem	Kapasitas (daya Tampung)	PERMENKES Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010, dan 736/MENKES/PER/IV/2010,
5	Tutupan lahan	Luas total lahan terbangun di kota baru yang di peruntukan untuk perumahan, kawasan bisnisdan industri, serta untuk fasilitas umum dan sosial.	Luas tutupan lahan terbangun	Perbandingan antara luas terbangun dengan luas total lahan kota baru.
6	Iklim Mikro	Besaran (derajat) temperatur udara suatu tempat yang berpengaruh langsung pada kenyamanan Suatu tempat	Temperatur udara dan kelembaban	<i>Temperature Humidity Index (THI) Nieuwolt</i>
7	Infrastruktur	Konstruksi yang diperuntukan untuk mendukung lingkungan perkotaan untuk kesejahteraan, kesehatan dan kelangsungan hidup masyarakat kota dimana infrastruktur dibangun.	Produksi air bersih, pengolahan limbah padat dan cair. Jalan kendaraan, jalur sepeda dan pejalan kaki	Transportasi umum yang mudah diakses, ketersediaan jalur sepeda dan pejalan kaki yang aman, drainase vegetatif . Pengolahan air bersih, limbah padat dan cair
8	Kota Nyaman	Kota Layak huni dengan penduduk yang dapat mendapatkan kebutuhan hidup sehari-hari dan pendidikan yang dapat diakses dengan mudah, ketersediaan air bersih, udara yang bersih, jalan raya yang aman dan ketersediaan transportasi umum.	1. Taman dan hutan kota 2. Fasilitas sosial 3. Ketersediaan air bersih 4. Tempat rekreasi yang dapat diakses oleh seluruh penduduk 5. Pengelolaan limbah komunal	1. Fasilitas sosial < 2 km 2. Tempat rekreasi yang terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat 3. Air bersih yang tersedia pada setiap Rumah Tangga 4. jalan raya dan jalur pejalan kaki memiliki pembatas berupa jalur hijau 5. Pengolahan limbah komunal.
9	Kualitas lingkungan	Lingkungan yang tidak banjir dan iklim mikro yang rendah	1. Hutan dan taman kota 2. Badan Air	2. Ketersediaan danau 3 Kenyamanan (THI) Nieuwolt
10	Curah hujan	Besaran air hujan pada suatu lokasi	mm/bulan	Limpasan permukaan
11	Pertumbuhan ekonomi kawasan kota baru	Nilai tambah dari seluruh unit ekonomi suatu kabupaten/kota	Produk domestik bruto regional	Peningkatan Produk Domestik Regional Bruto dari tahun ketahun
12	Kesejahteraan Penduduk	Hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan,	Indeks Pembangunan manusia (IPM)	Peningkatan nilai Indeks

BAB 3.

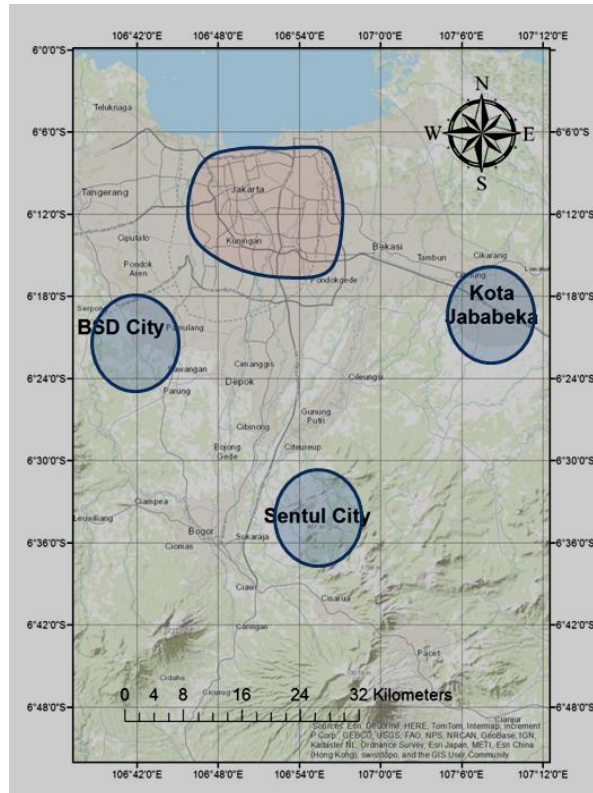
METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan metode deskriptif-analisis, pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan terhadap obyek yang mempunyai pengaruh terhadap lingkungan kota baru, antara lain: Pola atau bentuk pengembangan kota, fenomena lingkungan alam dan buatan serta infrastruktur, selain itu pada penelitian ini menggunakan data dari hasil penelitian peneliti lain sebelumnya. Instrumen analisis akan meliputi tiga obyek penelitian, antara lain: (1) Analisis Lingkungan alami, buatan (2) Analisis Ekosistem kota baru, (3) Analisis Integrasi lingkungan, ekonomi dan sosial pada pengembangan kota baru.

Analisis data pada perubahan tataguna lahan, kerapatan vegetasi dan tutupan lahan akan menggunakan analisis *spatial temporal* dan Analisis deskriptif, sedangkan untuk menghitung dan menganalisis potensi limpasan permukaan menggunakan metode *Soil Conservation Services* (SCS), mengukur kenyamanan udara mikro menggunakan persamaan Nieuwolt. *System Dynamics* dan analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis pengaruh tutupan lahan terhadap limpasan permukaan.

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada tiga kota baru di wilayah Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, dan Kabupaten Bekasi. yang memiliki lanskap dan fungsi yang berbeda, antara lain: Sentul City dengan topografi berbukit, terletak pada ketinggian 175-600 m dpl, dengan luas 2,564 ha, secara fungsional sebagai sebuah kota wisata dan istirahat. BSD City dengan topografi datar hingga bergelombang dengan ketinggian 45 m dpl, dengan luas 6,000 ha merupakan sebuah kota Jasa dan perdagangan, sedangkan Kota Jababeka dengan topografi datar, terletak pada ketinggian 22-24 m dpl, dengan luas 5,600 ha merupakan sebuah kota industri. Terletak antara 6°18'-6°40' Lintang Selatan dan 106°24'-107°12' Bujur Timur.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber: ArGis, ESRI, 2014

3.2. Waktu Penelitian

Waktu Penelitian dimulai pada bulan Agustus 2013 sampai dengan Agustus 2014.

3.3. Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh fenomena yang menarik untuk diteliti, misalnya klaster perumahan, perdagangan dan industri, taman/hutan kota, jalan raya, jalur pesepeda, pejalan kaki, jalur tegangan tinggi, sungai, dan danau. Penarikan sampel yang digunakan adalah dengan *purposive sampling* (sampel berdasarkan pilihan peneliti sesuai kebutuhan dan fenomena yang menarik) dengan demikian besaran sampel disesuaikan dengan kondisi obyek penelitian, seperti taman/hutan kota, sungai, danau, jalan raya. Penarikan sampel pada klaster perumahan menggunakan narasumber, yang dapat menjelaskan keadaan lingkungan klaster, demikian juga pada klaster industri.

3.4. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Pada observasi lapangan pengumpulan data didapat disajikan pada table 3.1. sebagai berikut:

Tabel 3.1 Matriks Data Riset

No	Jenis	Indikator	Satuan	Bentuk	Analisis	Sumber
1	Geomorfologi dan geohidrologi	Lereng >25 % Kecepatan infiltrasi	% mm/menit	Laporan, Peta Topografi.	Deskriptif, Analisis Spasial	Laporan Andal, Hasil observasi lapangan
2	Tutupan lahan.	Perubahan Tutupan Lahan	%	Citra Satelit.	Analisis spasial temporal. Analisis	Lapan, Observasi
3	Curah Hujan	Limpasan permukaan	mm/jam	Laporan BMG	Metode <i>Soil Conservation Services (SCS)</i>	Metreologi & Geofisika.
4	Luas Lahan Terbangun	KDB/KLB	Ratio/ha	Observasi, citra satelit	Analisis Spasial Temporal.	Pengembang Lapan,
5	Badan air	Terawat, Alami, Keluasan	ha	Citra Satelit.dan observasi.	Analisis Spasial Temporal-deskriptif.	Lapan, Hasil Obeservasi lapangan
6	Hutan/Taman Kota	Luas Hutan terhadap Luas Total kota baru.	ha	Citra satelit, observasi	Analisis Spasial Temporal.	Lapan, Hasil Obeservasi lapangan
7	Jalur sepeda & pedestrian	Tersedia	m	Observasi & <i>masterplan</i>	Deskriptif	Observasi
8	Pengolahan limbah padat&cair	kg/ orang/hari, l/orang/hari	Ton. m ³	Laporan	3 R	Observasi
9	Air Bersih	liter/orang	liter		Analisis kuantitatif kebutuhan air bersih	Pengembang
10	Curah Hujan, Luas Lahan Terbangun, Badan air, Hutan/Taman Kota	Luas persediaan dan lahan terbangun, potensi limpasan air	m ² , m ³	Citra satelit,	Analisis <i>System Dynamic</i>	Lapan, BMKG
11	Pertumbuhan ekonomi kawasan kota baru	Peningkatan Produk Domestik Regional Bruto dari tahun ketahun	Rupiah	Laporan	Deskriptif	Badan pusat Statistik
12	Kesejahteraan Penduduk kawasan kota baru	Nilai Indeks	Indeks	Laporan	Deskriptif	Badan Pusat statistik

3.5. Instrumen Penelitian

Untuk pengumpulan data dibutuhkan alat, berupa pedoman tertulis tentang materi wawancara, pengamatan, daftar pertanyaan, atau alat untuk dokumentasi dan pengukuran.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dengan melakukan observasi atau pengamatan lapangan dengan merekam keadaan lingkungan alami maupun binaan di lapangan penelitian. Penarikan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* (sampel berdasarkan pilihan peneliti sesuai kebutuhan dan fenomena yang menarik). Teknik klaster, pada klaster perumahan, kawasan industri/perdagangan/bisnis, taman/hutan kota. Untuk mengetahui profil pengunjung hutan, dan taman kota pada obyek studi, penulis melakukan wawancara terhadap pengunjung, dengan cara acak (random). Untuk mengetahui pandangan dan aktifitas warga di lingkungan perumahan penulis melakukan wawancara dengan menggunakan narasumber. Untuk mengetahui proses pengembangan kota, penulis menggunakan narasumber dari pengembang. Selain melakukan observasi terhadap fenomena yang diamati dan wawancara dengan para responden, diperlukan data pendukung, sebagai berikut:

1. Pengumpulan data mengenai keadaan spasial berupa lingkungan alami dan binaan, dengan tujuan untuk mengetahui kualitas lingkungan, data spasial antara lain: Citra satelit mengenai tren perubahan lahan berupa foto satelit sejak tahun 1998, hingga tahun 2012 yang dibuat oleh Lembaga Antariksa Nasional (LAPAN) dan peta tematik atau peta dasar peta topografi yang diterbitkan Badan Informasi Geografi (BIG) berupa peta tata guna lahan, sedangkan master plan dan tata guna lahan di peroleh dari Pengembang.
2. Data mengenai suhu udara dan curah hujan selama 20 tahun sejak 1992 sampai dengan 2012. Data didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sedangkan data iklim mikro antara lain suhu udara, dan kelembaban diperoleh dengan melakukan observasi dilapangan.
3. Data mengenai keadaan lingkungan alami antara lain: kondisi badan air, dan lingkungan binaan berupa keadaan lingkungan perumahan, fasum & fasos, Hutan Kota, Taman Kota, dan infrastruktur diperoleh dengan melakukan observasi langsung.

4. Data pendukung pada penelitian antara lain: Peraturan daerah mengenai Rencana Umum Tata Ruang Wilayah (RTRW) pada Kabupaten Bogor, Bekasi, dan Kota Tangerang Selatan.

3.7. Instrumen Analisis

3.7.1. Lingkungan Alami dan Buatan

Analisis lingkungan alami dan buatan menggunakan data spasial berupa citra satelit yang diolah dengan *software* Argis 10.1. Pada analisis ini menganalisis perubahan tutupan lahan yaitu: tahun 1998, tahun 2000, tahun 2005, tahun 2009, tahun 2012. Kota baru pertama kali dikembangkan adalah BSD City yang dimulai pada tahun 1985 dengan ijin, pembebasan lahan dan konstruksi, kemudian Kota Jababeka pada tahun 1989, dan menyusul Sentul City pada tahun 1995. Berdasarkan dimulainya pengembangan kota baru maka penulis menetapkan awal analisis perubahan lahan pada tahun 1998, tahun 2000 pengembangan kota baru melambat akibat kondisi ekonomi dan politik yang tidak mendukung seluruh bisnis di Indonesia termasuk bisnis properti sehingga tidak terjadi perubahan tutupan lahan yang cukup berarti. Pada tahun 2005 kondisi politik mulai stabil dan ekonomi tumbuh, sehingga tutupan lahan bertambah, hal ini terjadi sampai dengan tahun 2012 sebagai batas penelitian. Perubahan yang di analisis adalah keadaan tutupan lahan lingkungan alami berupa vegetasi yang berada pada kebun campuran, semak belukar dan lahan terbuka, pertanian lahan kering dan badan air. Tutupan lahan lingkungan buatan berupa bangunan, jalan, dan infrastruktur lainnya. Hasil analisis tutupan lahan ini akan digunakan pada penghitungan limpasan permukaan yang akan dihitung dengan menggunakan metode *Soil Conservation Services (SCS)*.

Pengembangan kota baru mengacu pada Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) kabupaten dan kota di mana kota baru dikembangkan. Analisis yang dilakukan secara deskriptif akan mengkaji apakah pengembangan kota baru di Botabek ini mengacu pada RTRW yang telah disahkan melalui Peraturan Daerah.

Analisis pengembangan kota baru mencakup pada penggunaan lahan, terkait antara kesesuaian tata guna lahan yang dikembangkan pada kota baru dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) kabupaten atau kota di mana kota baru dikembangkan, dan bagaimana perlakuan pengembang terhadap geomorfologi. Pada PERMEN PU no 41/PRT/M/2007, tentang pedoman kriteria teknis kawasan budi daya, lahan dengan kemiringan $>25\%$ tidak boleh dikembangkan, sedangkan lahan dengan kemiringan antara $15\% - 25\%$ boleh dikembangkan dengan persyaratan teknis yang ketat.

Pola struktur kota dipengaruhi oleh bentuk morfologi, pada kota yang memiliki permukaan lahan berbukit pengembangan lahan terbatas, karena adanya kemiringan lahan $> 25\%$, yang tidak dikembangkan, sedangkan pada lahan yang relatif datar pengembangan lahan dapat bebas sehingga optimasi penggunaan lahan terbangun dapat dilakukan. Metode analisis yang digunakan untuk mengkaji pengembangan kota baru, adalah analisis spasial temporal dan deskriptif dengan mengukur keluasan vegetasi, keluasan ruang terbuka hijau, lahan terbangun, dan badan air. Apakah pengembangan kota dilakukan pada kawasan berlereng, dan bagaimana bentuk pengembangannya. Dengan mengetahui besaran limpasan air permukaan dapat diketahui besaran (luas) penampung (reservoir) limpasan air permukaan, dan besaran (dimensi) saluran air hujan/drainase yang dibutuhkan.

3.7.2. Ekosistem kota baru

Berdasarkan Ekologi Lanskap, struktur lanskap terdiri dari: Matriks, koridor dan *patch*. Pada ekologi lanskap, matriks merupakan lanskap yang homogen dan dominan sangat berpengaruh pada suatu kawasan secara keseluruhan. *Patch* merupakan sebuah kawasan yang terbentuk akibat lanskap mengalami fragmentasi, menjadi beberapa *patch* yang berbeda dalam hal ukuran, bentuk, fungsi, maupun bentuk. Bentuk *patch* bisa beraturan (irregular) maupun tidak beraturan (regular), *patch* mempunyai tepi (*edge*) yang kerap mendapat tekanan. atau gangguan. antara *patch* satu dengan lainnya terhubung dengan koridor. Bagian dalam (interior) *patch* merupakan tempat hidup, tumbuh dan berkembang biota termasuk manusia yang ada

di dalamnya. Koridor berupa garis yang berfungsi menghubungkan satu *patch* ke *patch* yang lain. Gedung merupakan komponen dominan pada kota baru memiliki pengaruh terhadap kualitas lingkungan. Selain penyumbang limbah energi panas yang dominan bangunan/gedung mengakibatkan permukaan tanah menjadi kedap sehingga tidak memungkinkan terjadinya infiltrasi air hujan yang pada akhirnya akan memperbesar volume limpasan air permukaan (*run off*). Menurut Smith, Lindley dan Levermore (2009), “Bangunan adalah emitor dominan limbah energi panas, dengan kontribusi sekitar 60% dari total. Sedangkan kontribusi lalu lintas jalan 32%, dan emisi panas metabolisme manusia 8%. Sedangkan menurut Fan dan Sailor, (2005), limbah energi merupakan proporsi yang signifikan dari total masukan energi (solar ditambah antropogenik), dan berkontribusi antara 1 dan 3°C terhadap terjadinya pulau panas (Doick & Hutchings 2013, p2),” dan menurut Doick & Hutching (2013,p3) temperatur di kota dapat dikurangi secara efektif dengan menggunakan vegetasi.

3.7.2.1 Kenyamanan

Untuk mengetahui nyaman dan tidaknya suatu lingkungan dapat diukur oleh iklim mikro, berupa *Temperatur Humidy Index* (THI). Penarikan sampel pada pengukuran suhu udara dan kelembaban menggunakan *purposive sampling*, dengan lokasi pengambilan sample pada 9 titik di setiap kota baru. Pengukuran dilakukan selama 7 hari (senin sampai dengan Minggu), sejak jam 7 sampai dengan jam 17. hasil pengukuran setiap titik dengan varian hari dan waktu berbeda direratakan untuk mendapatkan nilai yang digunakan sebagai dasar penghitungan kenyamanan. Indikator kenyamanan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Nieuwolt (Hidayat 2010), sebagai berikut:

$$THI = 0.8t + (Rh \times t / 500) \dots\dots\dots (3-8)$$

Dimana:

t = Suhu udara diukur dengan derajat Celcius

Rh = Kelembaban relatif diukur dengan %

Nilai kenyamanan hasil pengukuran Nieuwolt THI (tabel 3.2), sebagai berikut:

Tabel 3.2 *THI Thermal Catagories Index*

$21 \leq \text{THI} \leq 24$	100% dari subyek merasa nyaman
$24 < \text{THI} \leq 26$	50% dari subyek merasa nyaman
$\text{THI} > 26$	100% dari subyek merasa tidak nyaman panas

Sumber: Hidayat, 2010

Berdasarkan Tabel 3.2, yang merupakan hasil penelitian Nieuwolt (1967), didapat batas nyaman dan tidak nyaman suatu kawasan dengan mengukur temperatur suhu udara dan kelembaban.

3.7.3. Integrasi Faktor Lingkungan Alami, Buatan dan Sosial pada Pengembangan Kota Baru

Analisis Integrasi Faktor Lingkungan Alami, Buatan dan Sosial, menggunakan format Canadian International Development Agency (CIDA, 2012), yang membagi kota berkelanjutan dalam 3 pilar, lingkungan, ekonomi, dan sosial. Lingkungan mendeskripsikan ruang terbuka hijau, mobilitas warga, ketersediaan air bersih, limbah. Faktor ekonomi menjelaskan mengenai penganguran dan pertumbuhan, sedangkan faktor sosial menggambarkan kelengkapan lingkungan/kota kompak, perumahan untuk seluruh tingkat sosial masyarakat, kualitas ruang publik yang dapat dimasuki oleh seluruh lapisan sosial masyarakat, dan pendidikan. Menganalisis kedekatan fasilitas pendukung kota seperti pendidikan, pencapaian kendaraan umum, pusat bisnis, menggunakan konsep keselamatan jalan & pedestrian, sistem lalu lintas aman berkelanjutan, didasarkan pada prinsip bahwa manusia sebagai standar acuan (DHV Environment and Transportation, 2005) :

Pergerakan pesepeda dan pejalan kaki terkait dengan ulang – alik dari dan ke lokasi aktifitas atau lingkungan perumahan, didukung oleh lokasi tempat penyeberangan pejalan kaki dan pesepeda pada suatu jalan harus memiliki jangkauan yang baik terhadap asal dan tujuan sehingga akan menciptakan rasa aman terhadap pengguna jalan, jalur sepeda dan pejalan kaki yang aman dan memadai, ketersediaan kebutuhan hidup yang dapat dicapai dengan mudah. “Berjalan kaki merupakan cara

terbaik untuk mencapai jarak pendek. Pejalan kaki memilih rute terpendek dengan pertimbangan bahwa rute terpendek aman dan menarik bagi kondisi pesepeda atau pejalan kaki, dan jalur pejalan kaki yang baik mengakomodasi orang usia lanjut dan penyandang cacat (DHV Environment and Transportation, 2005)”.

3.7.3.1 Lingkungan

3.7.3.1.1 Drainase

Sistem drainase yang dirancang secara konvensional mempercepat aliran air hujan, konsep ini berbeda dengan sistem drainase alami yang memperlambat laju aliran sehingga memungkinkan terjadinya infiltrasi air hujan sehingga daur hidrologi dapat terjadi dan muka air tanah dalam (abt) terjaga ketinggiannya. Metode analisis yang digunakan membandingkan antara sistem drainase yang menggunakan perkerasan dengan sistem drainase alami. Penampang basah drainase alami dilapisi oleh rumput atau jenis tanaman penutup tanah, pada sistem drainase alami aliran air dihambat dengan kecepatannya tidak lebih dari 0.5 mm/detik (Arsyad. 2010).

3.7.3.1.2 Pengolahan Air Bersih

Kebutuhan air bersih dapat dipasok dari atau luar kota baru, idealnya seluruh kebutuhan air bersih dipasok berdasarkan hasil olahan dengan bahan baku air permukaan, bukan air tanah, kebutuhan air bersih di kota baru berpedoman pada standar SNI.

Tabel 3.4 Standar Kebutuhan Air untuk Berbagai Sektor

Jenis Pemakaian	Standar	Satuan
Kota dengan penduduk : - 1 juta	250	l/jiwa/hari
Kota dengan penduduk = 1 juta	150	l/jiwa/hari
Sekolah	10	l/m ² /hari
Kantor	10	l/jiwa/hari
Tempat Ibadah	2	l/jiwa/hari
Industri Komersial	1	l/detik/hari
Terminal/Stasiun Bis	0,4 – 1	l/Penumpang /hari
Rumah Sakit	300	l/liter/hari
Hotel	90	l/liter/hari

Sumber: SNI 19-6728.1-2002

3.7.3.1.3 Pengolahan Limbah

Analisis akan melihat apakah kota baru melakukan pengolahan air bersih sendiri dengan sumber air baku. Apakah ada daur ulang air limbah untuk dimanfaatkan sebagai air bersih, ataukah air baku tersebut berasal dari air bawah tanah (abt), air permukaan atau reservoir yang merupakan penampungan air hujan. Sedangkan limbah padat akan dianalisis apakah pola pengolahan limbah padat sudah memenuhi standar 3R (*Reuse, Recycle, Reduce*), dan limbah cair apakah ditampung dan diolah secara komunal atau ada pada tiap rumah tangga/gedung. Masalah utama sebuah kota antara lain adalah limbah padat maupun cair, hal ini akan di analisis apakah kota baru memiliki pengolahan limbah cair komunal *Waste Water Treatment Plant* (WWTP) dan pengolahan limbah padat domestik, selain itu akan dianalisis kebutuhan air bersih dan pasokannya, apakah bersumber dari air bawah tanah (abt) dan apakah kota baru memiliki *Water Treatment Plant* (WTP).

3.7.3.1.5 Saluran Udara Ekstra Tinggi

Pada kawasan kota baru kerap dilalui oleh saluran udara ekstra tinggi (SUTET) guna memasok kebutuhan akan energi listrik kota baru atau untuk memasok wilayah lain dan melintasi kota baru, untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dengan adanya SUTET, maka diatur ketentuan mengenai pemanfaatan dan area di sekitar SUTET yang diatur oleh Peraturan Menteri PU No 05/PRT/M/2008, tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.

3.7.3.2 Ekonomi

Untuk menganalisis pertumbuhan kawasan kota baru menggunakan produk domestik bruto regional (PDRB), yang dapat menginformasikan pertumbuhan ekonomi di wilayah kecamatan kota baru berada. Pengertian domestik/regional disini dapat merupakan Propinsi atau Daerah Kabupaten/Kota. Transaksi Ekonomi yang akan dihitung adalah transaksi yang terjadi di wilayah domestik suatu daerah tanpa

memperhatikan apakah transaksi dilakukan oleh masyarakat (residen) dari daerah tersebut atau masyarakat lain (non-residen). Semua barang dan jasa sebagai hasil dari kegiatan-kegiatan ekonomi yang beroperasi di wilayah domestik, tanpa memperhatikan apakah faktor produksinya berasal dari atau dimiliki oleh penduduk daerah tersebut, merupakan produk domestik daerah yang bersangkutan. Pendapatan yang timbul oleh karena adanya kegiatan produksi tersebut merupakan pendapatan domestik. Produk regional merupakan produk domestik ditambah dengan pendapatan dari faktor produksi yang diterima dari luar daerah/negeri dikurangi dengan pendapatan dari faktor produksi yang dibayarkan ke luar daerah/negeri. Jadi produk regional merupakan produk yang ditimbulkan oleh faktor produksi yang dimiliki oleh residen. Pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota dilakukan dengan membandingkan besaran nilai PDRB dari tahun-ketahun

3.7.3.3 Sosial

Untuk mengukur kesejahteraan penduduk kawasan kota menggunakan Indeks Pembangunan manusia (IPM) di wilayah kecamatan kota baru berada. IPM menjelaskan bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya. IPM diperkenalkan oleh *United Nations Development Programme* (UNDP) pada tahun 1990 dan dipublikasikan secara berkala dalam laporan tahunan *Human Development Report* (HDR). IPM dibentuk oleh 3 (tiga) dimensi dasar:

1. Umur panjang dan hidup sehat
2. Pengetahuan
3. Standar hidup layak

IPM merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (masyarakat/penduduk). IPM dapat menentukan peringkat atau level pembangunan suatu wilayah/negara. Komponen IPM adalah usia hidup (*longevity*), pengetahuan (*knowledge*), dan standar hidup layak (*decent living*). Usia hidup diukur dengan angka harapan hidup atau e_0 yang dihitung menggunakan metode tidak langsung (metode Brass, varian Trussel) berdasarkan variabel rata-rata anak lahir hidup dan rata-rata anak yang masih hidup.

Komponen pengetahuan diukur dengan angka melek huruf dan rata-rata lama sekolah yang dihitung berdasarkan data Susenas. Sebagai catatan, UNDP dalam publikasi tahunan HDI sejak 1995 menggunakan indikator partisipasi sekolah dasar, menengah, dan tinggi sebagai pengganti rata-rata lama sekolah karena sulitnya memperoleh data rata-rata lama sekolah secara global. Indikator angka melek huruf diperoleh dari variabel kemampuan membaca dan menulis, sedangkan indikator rata-rata lama sekolah dihitung dengan menggunakan dua variabel secara simultan; yaitu tingkat/kelas yang sedang/pernah dijalani dan jenjang pendidikan tertinggi yang ditamatkan. Komponen standar hidup layak diukur dengan indikator rata-rata konsumsi riil yang telah disesuaikan. Sebagai catatan, UNDP menggunakan indikator PDB per kapita riil yang telah disesuaikan (*adjusted real GDP per capita*) sebagai ukuran komponen tersebut karena tidak tersedia indikator lain yang lebih baik untuk keperluan perbandingan antar negara. Rumus penghitungan IPM dapat disajikan sebagai berikut :

$$IPM = \frac{1}{3} [X_{(1)} + X_{(2)} + X_{(3)}] \dots\dots\dots (3.8)$$

dimana :

$X_{(1)}$:Indeks harapan hidup

$X_{(2)}$:Indeks pendidikan = $\frac{2}{3}$ (indeks melek huruf) + $\frac{1}{3}$ (indeks rata-rata lama sekolah)

$X_{(3)}$:Indeks standar hidup layak

3.7.4 Analisis Limpasan Permukaan

Analisis limpasan permukaan, menggunakan metode *Soil Conservation Services* (Arsyad, 2010), dengan mengetahui besaran limpasan air permukaan maka dapat diketahui besaran (luas) penampung (*reservoir*) limpasan air dan besaran (dimensi) saluran air hujan/drainase yang dibutuhkan. Formula pada metode adalah sebagai berikut:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a} \dots\dots\dots (3-1)$$

Dimana S merupakan penahanan (retensi) potensial air maksimum. Retensi aktual, dengan memperhitungkan abstraksi aktual awal, adalah:

$$F = (P - I_a) - Q \dots\dots\dots(3-2)$$

dengan mensubstitusi persamaan (3 - 1) ke dalam persamaan (3 - 2), didapatkan persamaan berikut :

$$\frac{(P - I_a) - Q}{S} = \frac{Q}{(P - I_a)} \dots\dots\dots(3-3)$$

dapat dirubah menjadi:

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{(P-I_a)+S} \dots\dots\dots(3-4)$$

Abstraksi awal adalah fungsi penggunaan tanah, perlakuan dan kondisi hidrologi, dan kandungan air tanah sebelumnya. Nilai **I_a** dapat diduga dengan menggunakan persamaan: Faktor yang mempengaruhi **I_a** akan juga mempengaruhi **S**. Dengan mensubstitusi

$$I_a = 0,2 S \dots\dots\dots(3-5)$$

persamaan (3 - 5) ke dalam persamaan (2 - 6) didapatkan persamaan:

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P+0.8 S)} \dots\dots\dots(3-6)$$

Q adalah volume aliran permukaan (mm), **P** adalah curah hujan (mm), dan **S** adalah retensi potensi maksimum (mm). Dari penelitian empirik didapatkan, bahwa **S** dapat diduga dengan persamaan :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \dots\dots\dots(3-7)$$

CN adalah bilangan kurva yang nilainya berkisar antara 0 sampai 100, yang dapat dihitung menggunakan prosedur Tabel *Coefisien Number* (Lampiran).

Volume aliran permukaan (**Q**) bergantung besarnya curah hujan (**P**) dan volume simpanan yang tersedia untuk menahan air (**S**). Penahanan aktual (**F**) adalah perbedaan antara curah hujan dan aliran permukaan. Selanjutnya volume air hujan pada permulaan hujan disebut abstraksi awal (**I_a**) tidak akan menjadi aliran permukaan. *Soil Conservation Services* (**SCS**) mengasumsikan hubungan curah hujan dengan aliran permukaan.

3.7.5 Analisis System Dynamics

Berdasarkan ekologi lanskap kota merupakan suatu struktur yang terdiri dari berbagai sub system, yaitu: lingkungan alami dan buatan, ekosistem, Integrasi ekonomi dan buatan. Permodelan *System Dynamics* menggambarkan manfaat pendekatan ekosistem pada keberlanjutan kota. Pada analisis *system dynamics* proses pengembangan kota dimulai dengan populasi kota utama (Jakarta) yang mendorong kebutuhan rumah dan lahan, mendorong dilakukannya konversi lahan pertanian/perkebunan maupun pedesaan untuk persediaan lahan pengembangan kota baru. Pengembangan kota baru akan memperluas permukaan lahan kedap air dan mengurangi keluasan ruang terbuka hijau, kondisi ini mengakibatkan kapasitas infiltrasi lahan berkurang, sehingga meningkatkan limpasan air permukaan (*runoff*). Pengembangan kota baru dengan pendekatan ekosistem merupakan upaya untuk mengurangi limpasan air permukaan dan mempertahankan muka air bawah tanah (*abt*), dengan demikian saat pasokan air bersih dari perusahaan air minum, tidak mencukupi penggunaan air bawah tanah tidak akan berdampak pada permukaan lahan (*land subsidence*). Analisis *System Dynamics* untuk pendekatan ekosistem menganalisis pengaruh Badan Air, Sistem Drainase Alami, Taman Kota, dan Hutan Kota terhadap limpasan air permukaan, sedangkan analisis *System Dynamics* menganalisis pengaruh infrastruktur terhadap kualitas lingkungan kota baru, terutama pengaruh infrastruktur terhadap limpasan air permukaan. Prinsip-prinsip *Causal Loop Diagram* (CLD) menjadi dasar pembangunan struktur CLD yang sesuai dengan deskripsi struktur permasalahan system, atau menjadi dasar untuk mencapai keberhasilan melakukan proses *from story to structure*. (Soesilo, Karunisa, 2014). Uji Validasi pada *system dynamics* perlu dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara simulasi dengan kinerja sebenarnya. Validasi dilakukan dengan Menggunakan validasi statistik untuk membuktikan bahwa kinerja model tidak berbeda dengan kinerja system yang sebenarnya dengan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*), dengan formulasi sebagai berikut:

$$MSE = 1/n \left[\frac{\sum_{n=1}^n (St - At)}{At} \right]^2 \dots\dots\dots(3-10)$$

Di mana St: Simulasi waktu t, dan At: Aktual waktu t. Semakin kecil nilai MSE, maka dapat dikatakan bahwa hasil simulasi mendekati kebenaran.

Tabel 3.4 Matriks Kesesuaian Tujuan Riset dengan Metode yang Digunakan

No	Tujuan Penelitian	Metode yang Digunakan
1	Mengkaji lanskap alami dan buatan pada pengembangan kota baru yang berpengaruh terhadap keberlanjutan kota.	Spasial temporal dengan analisis deskriptif untuk mengkaji perubahan tutupan lahan pada pengembangan kota baru
2	Menentukan parameter ekosistem pada pengembangan kota baru yang berkelanjutan.	Dengan teori ekologi lanskap dan jasa ekosistem, menganalisis ekosistem kota baru dengan metode deskriptif, sedangkan mengukur kenyamanan menggunakan metode Niuwolt
3	Membuat model pengembangan kota yang dapat mendukung kota berkelanjutan.	Pendekatan kuantitatif, dengan metode SCS dapat dihitung potensi limpasan terkait dengan tutupan lahan. Analisis kebutuhan air bersih dan jumlah limbah padat yang dihasilkan dihitung dengan pendekatan kuantitatif. Jalan raya, pedestrian dan jalur pesepeda, dan Saluran udara tegangan ekstra tinggi terkait dengan infiltrasi air hujan menggunakan metode deskriptif. Untuk mengetahui keterkaitan antara curah hujan, tutupan lahan vegetasi, dan bangunan menggunakan Analisis <i>System Dynamics</i>

3.8 Hambatan Penelitian

Hambatan yang dihadapi dilapangan penelitian adalah memperoleh data sekunder berupa perencanaan kota baru, berupa *masterplan* yang digunakan sebagai panduan pada pengembangan kota.

3.9 Keterbaruan Penelitian/Nouvelty

Disertasi ini mengkaji pengembangan kota baru dengan pendekatan ekosistem dengan menggunakan teori Ekologi Lanskap yang dipelopori oleh Forman dan Gordon (1986), yang biasa digunakan untuk mengkaji lanskap alami dan menggunakan teori jasa ekosistem (Sarukhan & Whyte. edit, 2005). Kajian pengembangan kota baru dengan pendekatan ekosistem menggunakan teori Ekologi Lanskap dan jasa ekosistem penulis belum menemukan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

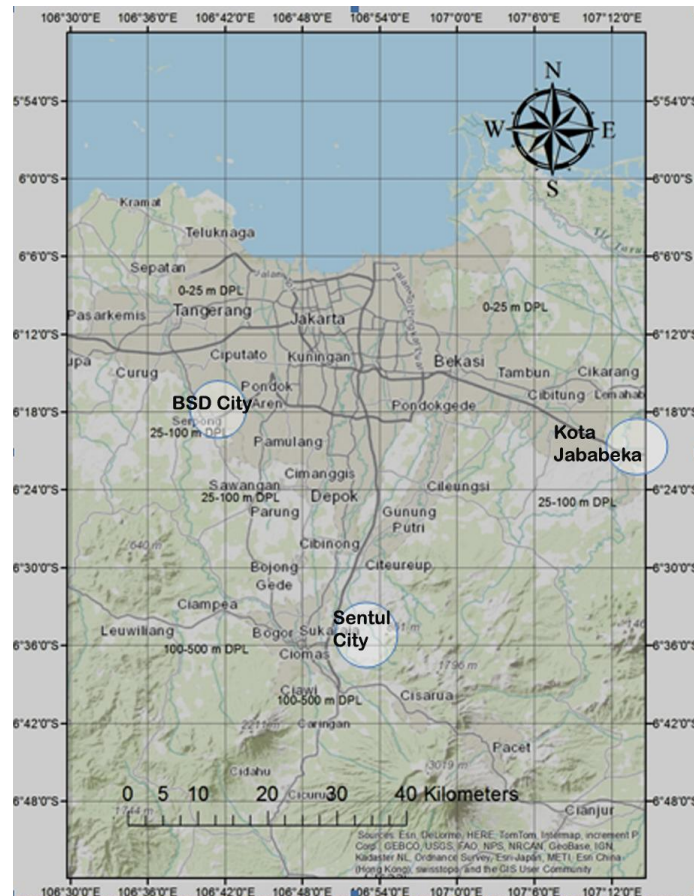
4.1. Keadaan Umum Lanskap Wilayah Penelitian dan Pengembangan Kota Baru di Botabek

Lokasi penelitian pada kota baru berada pada 3 lokasi yang tersebar pada Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, dan Kabupaten Bekasi. Pengembangan kota baru seluruhnya dilakukan oleh pengembang swasta yang melihat kebutuhan perumahan, kawasan bisnis dan perdagangan, kawasan industri, kawasan wisata sebagai potensi bisnis. Pada bab 4 hasil dan pembahasan, menggunakan teori ekologi lanskap dan jasa ekosistem untuk membahas hasil penelitian.

Ketiga kota baru memiliki ketinggian dari permukaan laut (dpl) yang berbeda, Sentul City berada pada Kabupaten Bogor memiliki luas lahan 2564 ha, berada pada ketinggian 175-600 m dpl. BSD City yang berada pada Kota Tangerang Selatan memiliki luas pengembangan 6000 ha, berada pada ketinggian 45 m dpl, dan Kota Jababeka yang berada pada Kabupaten Bekasi memiliki luas 5600 ha, berada pada ketinggian 22-24 m dpl. Geomorfologi ketiga kota baru juga berbeda, dimana Sentul City memiliki topografi berbukit, BSD City sebagian lahannya datar hingga bergelombang, dan Kota Jababeka topografinya relatif datar. Ketiga kota baru memiliki fungsi berbeda, Kota Peristirahatan, Kota Jasa dan Perdagangan dan Kota Industri. Infrastruktur yang diteliti pada kota baru antara lain: Jalan raya, jalur pesepeda, jalur pejalan kaki, pengolahan limbah padat dan cair, drainase, pengolahan air bersih, saluran tegangan ekstra tinggi. Infrastruktur selain memiliki manfaat sesuai dengan fungsinya, juga dapat memiliki manfaat untuk konservasi air bawah tanah (abt).

Ketinggian dan kemiringan Botabek yang merupakan wilayah lokasi kota baru sebagai lokasi penelitian terlihat pada gambar 4.1 memberikan gambaran elevasi yang beragam, semakin ke arah Utara elevasi rendah.

Penelitian ini memiliki hambatan dalam pengumpulan data, yang terkait dengan data yang dimiliki oleh pengembang, terutama terkait dengan rencana dan pengembangannya, seperti mendapatkan *masterplan* yang menjadi acuan pengembangan, dari ketiga kota baru, satu kota baru memberikan informasi yang baik mengenai pengembangan yang dilakukan.



Gambar 4.1 Ketinggian Lahan Botabek

Sumber: Diolah dari ArcGIS 10.1, 2014

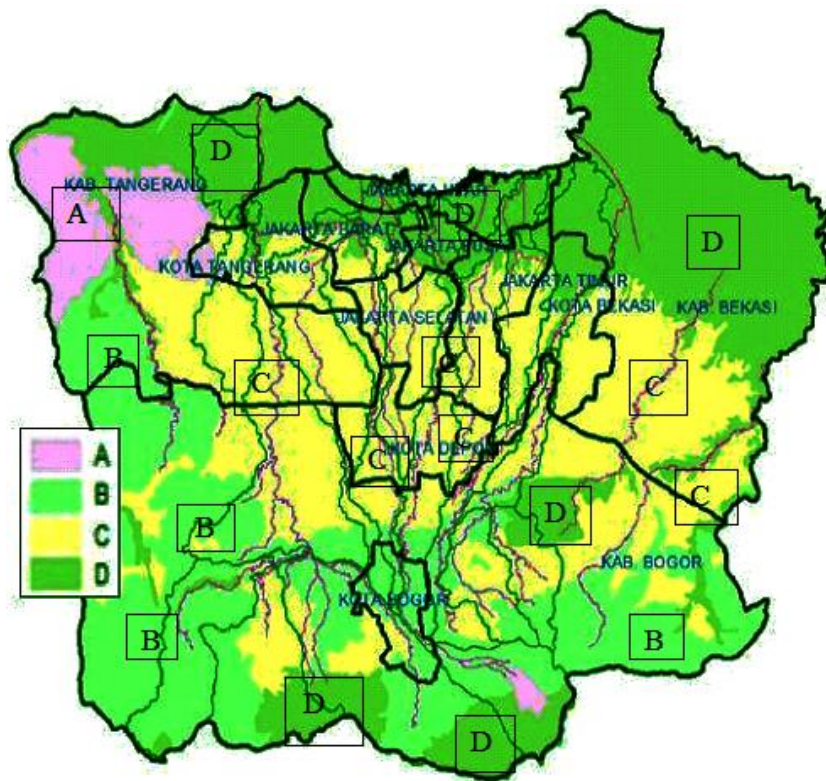
Lanskap adalah sistem yang kompleks dibentuk oleh sejumlah besar komponen heterogen, seperti geologi yang berbeda, geomorfologi, penutupan vegetasi, komunitas ekologi, penggunaan lahan dan sebagainya (García, Aguirre, Álvarez, and Aceves, 2012). Pengembangan kota baru yang tersebar di Wilayah Botabek merupakan hasil konversi lahan pertanian dan perkebunan, dengan geomorfologi berbeda dengan permukaan lahan datar, bergelombang hingga berbukit dengan

kemiringan lahan bervariasi. Geomorfologi daerah Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi (Botabek) terbentuk oleh batuan sedimen batuan vulkanik dan endapan permukaan (BP DAS Ciliwung Citarum, 2000), antara lain:

Endapan permukaan, terdiri dari: a) satuan batu pasir tufan dan konglomerat/kipas aluvium (Qav), b) endapan pematang pantai (Qbr), c) aluvium (Qa).

Batuan sedimen, terdiri dari: a) formasi kelapanunggal, b) formasi Bojongmanik (Tmb), c) formasi Genteng (Tpg), d) formasi Serpong (Tpss).

Batuan gunung api, terdiri dari: a) tuf Banten (QTvb), b) endapan gunung api muda (Qv), c) andesit sudamanik (Qvas).



Gambar 4.2 Peta sebaran *Soil Hidrology Group* lingkup wilayah Botabekpunjur

Sumber: BPDAS Ciliwung-Citarum, 2008.

U.S *Soil Conservation Service* (SCS), membagi kelompok geohidrologi dalam empat kelompok *Soil Hidrological* (BPDAS Ciliwung (2008) dan Arsyad (2010), sebagai berikut (Gambar 4.2) :

Grup A :Potensi *run-off* rendah, tanah mempunyai laju transmisi air tinggi (laju infiltrasi final lebih besar 0,72 cm/jam), tekstur berpasir.

Grup B :Tanah mempunyai laju transmisi air tergolong sedang (laju infiltrasi final antara 0,72 – 0,36 cm/jam), tekstur lempung berpasir.

Grup C: Tanah mempunyai laju transmisi air tergolong lambat (laju infiltrasi final antara 0,36-0,12 cm/jam), lempung berliat, lempung berpasir dangkal, tanah berkadar bahan organik rendah, dan tanah berkadar liat tinggi.

Grup D: Potensi *runoff* tinggi, tanah mempunyai laju transmisi air tergolong sangat rendah (laju infiltrasi final lebih kecil 0,12 cm/jam), tanah-tanah yang mengembang secara nyata jika basah, liat berat, dan plastis.

Ketersediaan air tanah di suatu daerah dipengaruhi oleh keterkaitan dari berbagai faktor pendukung, seperti keadaan iklim, curah hujan, jenis litologi, struktur geologi, morfologi dan tata guna lahan. Berdasarkan ciri morfologi, Botabek dapat dibagi menjadi 3 mandala air tanah, yaitu: (a) Mandala air tanah dataran, (b) mandala air tanah perbukitan, dan (c) Mandala air tanah karst (BPDAS Ciliwung-Citarum, 2008). Mandala air tanah dataran; menempati dataran aluvium pantai dan dataran aluvium sungai. Dataran pantai barat-timur meliputi utara Tangerang – Jakarta dan Bekasi dengan lebar antara 6-16 km, selebihnya sebagian besar mandala air tanah dataran terletak di Bagian Selatan sampai di sekitar daerah Serpong dan Depok. Umumnya mandala ini mempunyai sudut kemiringan antara 0-1,5%, ketinggian antara 0-100 m dpl. Luas mandala ini sekitar 75% litologi penyusun dari mandala ini terutama terdiri dari endapan bersifat lepas dari endapan kuarter berupa kerakal, kerikil, pasir, lempung dan terdiri dari endapan batuan padu tersier berupa batu pasir, breksi, tufa, konglomerat dan batu lempung. Batu-batu lepas terutama diendapkan oleh Sungai Cisadane, Ciliwung dan Bekasi serta cabang-cabangnya berupa endapan aluvium pantai, pematang pantai dan sungai purba di Bagian Utara meliputi Tangerang-Jakarta-Bekasi. Ke arah lebih selatan dari daerah ini litologi penyusunnya berupa endapan kipas aluvium berupa pasir, lempung dan kerikil yang semuanya bersifat tufaan.

Berdasarkan laporan BMKG (2012), data tahun 1985-2010, suhu rata-rata tahunan di Stasiun Klimatologi Pondok Betung, Darmaga, dan Tangerang menunjukkan tren penurunan maupun peningkatan, dengan uraian sebagai berikut: Data tahun

1985-2010, Stasiun Klimatologi Pondok Betung, menunjukkan tren peningkatan suhu absolut minimum trennya naik sekitar $0,06^{\circ}\text{C}$ per tahunnya dengan suhu rata-rata bulannya setiap tahunnya sekitar $26,04^{\circ}\text{C}$, suhu maksimum absolut terendah terjadi pada tahun 1985. Tren suhu absolut maksimum cenderung naik $0,08^{\circ}\text{C}$, dengan suhu absolut maksimumnya sekitar $33,02^{\circ}\text{C}$, tercatat pada tahun 2006. Sedangkan pada Stasiun Klimatologi Dramaga Bogor dari tahun 1975 hingga 2010 mencatat terjadi peningkatan sebesar $0,012^{\circ}\text{C}$. Suhu maksimum absolut tertinggi terjadi pada tahun 1976 sebesar $33,9^{\circ}\text{C}$. Tren suhu minimum absolut tahunan dari tahun 1975 hingga 2010 menunjukkan terjadi peningkatan sebesar $0,049^{\circ}\text{C}$. Suhu minimum absolut tertinggi terjadi pada tahun 1998 sebesar $21,7^{\circ}\text{C}$ dan terendah pada tahun 1979 sebesar $18,5^{\circ}\text{C}$. Stasiun Klimatologi Tangerang mencatat suhu udara rata-rata dari tahun 1983 hingga 2008 dari tahun ke tahun mengalami peningkatan sebesar $0,04^{\circ}\text{C}$. Dari tahun 1993 hingga 2008 suhu udara minimum absolut di Stasiun Klimatologi Tangerang tidak menunjukkan tren peningkatan atau penurunan. Suhu rata-rata tertinggi terjadi pada tahun 1998 sebesar $22,5^{\circ}\text{C}$ dan terendah terjadi pada tahun 1993 sebesar $19,7^{\circ}\text{C}$. Nilai rata-rata suhu minimum absolut selama tahun tersebut yaitu $21,2^{\circ}\text{C}$. Suhu udara di sekitar wilayah Stasiun Klimatologi Tangerang ini menunjukkan suhu yang semakin panas di wilayah tersebut. Suhu maksimum absolut tertinggi terjadi pada tahun 2004 sebesar $35,6^{\circ}\text{C}$ dan terendah terjadi pada tahun 1996 sebesar $33,7^{\circ}\text{C}$. Nilai rata-rata suhu maksimum absolut selama tahun tersebut yaitu $34,1^{\circ}\text{C}$.

Curah Hujan, pada Stasiun klimatologi Pondok Betung dari tahun 1975 hingga 2006 mencatat tren curah hujan pada musim kemarau (April-September) menunjukkan penurunan sebesar 2,05 mm. Curah hujan musim kemarau tertinggi terjadi pada tahun 1991 mencapai 1560 mm dan terendah pada tahun 1990 sebesar 257 mm, Sedangkan tren curah hujan musim hujan (Oktober-Maret) dari tahun 1976 hingga 2006 menunjukkan tren penurunan sebesar 0,52 mm. Curah hujan musim hujan tertinggi terjadi pada tahun 1978 mencapai 1839 mm. Curah hujan musim hujan terendah terjadi pada tahun 1982 sebesar 706 mm. Stasiun Klimatologi Tangerang dari tahun 1983 hingga 2008 tren curah hujan musim

kemarau (April-September) menunjukkan penurunan sebesar 3,32 mm. Curah hujan musim kemarau tertinggi terjadi pada tahun 1991 mencapai 1560 mm dan terendah pada tahun 1990 sebesar 257 mm, sedangkan nilai rata-rata sebesar 553,2 mm. Sedangkan tren curah hujan musim hujan (Oktober-Maret) dari tahun 1983 hingga 2008 menunjukkan tren penurunan sebesar 6,86 mm. Curah hujan musim hujan tertinggi terjadi pada tahun 2001 mencapai 1994 mm. Curah hujan musim hujan terendah terjadi pada tahun 2008 sebesar 399 mm. Pada Stasiun Klimatologi Dramaga dari tahun 1959 hingga 2009 menunjukkan tidak terjadi tren penurunan maupun peningkatan. Tren curah hujan musim kemarau (April-September) curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 1973 mencapai 2600 mm dan terendah pada tahun 1963 sebesar 820 mm dengan nilai rata-rata sebesar 1627 mm. Sedangkan tren curah hujan musim hujan (Oktober-Maret) dari tahun 1959 hingga 2009 tidak menunjukkan terjadinya tren penurunan maupun peningkatan. Curah hujan musim hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 1960 mencapai 3333 mm. Curah hujan musim hujan terendah terjadi pada tahun 1998 sebesar 1569 mm dengan nilai rata-rata sebesar 2212 mm.

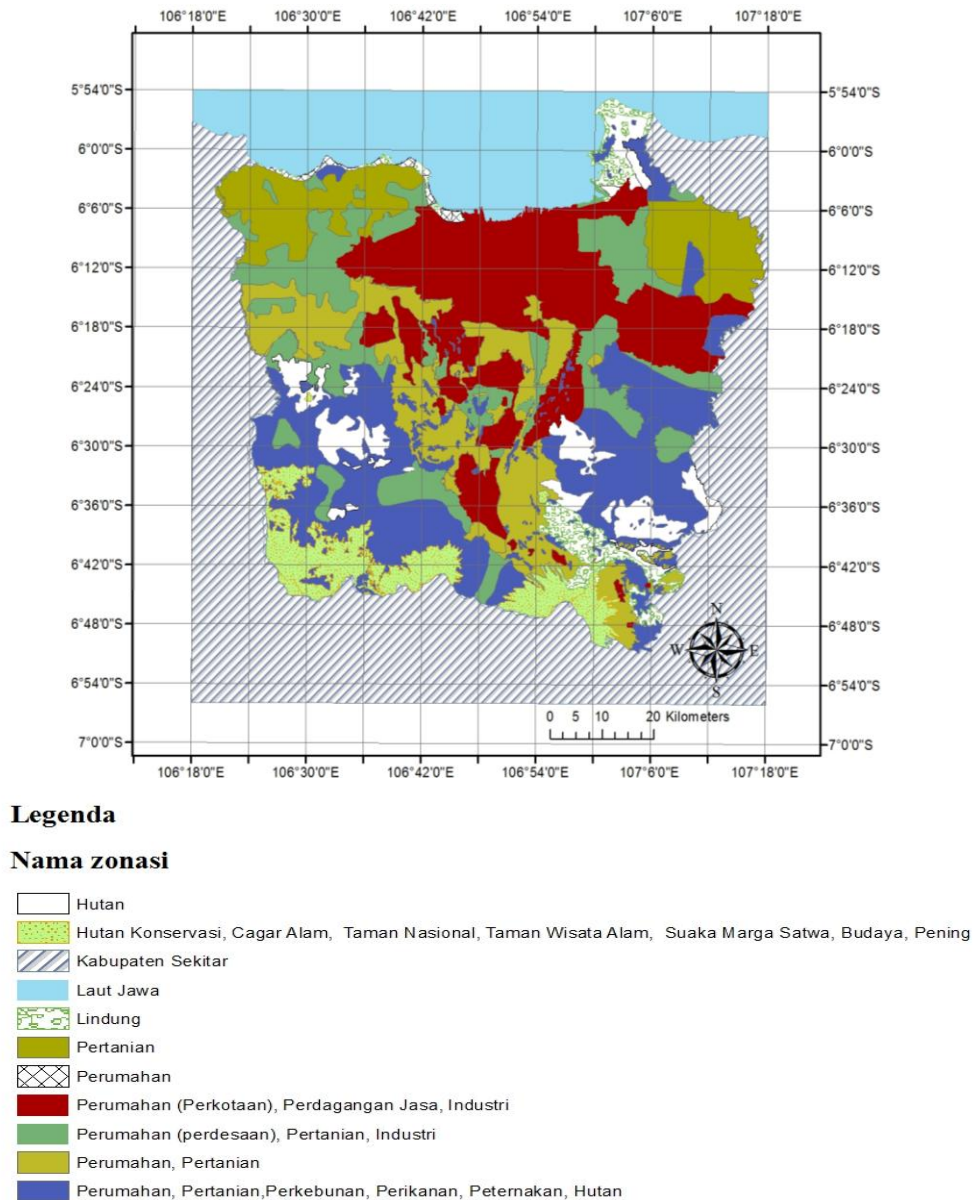
Tata Ruang Wilayah Botabek merupakan bagian dari Tata Ruang Wilayah Jabodetabekpunjur yang telah ditetapkan dengan Perpres no 54/2008, tentang tata ruang Jabodetabekpunjur. Pada pasal 1, ayat 5. Mencakup Kawasan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, Cianjur, yang selanjutnya disebut sebagai Kawasan Jabodetabekpunjur, merupakan kawasan strategis nasional yang meliputi seluruh wilayah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta, sebagian wilayah Provinsi Jawa Barat, dan sebagian wilayah Provinsi Banten. Kabupaten Bogor, Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang Selatan, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Cianjur, Kota Bogor, Kota Tangerang, Kota Bekasi, dan Kota Depok. Bagian Utara, sekitar Kota Jakarta, didominasi oleh perumahan (perkotaan), perdagangan, jasa, dan industri, Bagian Barat (Serpong, Tangerang,) didominasi oleh perumahan (perdesaan), pertanian, Industri, sedangkan Bagian Timur (Bekasi) didominasi perumahan (perdesaan), pertanian, industri, sedangkan Bagian Selatan didominasi oleh perumahan, dan pertanian (Perpres no 54/2008, tentang tata ruang Jabodetabekpunjur). Perubahan tata guna lahan

Jabodetabekpunjur mengkonversi lahan pertanian, perkebunan, maupun pedesaan, dapat berakibat meluasnya kawasan yang kedap air sehingga memperbesar limpasan air permukaan. Perubahan tata guna lahan akan semakin cepat bila pembangunan Jakarta *Outer Ring Road 2* selesai terutama pada kawasan Serpong/Bumi Serpong Damai, Cinere, Cimanggis, Cileungsi, Setu, Tambun yang merupakan kawasan budi daya prioritas (Perpres no 54/2008, pasal 13, ayat 1), dan pada pasal 46, ayat 2, kawasan budi daya prioritas meliputi:

- a. Kawasan perbatasan antar daerah.
- b. Kawasan pertanian ber-irigasi teknis.
- c. Daerah aliran sungai yang kritis.
- d. Kawasan pusat kegiatan ekonomi yang mencakup pusat kegiatan perdagangan dan pusat kegiatan industri.
- e. Kawasan sekitar bandar udara dan
- f. Kawasan sekitar pelabuhan laut.

Penetapan Rencana *Jakarta Outer Ring Road 2*, idealnya dilengkapi dengan upaya konservasi lahan dan air yang dapat berupa garis sempadan jalan. Dengan adanya penetapan garis sempadan jalan tol diharapkan air hujan yang jatuh pada permukaan jalan dapat meresap kedalam tanah (infiltrasi), karena garis sempadan jalan ini berupa koridor hijau atau sabuk hijau (*green belt*) sepanjang Jakarta *Outer Ring Road 2* (JORR 2). Peraturan Pemerintah No 38/2011, tentang sungai, menetapkan garis sempadan sungai dapat melindungi daerah Aliran Sungai (DAS), dan mempertahankan kemampuan infiltrasi air tanah, serta menahan terjadinya erosi yang dapat menyebabkan terjadinya pendakalan sungai akibat sedimentasi dari butiran tanah yang terbawa air hujan. Koridor hijau di kawasan Jabodetabekpunjur selain sepanjang JORR 2, dan sepanjang DAS, dapat juga berasal dari saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) yang ada di kawasan Jabodetabekpunjur. Dengan adanya pengembangan koridor hijau, sesuai dengan pengembangan Jabodetabekpunjur yang bertujuan, antara lain: mewujudkan daya dukung lingkungan yang berkelanjutan pada pengelolaan kawasan, untuk menjamin tetap berlangsungnya konservasi air dan tanah, menjamin tersedianya air tanah dan air permukaan (Perpres no 58/ th 2008, tentang tata ruang Jabodetabekpunjur pasal 2, ayat 1b), selain itu pada perpres ini juga menetapkan

wilayah utara Jabodetabek punjur, yang meliputi Kota Jakarta, Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi, Kota Tangerang Selatan, Kota Bogor, direncanakan sebagai kawasan perumahan (perkotaan), perdagangan, jasa dan industri.



Gambar 4.3 Rencana Tata Guna Lahan Jabodetabekpunjur

Sumber: Perpres No 54 tahun 2008

Pada pembangunan berkelanjutan terdapat 3 pilar yang menopangnya, ekonomi, sosial, dan lingkungan. Ke tiga pilar ini pada pengembangan kota baru dapat diterapkan, sehingga kota dapat berkelanjutan, hal ini juga menjadi isu pada

pembangunan di Indonesia, misalkan saja upaya pemerintah untuk mengurangi kesenjangan ekonomi antara penduduk kaya dan miskin, dan mengurangi kerusakan lingkungan. Indikator kota berkelanjutan yang dibuat oleh CIDA (2012), membagi kota berkelanjutan dengan tiga pilar sesuai pembangunan berkelanjutan yang terdiri dari Ekonomi, Lingkungan dan sosial. Pilar Lingkungan membahas mengenai Ruang Terbuka Hijau, mobilitas pemisahan moda transportasi, presentase kendaraan pribadi dan publik, penggunaan sepeda dan pejalan kaki, ketersediaan air bersih, sedangkan Pilar ekonomi di jabarkan atas tingkat pengangguran dan pertumbuhan ekonomi dan pilar sosial, berisikan kelengkapan kota/kota kompak meliputi akses layanan lingkungan lokal dalam jarak pendek seperti infrastruktur pendidikan dan kualitas ruang publik (hutan/taman kota) yang dapat diakses seluruh warga, ketimpangan dan distribusi pendapatan yang kecil, perumahan yang terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat. Warga kota baru didominasi masyarakat dengan ekonomi menengah atas, harus dapat berbaur dengan masyarakat lokal yang pada umumnya merupakan masyarakat dengan klas ekonomi menengah bawah. Adanya permukiman penduduk lokal di dalam kawasan kota baru, pengembang sebagai institusi yang mengembangkan kota baru, selayaknya melakukan penataan pada perkampungan penduduk lokal dengan demikian kondisi perkampungan masyarakat lokal akan menjadi lebih baik dan tidak menimbulkan perbedaan yang tajam dengan permukiman di kawasan kota baru. Aksesibilitas permukiman penduduk lokal ke kota baru seharusnya terbuka, sehingga masyarakat lokal dapat memanfaatkan fasum dan fasos yang ada pada kota baru. Adanya akses lapangan kerja bagi masyarakat lokal, perubahan lingkungan akibat adanya pengembangan kota baru dapat mensejahterakan penduduk lokal. Pengembangan kota baru pada umumnya mengkonversi lingkungan alami seperti perkebunan, persawahan, bahkan badan air seperti rawa, danau, dan sungai. Kota baru ada yang dikembangkan dengan morfologi yang berbukit-bukit, bergelombang hingga datar. Kondisi geomorfologi dan geohidrologi seharusnya dikaji pada pengembangan kota karena berdampak terhadap keberlanjutan kota baru. Rawa, danau, badan sungai yang dipersempit menimbulkan terjadinya aliran permukaan, dan kelangkaan air bawah tanah, akibat berkurangnya kapasitas infiltrasi..

Pengembangan kota baru mengacu pada kota yang kompak, meminimalkan biaya transportasi, hal ini terlihat dengan dikembangkannya infrastruktur transportasi umum, pengolahan limbah cair domestik dan industri, pusat bisnis, dan penunjang kota yang dibutuhkan oleh warga kota baru, sehingga untuk keperluan bisnis maupun kebutuhan hidup warga kota dipenuhi di dalam kota baru. Pembangunan apartemen sebagai wujud efisiensi penggunaan lahan di perkotaan, merupakan rasio orang atau unit hunian terhadap luas area lahan. Berdasarkan teori ekologi lanskap, kumpulan gedung/bangunan merupakan lanskap kota yang homogen dan dominan disebut sebagai matriks, sedangkan *patch* dapat berupa taman/hutan kota, danau, klaster perumahan, industri, pusat perdagangan, jasa, dan sarana pendukungnya. Sebagai sebuah ekosistem, perumahan merupakan relasi antara unsur biotik dan abiotik. Unsur abiotik berupa rumah dan gedung sedangkan unsur biotik yang berupa vegetasi yang di dalamnya meliputi pohon, perdu, semak, dan penutup tanah (rumput). Pada *patch* ini aktifitas kehidupan manusia berpusat. Pergerakan dan interaksi manusia saat melakukan aktifitas adalah koridor yang merupakan sarana penghubung antara *patch*, dan mendukung aktifitas penduduk kota. Koridor merupakan sebuah garis linier atau tidak beraturan yang menerus atau tidak menerus, koridor merupakan sebuah jalur untuk berpindah atau penghubung antara biota (mahluk hidup) termasuk manusia yang ada di dalam sebuah *patch* untuk bergerak ke *patch* lainnya. Koridor pada sebuah kota baru berupa jalan raya, jalur pesepeda, jalur pejalan kaki, drainase, dan sungai, saluran listrik tegangan ekstra tinggi. Idealnya koridor dengan bentuk jalan raya, jalur pesepeda, dan jalur pejalan kaki polanya menerus, sehingga seluruh pusat kegiatan di dalam kota baru dapat dicapai dengan mudah dan nyaman. Infrastruktur pada kota baru antara lain: jalan raya, jalur pejalan kaki, drainase, pengolahan limbah padat, pengolahan limbah cair, pengolahan air bersih, stasiun kereta api, stasiun bus, namun dari seluruh infrastruktur yang ada fokus penelitian penulis pada jalan raya, jalur pejalan kaki, drainase, dan pengolahan limbah, terkait dengan konservasi air bawah tanah (abt). Sesuai dengan amanah UU no26/2007 tentang penataan ruang, maka setiap kabupaten/kota di wilayah Indonesia harus memiliki rencana tata ruang wilayah (RTRW) tak terkecuali di wilayah Botabek.

Berdasarkan Peraturan Daerahnya (PERDA) Kabupaten Bogor nomor 19 tahun 2008, tentang rencana tata ruang wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005-2025. Kecamatan Babakan Madang yang secara administratif Sentul City ada di dalamnya ditetapkan sebagai daerah resapan air yang memberikan perlindungan terhadap kawasan dibawahnya (Pasal 24). Kawasan lindung lainnya berdasarkan Pasal 25, meliputi:

- a.kawasan sempadan sungai;
- b.kawasan sekitar waduk/situ;
- c.kawasan sekitar mata air;
- d.kawasan sempadan sungai di kawasan permukiman;
- e.kawasan terbuka hijau; dan
- f. kawasan sempadan jalan.

Kecamatan Babakan Madang dan Kecamatan Sukaraja di tetapkan sebagai kawasan permukiman perkotaan kepadatan sedang pasal 47 meliputi industri berbasis tenaga kerja non polutan, jasa, dan perdagangan. Guna menjaga pembangunan perkotaan yang berkelanjutan, dicapai melalui upaya menjaga keseimbangan wilayah terbangun dan tidak terbangun, mengembangkan hutan kota dan menjaga eksistensi wilayah yang bersifat perdesaan di sekitar kawasan perkotaan, termuat pada pasal 53, pengembangan Sentul City diarahkan untuk pengembangan perkotaan dengan kepadatan rendah, dan industri berbasis tenaga kerja non polutan, jasa dan perdagangan. Pada pengembangan Sentul City disyaratkan harus menyediakan hutan kota, memelihara wilayah yang bersifat pedesaan, menjaga garis sempadan sungai, dan ditetapkan sebagai daerah resapan air yang memberikan perlindungan terhadap kawasan dibawahnya, dengan menjaga dan mempertahankan kawasan lindung. Peraturan daerah Kota Tangerang Selatan nomor 15 tahun 2011, tentang rencana tata ruang wilayah Kota Tangerang Selatan tahun 2011 – 2031. Kecamatan Serpong ditetapkan sebagai pusat pelayanan kota (PPK II), memiliki fungsi kegiatan pemerintahan, pelayanan umum, perdagangan dan jasa skala pelayanan regional dan nasional serta perumahan kepadatan sedang (pasal 17), sedangkan Kecamatan Serpong Utara ditetapkan sebagai Sub pusat pelayanan kota (SPK I), memiliki fungsi

sebagai pelayanan umum, perdagangan dan jasa, dan perumahan kepadatan sedang (pasal 18). Pusat lingkungan (PL) merupakan pusat pelayanan ekonomi, sosial dan/atau administrasi lingkungan kota ditetapkan pada kelurahan Lengkong Karya, Kecamatan Serpong Utara, Kelurahan Muncul dan Kelurahan Setu. PL memiliki fungsi sebagai kegiatan pendidikan, dan kegiatan perdagangan, jasa ditetapkan pada Kecamatan Serpong, meliputi: Kelurahan Rawa Buntu, Kelurahan Serpong, dan Kelurahan Rawa Mekar Jaya, (pasal 19). Pengembangan sistem penyediaan air minum dilakukan menurut sub pusat pelayanan kota SPK terdiri atas, SPK I meliputi Kecamatan Serpong dan Kecamatan Serpong Utara. SPK IV, adalah kecamatan Setu (pasal 30). Kawasan peruntukan perumahan kepadatan sedang meliputi: Kecamatan Serpong Utara, Kecamatan Serpong; dan Kecamatan Setu (pasal 47). Pada pasal 32, kawasan perumahan skala besar diisyaratkan melakukan pengembangan jaringan air limbah komunal, dengan demikian BSD City dengan sendirinya harus memiliki pengolahan limbah cair komunal yang berasal dari rumah tangga, walaupun untuk pengolahan limbah cair industri tidak berbahaya sudah ada. Kecamatan Serpong dan Kecamatan Serpong Utara ditetapkan sebagai kawasan peruntukan perkantoran, meliputi kawasan peruntukan perkantoran pemerintahan dan perkantoran swasta (pasal 49). Kegiatan industri menengah dapat dikembangkan di Kecamatan Serpong, Kecamatan Serpong Utara, Kecamatan Setu dengan ketentuan kegiatan industri tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kawasan sekitarnya, sedangkan kawasan peruntukan pergudangan ditetapkan di Kecamatan Setu dan Kecamatan Serpong (pasal 50). Kawasan strategis dari sudut kepentingan pertumbuhan meliputi: sepanjang Jalan Raya Serpong, kawasan sekitar *Central Bussiness District* (CBD) Bumi Serpong Damai Kecamatan Serpong, kawasan sekitar CBD Bintaro Kecamatan Pondok Aren; dan Kawasan Alam Sutra Kecamatan Serpong Utara (pasal 57). Berdasarkan RTRW Kota Tangerang Selatan 2011 – 2031. BSD City merupakan sebuah kawasan yang dikembangkan untuk peruntukan perumahan dengan kepadatan sedang, perkantoran, perdagangan, industri menengah dan pergudangan yang tidak menimbulkan polusi suara, udara, dan air. Peraturan daerah Kabupaten Bekasi nomor 12 tahun 2011 tentang rencana tata ruang wilayah Kabupaten Bekasi tahun 2011 – 2031. Pada

Pasal 10, Cikarang Utara diarahkan sebagai wilayah pengembangan I (WP I) dengan fungsi utama untuk pengembangan industri, perdagangan dan jasa, perumahan dan permukiman, pariwisata dan pendukung kegiatan industri. Kecamatan Cikarang Utara pada pasal 33 ditetapkan sebagai wilayah pengembangan wisata buatan/ binaan, dan pada pasal 32, Cikarang Utara ditetapkan sebagai salah lokasi untuk kawasan Industri besar. dan harus memperhatikan persyaratan (Pasal 32), sebagai berikut :

- a. Pengembangan kawasan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ekologis, memperhatikan daya dukung lahan dan tidak mengkonversi lahan pertanian;
- b. Pengembangan kawasan didukung oleh jalur hijau sebagai penyangga antar fungsi kawasan bawah;
- c. Pengembangan kawasan harus didukung oleh sarana dan prasarana industri;
- d. Pengembangan kegiatan industri berbasis sumberdaya lokal yang berkelanjutan;
- e. Industri yang dikembangkan memiliki keterkaitan proses produksi mulai dari hulu dan hilir yang dibentuk berdasarkan pertimbangan efisiensi biaya produksi, keseimbangan lingkungan dan aktifitas sosial;
- f. Setiap kegiatan industri di kabupaten diarahkan berada pada peruntukannya dengan menggunakan metode teknologi ramah lingkungan dan harus didukung dengan upaya pengelolaan terhadap lingkungan; dan
- g. Pada setiap kawasan industri (berupa kawasan yang mengelompok) diwajibkan menyediakan Ruang Terbuka (RTH) *private* 10 (sepuluh) persen dan RTH publik 20 (dua puluh) persen.

Ketentuan umum peraturan zonasi pada kawasan yang memiliki fungsi teknologi pada pasal 54 disusun dengan persyaratan:

- a. Zona ini harus dilengkapi dengan RTH yang digunakan sebagai *buffer zone* industri dengan kawasan lainnya;
- b. Pengembangan kawasan industri dibagi atas zonasi yang jelas antara permukiman dan kawasan industri; dan
- c. Penerapan teknologi yang ramah lingkungan pada kawasan industri.

Penetapan garis sempadan sungai (kali) sungai Cilemahabang yang mengalir di tengah Kota Jababeka, ditetapkan berdasarkan kedalaman tidak lebih dari 3 (tiga) m (Pasal 23). Kawasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) perkotaan paling sedikit 30% dari luas total kawasan perkotaan, yang terdiri dari RTH publik 20 (dua puluh persen) berupa taman kota, tempat pemakaman umum, dan jalur hijau sepanjang

jalan dan sungai dan RTH privat 10 % (pasal 23), berupa kebun atau halaman rumah, gedung milik masyarakat dan swasta yang ditanami tumbuhan. Pada pasal 37 Cikarang Utara ditetapkan sebagai kawasan strategis berpotensi menjadi kegiatan perekonomian tinggi.

Tabel 4.1 Profil Kota Baru

Kota	Sentul City		BSD City		Kota Jababeka	
Pengembangan	Tahun 1993		Tahun 1985		Tahun 1984	
Luas lahan	2,465 ha		6,000 ha		5,600 ha	
Fungsi kota	Hunian, Wisata & istirahat		Hunian, Bisnis & Perdagangan		Hunian, Industri & Perdagangan	
Letak ketinggian	175-600 meter dpl		45 meter dpl		15 meter dpl	
Topografi	Berbukit		Datar-bergelombang		Datar	
Penduduk						
Tahun	Laki-laki	Wanita	Laki-laki	Wanita	Laki-laki	Wanita
2012	56,821	53,272	112,575	112,051	259,484	238,202
Total	110,093		224,626		497,686	
Fasilitas Pendidikan	Jumlah		Jumlah		Jumlah	
SD	4		12		5	
SMP	4		12		7	
SMA	4		10		5	
Fasilitas Kesehatan	1		3		2	
IPA Air Bersih	-		3000 l/detik		600 l/detik	
Pengelolaan Limbah padat Domestik	-		1		0	
Pengelolaan Limbah Cair Domestik	1		-		-	
Pengelolaan Limbah Cair Industri	-		130 l/detik		402 l/detik	

Sumber: 1 Statistik Kabupaten Bogor (2013), Statistik Kota Tangerang Selatan (2013), Statistik Kabupaten Bekasi (2013), Annual Report Jababeka (2012).

4.2 Pengembangan Sentul City

Kawasan Sentul City berada pada wilayah Desa Bojong Koneng, Cijayanti, Sumur Batu, Citaringgul, dan Gunung Pancar yang memiliki kemiringan >25%. Kawasan Sentul City awalnya direncanakan sebagai Kawasan Agrowisata yang mengkonversi perkebunan, kemudian berubah menjadi Perumahan Bukit Sentul, dan akhirnya menjadi Sentul City. Luas lahan 3000 ha. Di dalam kawasan terdapat pemukiman penduduk (419.7 ha) serta hutan lindung (116.4 ha) yang tidak akan dibebaskan (Andal Bukit Sentul, 2000). Pengembangan Sentul City

secara administratif berada pada 2 kecamatan yaitu Kecamatan Babakan Mandang dan Kecamatan Sukaraja yang meliputi delapan desa (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Wilayah Kecamatan dan Desa di Lingkungan Sentul City

Kecamatan	Desa
Babakan Madang	Babakan Madang
	Citaringgul
	Cipambuan
	Kadumanggu
	Bojongkoneng
	Sumurbatu
	Cijayanti
Sukaraja	Cadas ngampar

Sumber: Andal Bukit Sentul (2000)

Sentul City terletak pada $06^{\circ} 32'05''$ - $06^{\circ} 38'45''$ LS dan $106^{\circ} 50'20''$ - $106^{\circ} 56'10''$ BT. Sentul City terletak di sebelah timur Kota Bogor, mempunyai kemiringan lereng berkisar dari datar sampai sekitar 60° , dengan ketinggian antara 175 - 600 m dpl (Andal Bukit Sentul, 2000).



Gambar 4.4 Peta Lokasi Geografis Kawasan Sentul City

Sumber: RTRW Kabupaten Bogor, 2005-2025

4.2.1 Lingkungan Alami Sentul City

Morfologi desa-desa tersebut umumnya memiliki topografi berbukit dengan elevasi berbeda. Pada lahan yang memiliki lereng antara 15–25%. Dari 2 daerah administratif kecamatan yang ada di dalam Sentul City, baru Kecamatan Babakan Mandang yang sudah dikembangkan meliputi, Desa Babakan Mandang, Bojong Koneng, Sumur Batu, Citaringgul, dan Cijayanti. Keadaan morfologi Sentul City (Andal Sentul City (2000):

Topografi bergelombang sampai berbukit, dengan kelas kemiringan lereng, Sebagai berikut: kemiringan lereng <8%, seluas 37%, dari luas total kawasan Sentul City, lereng dengan kemiringan –15% seluas 24% dari luas total kawasan Sentul City, kemiringan lereng 15-25% seluas 23% dari luas total kawasan Sentul City, dan kemiringan lereng >25%, seluas 16 % dari luas total kawasan Sentul City.

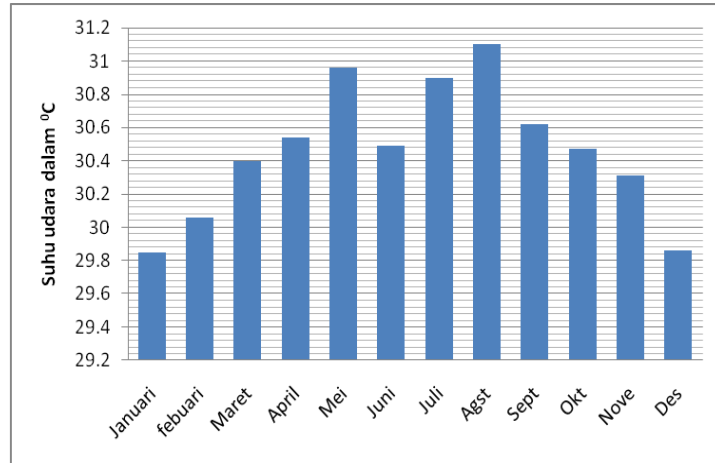
Dari 3001,40 ha luas total kawasan Sentul, terdapat dusun/kampung (419, 70 ha) yang tidak dibebaskan yang tidak dikembangkan dan hutan lindung seluas 116,40 ha yang dikonversi. Pada kawasan Sentul City terdapat lokasi rawan longsor atau gerakan tanah, antara lain:

- 1) Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, berada pada desa Kadumangu, Cipambuan. Zona ini sangat jarang atau tidak pernah terjadi gerakan tanah morfologi mendatar-bergelombang dengan kemiringan lereng <15% , batuan dasar umumnya adalah endapan alluvial dan kipas aluvial.
- 2) Zona kerentanan gerakan tanah Rendah, berada pada desa Babakan Mandang, Citaringgul. Zona ini jarang terjadi gerakan tanah, kecuali jika mengalami gangguan pada lerengnya dengan kemiringan lereng landai (5-15%) sampai sangat terjal (50-70%), batuan penyusunnya adalah Breksi Vulkanik, Lava, dan pasir Tufan.
- 3) Zona kerentanan gerakan tanah menengah, antara lain Desa Cijayanti, dan Bojongkoneng. Pada zona ini gerakan tanah dapat terjadi terutama pada lembah sungai Gawir, Tebing pemotongan jalan atau lereng yang mengalami gangguan. Batuan penyusunnya berupa perselingan batu pasir dan batu lempung dan Napal, Breksi Vulkanik dan Tuf Lapili
- 4) Zona kerentanan gerakan tanah tinggi, desa Bojongkoneng. Pada zona ini sering terjadi gerakan tanah, terutama akibat curah hujan yang tinggi dan proses erosi yang kuat. Kemiringan lereng agak terjal (15-30%) sampai dengan Curam (>70%) , batuan penyusunnya adalah Breksi Vulkanik, Lava, perselingan batu pasir dengan lempung napal.

Berdasarkan PERMEN PU No 41/PRT/M/2007, tentang pedoman kriteria teknis kawasan budi daya permukiman, lahan yang dapat dikembangkan adalah daerah yang memiliki kemiringan lereng 0-15% (datar-bergelombang) yaitu seluas 1815,3 ha (60,448% dari luas total area), sisanya merupakan lahan dengan kemiringan 15%-25% boleh dibangun dengan persyaratan ketat seluas 695 ha (23 %). Lahan dengan kemiringan >25% seluas 489,4 ha (16%) tidak boleh dibangun (Andal Bukit Sentul, 2000). Kawasan Sentul City merupakan kawasan yang rawan terhadap gerakan tanah, berupa longsor tanah (*land slide*) dan rayapan tanah (Direktorat Geologi Tata Lingkungan ,1993). RTRW Kabupaten Bogor tahun 2005-2025 menetapkan Kecamatan Babakan Mandang sebagai kawasan rawan bencana alam (Pasal 31). Jenis tanah pada kawasan Sentul City (Andal Bukit Sentul 2000), antara lain:

- 1) **Aluvial:** Lempung, Lanau, Kerikil, Kerakal, dengan sebaran dekatar desa babakan Mandang, Kadung Mangu, dan Sumur Batu.
- 2) **Kipas:** Lanau, Pasir, Kerikil, dan Kerakal dan batuan vulkanik Kuater diendapkan kembali sebagai kipas alluvial, dengan sebaran desa Cipambuan.
- 3) **Formasi Jatiluhur:** Napal dan Serpih Lempung dengan Bagianpan batu pasir kuarsa, bertambah pasir kearah timur, dengan sebaran terluas pada kawasan Sentul City, yang meliputi desa Babakan Madang, Citaringgul, Cipambuan, Bojongkoneng, Sumurbatu, Cijayanti.
- 4) **Breksi dan lava: Tufa, Bongkahan andesit,** dan Lava dari Gunung Limo dan Kencana, dengan sebaran di sebagian kecil desa Cijayanti.

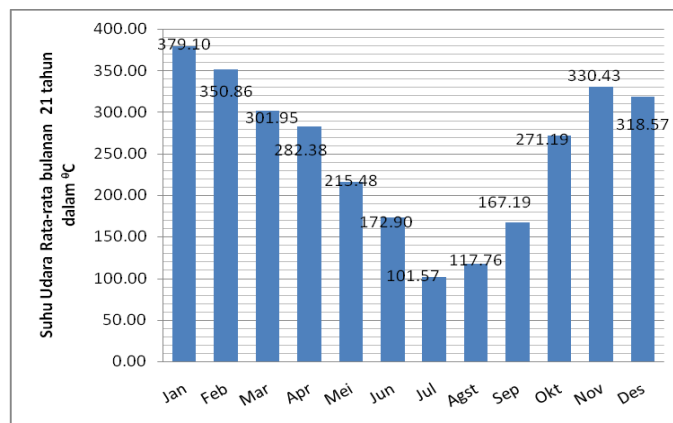
Suhu udara rata-rata tahunan selama 20 tahun (tahun 1987–2012) di Kawasan Sentul City suhu tahunan rata-rata tertinggi terjadi pada tahun 2002 sebesar 30.8⁰C dan 2005 sebesar 30.8⁰C dan suhu udara terendah pada tahun 1992 sebesar 29.14⁰C dan 2001 sebesar 29.34⁰C (gambar 4.5). Suhu udara bulanan rata-rata tertinggi terjadi pada Bulan Agustus sebesar 31.01⁰C, sedangkan terendah terjadi pada Bulan Januari sebesar 29.85⁰C dan Bulan Desember sebesar 29.86⁰C.



Gambar 4.5 Suhu Rata-rata Bulanan Kawasan Sentul City Th 1992 – 2012 (Staklim Dramaga)

Sumber: Buku Informasi Perubahan Iklim dan Kualitas Udara di Indonesia, (2012). diakses 28 juli 2013 dari www.mbkg.go.id

Hasil pengukuran curah hujan dari tahun 1992 sampai dengan 2012 (gambar 4.6). Curah hujan berfluktuatif, dengan curah hujan terbesar ditahun 2005 dengan curah hujan rata-rata sebesar 466 mm/bulan dan terendah pada tahun 1997 dengan curah hujan sebesar 89 mm dengan tren peningkatan sebesar 1.25 mm, dengan curah hujan bulanan rata-rata terbesar terjadi pada Bulan Januari sebesar 379.10.mm



Gambar 4.6 Curah Hujan Bulanan 1992-2012 Kawasan Sentul City

Sumber: Staklim Dramaga, Bogor, 2013

4.2.2 Lingkungan Buatan Sentul City

Pengembangan Sentul City merupakan hasil konversi sawah, kebun campuran, dan lahan pertanian/lahan kering. Tren perubahan dapat dilihat dari hasil penginderaan jarak jauh, tahun 1998, tahun 2000, tahun 2005, tahun 2009, dan tahun 2012, seperti terlihat pada gambar 4.8. Luas Sentul City dibandingkan dengan luas total Kawasan Sentul City secara keseluruhan luasnya sebesar 44%, tetapi Sentul City pengembangannya lebih cepat. Berdasarkan tabel 4.3, lahan kawasan Sentul City yang secara administratif berada pada Kecamatan Babakan Mandang memiliki luas 5642 ha, sedangkan luas Sentul City berdasarkan *masterplan* Sentul City (2012), luas total 2465 ha, yang meliputi luas lahan terbangun mencapai 1449,60 ha atau 59 % dari 2465 ha luas total Sentul City. Luas 1449,60 ha, terdiri dari perumahan dengan luas 624 ha, perdagangan 394 ha, dan sarana prasarana 432 ha termasuk di dalamnya Ruang Terbuka Hijau yang ada di kawasan Sentul City. Luas lahan terbangun Kawasan Sentul City sampai dengan tahun 1998 mencapai 169 ha.

Tabel 4.3 Tata Guna Lahan Kawasan Sentul City Tahun 1998 s/d 2012

No	Penggunaan Lahan	1998		2000		2005		2009		2012	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Hutan lindung	725.6	13	448	8	293.58	5	286.3	5	264	5
2	Kebun Campuran	3725	66	2520	45	3753	67	3439	61	2810	50
3	Semak Belukar	842.5	15	2303	41	1004	18	1136	20	1633.56	29
4	Lahan Terbangun	169	3	212.73	4	479	8.50	687.30	12	907.49	16
5	Sawah	42.54	1	2.16	0.04	27	0.50	21.3	0.37	8.73	0.15
6	Lahan Terbuka	49.48	1	118	2	45.06	0.80	40.6	1	11.80	0.20
7	Lahan pertanian/lahan kering	51.68	1	6.24	0.11	8.15	0.14	6	0.12	4.68	0.08
8	Badan Air	36.20	1	14.40	0.25	8.21	0.14	7.5	0.14	2.26	0.14
Total		5,642	100	5,642	100	5,642	100	5,642	100	5,642	100

Sumber: Landsat

Pertumbuhan lahan terbangun, sejak tahun 2000 sampai dengan tahun 2012 tren mengalami peningkatan. Keberadaan hutan lindung sejak tahun 1998, hingga

tahun 2012 mengalami tren penurunan, hal ini terjadi karena adanya konversi lahan, demikian juga dengan kebun campuran mengalami perubahan keluasan. Kebun campuran berdasarkan tabel 4.3 mempunyai hubungan yang signifikan dengan semak belukar, luas kebun campuran mengalami penurunan sedangkan semak belukar mengalami peningkatan akibat kebun campuran tidak dibudidayakan lagi, karena siap untuk dikembangkan menjadi perumahan, namun karena kecepatan pembangunan perumahan mengalami keterlambatan, semak belukar dan lahan terbuka keluasannya meningkat. Dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2000, pengembangan Sentul City mengalami pelambatan akibat terjadinya krisis ekonomi Indonesia tahun 1998 yang berpengaruh pada sektor properti. Pada tahun 2005 ekonomi Indonesia sudah pulih dan berpengaruh pada Sentul City, luas lahan terbangun mengalami peningkatan, hal ini terjadi sampai dengan tahun 2012. Luasnya lahan terbangun mengakibatkan Ruang Terbuka Hijau mengalami penurunan, karena dikonversi menjadi lahan terbangun. Badan air mengalami tren penurunan sejak tahun 1998 hingga 2012. Konversi lanskap menyebabkan hilangnya vegetasi asli dan degradasi habitat. Modifikasi lanskap mengubah fisik lingkungan, mempengaruhi proses ekosistem, kekayaan dan distribusi spesies, serta, menyebabkan lingkungan menjadi miskin akan spesies. Dari segi ekologi lanskap, “pembangunan perkotaan mempengaruhi struktur *patch* dengan mengubah ukuran, bentuk, interkonektivitas, dan komposisi *patch* alami. Perubahan fisik lanskap mengakibatkan berbagai gangguan. Berbagai konfigurasi dari struktur perkotaan menyiratkan hasil alternatif mosaik dari *patch* dengan demikian, berdampak pada fungsi ekosistem (Alberti, 2000)”. Debit air di sungai Citeurep dan Cikeas mengalami penurunan. Sungai-sungai di Kawasan Sentul debit air umumnya kecil, kurang lebih sebesar 0,5 l/det (Geologi Tata Lingkungan, 1992). Hal ini yang menyebabkan pasokan air bersih Sentul City harus dipasok dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Bogor, selain sungai Cikeruh, Cikeas dan Citeureup, di dalam Sentul City mengalir pula sungai Cijayanti yang mengalir di tengah kluster perumahan dan lapangan golf. Topografi yang berbukit dengan kemiringan > 25% mengakibatkan pengembangan fisik Sentul City menjadi terbatas sehingga menghasilkan Ruang Terbuka Hijau, terutama daerah dengan kemiringan >25%.

Dari perspektif Ekologi lanskap, struktur Sentul City terdiri dari matriks, *patch* dan koridor. *Patch* di Sentul City berbentuk, klaster perumahan, dan kawasan perdagangan dan bisnis, pusat rekreasi, hiburan, dan sarana pendukung seperti sekolah dan rumah sakit (tabel 4.3). danau, taman/hutan kota, lapangan golf, sedangkan koridor berupa Jalur pejalan kaki, jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder dan jalan lokal sekunder, jalur pejalan kaki, sungai. Perumahan direncanakan terdiri atas jenis rumah biasa dan apartemen, yang ditempatkan sebagai kelompok-kelompok hunian. (*cluster*). Sentul City dilengkapi dengan fasilitas perdagangan/bisnis, pendidikan, rumah sakit, dan tempat rekreasi.

Sentul City dikembangkan pada lahan dengan morfologi berbukit, dengan demikian pengembangan Sentul City memiliki keterbatasan, seluruh lahan tidak dapat dikembangkan terutama pada lahan yang memiliki kemiringan > 25 %. Lahan tersebut dikembangkan menjadi Ruang Terbuka Hijau, dan pada lahan yang memiliki kemiringan < 25% dikembangkan dengan mengikuti garis kontur.

Tabel 4.4 Rencana Peruntukan / Pemanfaatan Ruang

Rencana Peruntukan/ Pemanfaatan Ruang	Total Luas Lahan <i>Gross Area</i>	Luas Prmh &Jasa Perdgn Efektif		Luas Prmh &Jasa Perdgn non efektif		luas area efektif	luas area non efektif
	ha	ha	%	ha	%	terhadap total <i>gross</i> %	%
Perumahan	1,587.1661	1,059.5720	67	527.5 941	33.	43.	21.
Jasa/Perdagangan	445.8348	419.5429	94	26.2929	6	17.	1.4
Sarana/prasarana	432.0216	0	0	432.0216	100		17. 6
Total <i>gross</i>	2,465.0225					60	40

Sumber: *Master Plan* Sentul City, 2012

Berdasarkan peta rupa bumi (Bakosurtanal, 1998). Elevasi pada Kawasan Sentul City memiliki ketinggian yang beragam dengan elevasi tertinggi berada klaster perumahan dengan elevasi 315 m diatas permukaan laut laut (dpl), sedangkan elevasi terendah berada pada 184 m dpl.

Pengembangan hunian atau perumahan di Sentul City berupa kelompok (klaster). Perumahan yang dibangun memiliki keluasan beragam dengan rentang 90 m² –

300 m². Klaster yang memiliki kemiringan relatif datar 0% - 8%, dan dengan kemiringan 8% - 15%, dengan luas kavling berkisar antara 200 m² – 300 m², klaster memiliki koefisien dasar bangunan (KDB) berkisar antara 30% - 40%. Pengembangan perumahan pada lahan berkontur mengikuti garis kontur. pola pengembangan klaster ini, rumah yang dibangun berupa rumah tunggal dengan kemiringan lahan antara 15% – 25%, untuk menyesuaikan kondisi lahan, permukaan lantai rumah ada yang berada diatas tanah (*Up Slope*), dan menggantung (*Down Slope*). Perumahan dengan koefisien dasar bangunan (KDB) 60%, memiliki keluasan lahan berkisar antara 70 m² - 80 m² –120 m². Rumah-rumah pada klaster ini merupakan rumah deret, di desain memiliki taman depan dan belakang. Beberapa pemilik rumah memanfaatkan halaman belakang untuk memperluas bangunan. Penambahan luas bangunan ini memperluas permukaan kedap air pada kawasan yang bersangkutan, dan berakibat meningkatnya volume limpasan permukaan. Pada umumnya kawasan bisnis dan jasa-perdagangan yang dibangun memiliki KDB 60% - 80%, antara lain: Pusat Bisnis, Rumah Sakit, dan Kawasan Perdagangan terletak pada jalan arteri sekunder, sedangkan ruko-ruko tersebar, pada klaster perumahan yang berada pada jalan kolektor Sekunder.

Awal permukaan lahan kawasan bisnis yang berada pada jalan arteri sekunder, bentuk lahannya bergelombang dengan elevasi tertinggi 226 m dpl, dan terendah 196 m dpl, merupakan tegalan (Bakosurtanal, 1998), kemudian pada pengembangannya dilakukan *Cut & Fill*, teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan bidang datar yang lebih luas, dan kemudahan dalam pengembangannya “Pembangunan lebih mudah dan murah pada pengembangan lahan datar, namun pemotongan lahan (*grading*) dapat menghilangkan banyak pohon (Duany. at al 2010).” Lahan awal pada kawasan bisnis ini berupa tegalan atau pertanian lahan kering, dengan demikian *grading*. yang dilakukan tidak menghilangkan banyak pohon. Pada saat penelitian dilakukan elevasi awal lahan mengalami perubahan, terlihat (tersisa) berupa lahan terbuka dengan ketinggian yang berbeda dibandingkan dengan lahan sekitarnya yang sudah mengalami perubahan.

Kemiringan lereng $>25\%$ berupa bukit atau lembah. Kemiringan dan panjang lereng adalah dua sifat topografi yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Semakin panjang kemiringan lereng, volume erosi yang dihasilkan akan bertambah. Hutan kota pada lahan yang memiliki kemiringan lereng $> 25\%$, dengan bentuk perbukitan maupun lembah merupakan sebuah upaya konservasi tanah dan air, dengan metode vegetatif.

“Tumbuhan atau sisa-sisanya dapat mengurangi daya tumbuk air hujan karena kecepatan dan tekanannya berkurang, dengan berkurangnya daya tekan maka akan berkurang daya rusak hujan terhadap tanah sehingga erosi dapat terhindar, disamping itu, tanaman dapat memperbaiki kapasitas infiltrasi. Bagian vegetasi yang berada di dalam tanah (perakaran) meningkatkan kekuatan mekanik tanah (Asdak 2010. p 168).”

Jalan di dalam Sentul City memiliki RTH di sepanjang jalan, antara lain: pada jalan M.H.Thamrin-Siliwangi, jalan arteri sekunder sebagai penghubung antara jalan yang menuju ke klaster, dan jalan di antara perumahan di dalam klaster. Pada jalan M.H.Thamrin maupun Siliwangi RTH berada pada bahu jalan dan median tengah, maupun pada lahan kosong yang ada di sepanjang jalan yang belum dimanfaatkan atau dikembangkan, sedangkan pada jalan yang menghubungkan antara jalan M.H. Thamrin dan Siliwangi dengan klaster perumahan, RTH berada di dalam klaster, bahu jalan maupun pada pintu masuk utama klaster.

Patch pada Sentul City berupa klaster perumahan, perdagangan dan bisnis, taman kota/hutan kota, danau/*ponds*, sedangkan koridor berupa jalan raya, sungai, jalur pejalan kaki, jalur pesepeda. *patch* yang ada didalam sentul dengan bentuk hutan kota pada lahan yang memiliki kemiringan $>25\%$ memiliki jasa regulasi yaitu menahan longsor yang dapat terjadi pada tanah yang labil dengan kemiringan $>25\%$. Hutan kota dan taman kota selain dapat menahan longsor, juga dapat menyimpan cadangan air bawah tanah, karena kapasitas infiltrasi akibat adanya vegetasi. Di samping itu hutan kota/taman kota memiliki jasa budaya, sebagai tempat untuk berkreasi dan belajar.

Legenda			<p>Nama Gambar : Masterplan Sentul City</p>	 Universitas Indonesia	<p>JENJANG DOKTOR PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN PROGRAM PASCA SARJANA</p>
1	Pusat Bisnis dan jasa Perdagangan				
2	Islamic Centre				
3-15	Klaster Perumahan				
A1, A2, A3	Ruang Terbuka Hijau				
B	Eco Park				
C1, C2	Lapangan Golf				
CC	Convention Centre				
D	Danau Terate				
D1	Danau Nothridge				
D2	Rencana Danau 12 ha				
D3	Rencana Danau 1 ha				
S	Sekolah				
T	Taman Budaya				
RS	Rumah Sakit				

Gambar 4.8 *Master Plan* Sentul City
Sumber: Sentul City, 2013.

Patch dengan bentuk badan air antara lain: danau, *ponds*, memiliki jasa regulasi sebagai penampungan air hujan, Danau yang ada di Sentul City memiliki potensi sebagai *reservoir* yang menampung air hujan, sehingga dapat berfungsi sebagai cadangan bahan baku air bersih bagi penduduk Sentul City, karena sungai yang mengalir di Sentul City debitnya sangat kecil sehingga tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air bersih, sedangkan *patch* dengan bentuk klaster perumahan memiliki jasa *provisioning*, rumah-rumah yang ada didalam ekosistem ini merupakan tempat tinggal, berkarya, dan beristirahat bagi penghuni klaster, sedangkan Ruang Terbuka Hijau, memiliki jasa regulasi yaitu menurunkan suhu udara mikro. Koridor, dengan bentuk jalan raya, jalur pejalan kaki, dan pesepeda selain memiliki jasa *provisioning* menghubungkan tempat aktifitas, juga memiliki jasa regulasi berkontribusi untuk memperbesar cadangan air bawah tanah (abt), karena memiliki *permeability* yang baik, pada bahu jalan. Koridor sungai sebagai sebuah ekosistem memiliki jasa regulasi sebagai penampungan dan mengalirkan air hujan.

Pengembangan Sentul City jalan raya dan jalur pejalan kaki, pesepeda, yaitu: jalan lokal primer MH Thamrin memiliki 3 jalur pada ke dua arahnya nya, setiap jalur memiliki lebar +/- 3 m, sedangkan jalan Siliwangi memiliki 2 jalur dengan lebar 3 m untuk tiap jalur. Pada jalan arteri sekunder memiliki lebar 7 m. Pada jalan Siliwangi memiliki jalur pejalan kaki atau jalan orang dengan lebar 1.2 m, jalan ini tidak menerus dan ada sepanjang lokal primer, sedangkan jalur sepeda ada di sepanjang jalan MH Thamrin. Jalur pejalan kaki dijumpai di Jalan Siliwangi tetapi tidak menerus sampai sepanjang jalan M.H.Thamrin. Idealnya jalur pejalan kaki di sepanjang jalan Siliwangi dan Jalan. M. Thamrin menerus dengan setiap klaster. Sebagai contoh adalah jalur pejalan kaki pada klaster yang berada pada jalan arteri sekunder, menerus dengan jalur pejalan kaki pada Jalan Siliwangi. Jalur pesepeda di sepanjang Jalan Siliwangi sebadan dengan jalan kendaraan dengan pembatas berupa marka jalan. Jalur sepeda idealnya letaknya terpisah dengan jalan kendaraan dengan pembatas berupa koridor hijau seperti yang diterapkan pada jalur pejalan kaki, sehingga pengguna jalur pesepeda akan terasa aman dan nyaman.

4.2.3 Ekosistem Sentul City

Patch di Sentul City berbentuk, klaster perumahan, dan kawasan perdagangan, danau, taman/hutan kota, lapangan golf, sedangkan koridor berupa Jalur pejalan kaki, jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder dan jalan lokal sekunder, jalur pejalan kaki, sungai.

4.2.3.1 *Patch*

4.2.3.1.1 Klaster Perumahan, Pusat Bisnis & Perdagangan

Di dalam *patch* unsur biotik selain manusia terdapat juga vegetasi yang mendukung kehidupan manusia. Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada umumnya berada pada badan jalan kolektor sekunder maupun jalan lokal sekunder, taman pasif atau taman bermain. Ruang Terbuka Hijau pada lembah dengan tutupan hutan *Pinus Merkusii*, yang berada pada 2 lokasi pada jalan utama. Selain lembah, sepanjang jalan kolektor sekunder, bahu jalan dan jalur pejalan kaki ditanami dengan pohon yang menerus hingga jalan arteri sekunder hal serupa di jumpai pada jalan kolektor sekunder menuju klaster. Sepanjang bahu jalan dan Ruang Terbuka Hijau lainnya juga ditanami dengan pohon *Pinus Merkusii*. *Patch* dengan bentuk danau buatan berfungsi sebagai penampungan air hujan yang jatuh pada klaster ini, maupun kawasan di sekitarnya dengan luas +/- 2 ha. Pada klaster perumahan dengan Koefisien Dasar Bangunan (KDB) 60%, dijumpai taman lingkungan berupa taman bermain untuk anak. Ruang Terbuka Hijau pada klaster ini berada pada jalan lokal sekunder. Kawasan bisnis dan perdagangan memiliki KDB 70% - 80%, RTH kawasan ini berada pada kavling bangunan/gedung berada pada lokasi halaman dan parkir. Pada jalan utama kawasan bisnis dan perdagangan memiliki median tengah dengan lebar 1.2 m, ditanami pohon palem Serdang. Ekosistem pada klaster perumahan memberikan jasa regulasi berupa menurunkan temperatur udara mikro, mempertahankan muka air bawah tanah (abt), maupun mengurangi air permukaan, di samping itu ekosistem pada klaster perumahan memberikan jasa sosial budaya, di mana

penghuni perumahan dapat melakukan olah raga seperti jalan kaki dan bersepeda dengan aman dan nyaman. Kawasan bisnis dan perdagangan yang memiliki KDB yang tinggi (70% - 80%), ekosistem tidak memberikan jasa dengan optimum, akibat luas lahan (kavling) dimanfaatkan secara optimal sehingga keluasaan lahan di dominasi oleh lahan kedap air.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Mikro Sentul City

Lokasi Pengukuran																			
1		2		3		4		5		6		7		8		9		Rerata	
C	rh	C	rh	C	rh	C	rh	C	rh	C	rh	C	rh	C	rh	C	rh	C	rh
32.4	50	30.7	47	31	51	31.5	43.4	30	45	29.8	46	30.3	43	32	43	33.1	45	31.2	46

Pada perumahan dengan koefisien dasar bangunan (KDB) yang memiliki persentase (%) besar dengan kerapatanutupan pohon yang rendah, temperatur udara mikro lebih tinggi, dibandingkan dengan persentase (%) koefisien dasar bangunan (KDB) yang kecil denganutupan pohon yang luas seperti terlihat pada hasil pengukuran pada tabel 4.5 dan gambar 4.9 lokasi pengambilan sampel.



Gambar 4.9 Titik Pengambilan Sampel Suhu dan Kelembaban Udara Sentul City

Sumber: Hasil olahan penulis

Keterangan:

Pengukuran dilakukan pada cuaca cerah. Hasil yang didapat merupakan nilai rata-rata.

T : Suhu udara (Derajat C)

Rh : Kelembaban Udara relatif (%)

Titik pengambilan *sample*

1= CBD Area	4=Klaster Venesia	7=Klaster Bukit Golf Hijau
2= Jalan Moh.H. Thamrin	5=Klaster Bali	8=Jalan Kolektor Andalusia,
3= Danau Nortridge	6=Taman Budaya	Equator
		9=Pasar Apung

Berdasarkan Tabel 4.4 Suhu dan Kelembaban Udara Mikro dapat dihitung indeks temperatur dan kelembaban dengan menggunakan persamaan Nieuwolt, dan *THI Thermal Catagories*, seluruh lokasi pengukuran masuk pada zona tidak nyaman, dimana pada zona tidak nyaman rentang suhu udara : $THI > 26$ (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Hasil Penghitungan *Temperature Humidity Index* Sentul City

Lokasi	Hasil	Lokasi	Hasil	Lokasi	Hasil
1	28,9	4	28	7	26,8
2	29,2	5	26,7	8	28
3	28	6	26,6	9	29

Berdasarkan hasil penghitungan *temperature humidity index*, vegetasi memberikan jasa regulasi berupa penurunan suhu udara mikro terlihat pada hasil pengukuran suhu dan kelembaban di mana kawasan yang memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi memiliki THI yang rendah

Pohon di Sentul City berdasarkan data yang ada pohon Jenis lokal sebanyak 33% dan Tanaman Luar (Jenis Introduksi) 66%, jenis dan lokasi lokasi penanaman tersebar (Tabel, 4.7). Menurut Zabel (2007), Soeriaatmaja (1989), Hirokawa (2011), bahwa pohon/vegetasi dapat mengurangi suhu udara mikro, hal ini dapat terlihat hasil pengukuran pada titik 6 dengan lokasi Taman Budaya dengan temperatur udara $29,8^{\circ}\text{C}$, dengan kelembaban 46 %. Pada kawasan CBD saat observasi dilakukan sedang pada tahap pengembangan memiliki temperatur udara yang lebih tinggi dibandingkan lokasi lain, hal ini disebabkan kawasan CBD

masih terbuka, tutupan vegetasinya masih terbatas hanya pada median tengah jalan kolektor sekunder yang menghubungkan antara jalan arteri sekunder (M.Thamrin) dengan Klaster perumahan. Pada lembah hutan kota pada klaster perumahan, pohon *Pinus Merkusii* merupakan pohon yang dominan ditanam. Di dalam Taman Budaya, fasilitas areal parkir ditanami pohon dengan rapat sehingga menaungi kendaraan yang parkir dari sengatan matahari dan menjadikan area parkir nyaman, berbeda dengan Pasar Apong, yang tidak memiliki parkir memadai, parkir kendaraan berada di badan jalan sehingga tidak memberikan kenyamanan bagi pengunjung yang datang pada siang hari karena temperatur udara pada area ini cukup tinggi (lokasi 9). *Eco Park* yang lokasinya berdampingan dan menjadi satu kesatuan dengan Pasar Apung keadaannya lebih nyaman dengan pohon-pohon yang rindang menyebabkan temperatur udara lebih rendah dibandingkan Pasar Apung. Berdasarkan observasi hutan kota pada Taman Budaya, maupun *Eco Park*, selain bermanfaat secara fisik, vegetasi secara signifikan juga menawarkan jasa sosial, budaya, spiritual, dan ekonomis di daerah perkotaan hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hirokawa, (2100, p 241).

Tabel 4.7 Jenis pohon di Sentul City

No. Jenis	Asal	Jenis Introduksi/Lokal
1 <i>Acacia mangium</i>	Maluku Indonesia	Jenis lokal
2 <i>Alstonia scholaris</i>	Indonesia	Jenis lokal
3 <i>A raucaria heterophylla</i>	New Zealand	Exotic
4 <i>A reca cathecu</i>	Malaysia, Philippines	Jenis Introduksi
5 <i>Artocarpus altilis</i>	Pacific Islands	Jenis Introduksi
6 <i>Barringtonia asiatica</i>	Indian Ocean	Jenis Introduksi
7 <i>Bauhinia blakeana</i>	Continental Asia	Jenis Introduksi
8 <i>Bismarckia nobilis</i>	Madagaskar	Jenis Introduksi
9 <i>Brassaia actinophylla</i>	Australia	Jenis Introduksi
10 <i>Calliandra calothyrsus</i>	Central America, Mexico	Jenis Introduksi
11 <i>Callistemon citrinus</i>	Australia	Jenis Introduksi
12 <i>Cassia fistula</i>	Indonesia	Jenis lokal
13 <i>Casuarina sumatrana</i>	Indonesia	Jenis lokal
14 <i>Cerbera odollam</i>	Indonesia	Jenis lokal
15 <i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	Madagaskar	Jenis Introduksi
16 <i>Cinnamomum burmanni</i>	Indonesia	Jenis lokal
17 <i>Cocos nucifera</i>	Pantropical	Jenis lokal
18 <i>Cryota mitis</i>	Indonesia	Jenis lokal
19 <i>Cymbopogon nardus</i>	Sri Lanka	Jenis Introduksi

Lanjutan tabel 4.7 Jenis pohon di Sentul City

20	<i>Cyrtostachys lakka</i>	Indonesia	Jenis lokal
21	<i>Delonix regia</i>	Madagaskar	Jenis Introduksi
22	<i>dillenia obovata</i>	Indonesia	Jenis lokal
23	<i>diospyros philippensis</i>	Philippines	Jenis Introduksi
24	<i>Elaeis guineensis</i>	Afrika Barat	Jenis Introduksi
25	<i>Elaeocarpus grandiflorus</i>	Indonesia	Jenis lokal
26	<i>Erythrina crista-galli</i>	South America	Jenis Introduksi
27	<i>Ficus benjamina</i>	Indonesia	Jenis lokal
28	<i>Ficus elastic</i>	Indonesia	Jenis lokal
29	<i>Ficus lyrata</i>	Africa	Jenis Introduksi
30	<i>Filicium decipiens</i>	Sri Lanka	Jenis Introduksi
31	<i>Gmelina arborea</i>	India, Burma, Sri Lanka	Jenis Introduksi
32	<i>Gnetum gnemon</i>	Indonesia	Jenis lokal
33	<i>Hevea brasillensis</i>	Brazil	Jenis Introduksi
34	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Indonesia	Jenis lokal
35	<i>Hopea odorata</i>	Myanmar	Jenis Introduksi
36	<i>Lagerstroemia indica</i>	China and Japan	Jenis Introduksi
37	<i>Leucaena leucocephala</i>	Tropical America	Jenis Introduksi
38	<i>Livistonia decipiens</i>	Australia	Jenis Introduksi
39	<i>Livistonia rotundifolia</i>	South East Asia	Jenis Introduksi
40	<i>Manilkara kauki</i>	Indonesia	Jenis lokal
41	<i>Maniltoa schefferi</i>	Pacific Islands	Jenis Introduksi
42	<i>Mascarena lagenicaulis</i>	Mauritius	Jenis Introduksi
43	<i>Melia azedarach</i>	Indonesia	Jenis lokal
44	<i>Michelia champaca</i>	India	Jenis Introduksi
45	<i>Mimusops elengi</i>	Indonesia	Jenis lokal
46	<i>Morinda citrifolia</i>	Indonesia	Jenis lokal
47	<i>Pandanus tectorius</i>	Malaysia, Eastern Australia.	Jenis Introduksi
48	<i>Pandanus utilis</i>	Madagaskar	Jenis Introduksi
49	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Indonesia, Maluku and Papua	Jenis lokal
50	<i>Phoenix roebelinii</i>	Middle East	Jenis Introduksi
51	<i>Pinus merkusii</i>	Indonesia	Jenis lokal
52	<i>Pisonia alba</i>	Indonesia	Jenis lokal
53	<i>Plumeria rubra</i>	Tropical America	Jenis Introduksi
54	<i>Podocarpus tnacrophyllus</i>	New Zealand	Jenis Introduksi
55	<i>Polyalthea fragrans</i>	Tropical and subtropical	Jenis Introduksi
56	<i>Polyalthea longifolia</i>	India	Jenis Introduksi
57	<i>Pometia pinnata</i>	Indonesia	Jenis lokal
58	<i>Pterocarpus indicus</i>	Indonesia	Jenis lokal
59	<i>Ravenala madagaskar ensis</i>	Madagaskar	Jenis Introduksi
60	<i>Roystonea regia</i>	Cuba	Jenis Introduksi
61	<i>Samanea saman</i>	Tropical America	Jenis Introduksi
62	<i>Sandoricum koetjape</i>	Indonesia	Jenis lokal
63	<i>Spathodea campanulata</i>	Africa	Jenis Introduksi
64	<i>Swietenia mahagoni</i>	Tropical America	Jenis Introduksi
65	<i>Syzygium polyanthum</i>	Indonesia	Jenis lokal
66	<i>Tamarindus indica</i>	n.a.	Jenis lokal
67	<i>Tectona grandis</i>	Indonesia	Jenis lokal
67	<i>Uraria lagopodioides</i>	Indonesia	Jenis lokal

Sumber: Arifin, Nakagoshi, 2012

Tabel 4.8 Jenis pohon dan Lokasi Penanaman di Sentul City

No	Jenis	Asal	Jenis Introduksi / lokal	Lokasi											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<i>Acaciamangium/</i> Akasia	Mada- gaskar	Jenis Introduksi		O		O		O						O
2	<i>Albazia</i> <i>Falcate/Jeunjing</i>	Pacific Islands	Jenis Introduksi												O
3	<i>Araucaria heterophylla/</i> Cemara Norflok	Mada- gaskar	Jenis Introduksi				O	O	O		O	O			O
4	<i>Areca catechu/</i> Palm Pinang	Mada- gaskar	Jenis Introduksi				O								O
5	<i>Artocarpus</i> <i>Artilis/.</i> Keluih	Afrika Selatan	Jenis Introduksi										O		O
6	<i>Bamboosa</i> Sp / Bambu	Afrika Barat	Jenis Introduksi											O	O
7	<i>Bauhini Blakeana/</i> Bunga Kupu-kupu	Indonesia	Jenis lokal	O	O	O	O	O	O	O			O	O	O
8	<i>Bismarckia</i> sp/Bismarkia	Tropical America	Jenis Introduksi	O	O	O						O			O
9	<i>Bougaunville/</i> Bogenvil	Brazil	Jenis Introduksi												O
10	<i>Brassaia</i> <i>actinophylla/Wali Songo</i>	Australia	Jenis Introduksi												O
11	<i>Callistemon citrianus</i> /Sikat Botol	Tropical America	Jenis Introduksi				O	O	O		O		O	O	O
12	<i>Cannarium</i> <i>Asperum/Kenari</i>	Continent al Asia	Jenis Introduksi				O							O	O
13	<i>Cryota Mitis/</i> Palembang Sirip Ikan	Indonesia	Jenis lokal	O											O
14	<i>Cassia fistula/</i> Cassia Fistula	Indonesia	Jenis lokal	O	O				O						O
15	<i>Cerbera Odollan/</i> Bintaro	Afrika Selatan	Jenis Introduksi	O	O	O	O	O	O	O	O			O	O
1	<i>Chrysalidocarpus</i> <i>lutescens/</i> Palm Kuning	Indonesia	Jenis lokal	O	O					O					O
17	<i>Cinnamomum</i> <i>burmanni/</i> Kayu Manis	Phillipina	Jenis Introduksi					O				O			O
18	<i>Cocos nucifera/</i> Kelapa Gading	Pasifik Selatan	Jenis Introduksi	O	O				O					O	O
19	<i>Codiaeum</i> <i>variegatum/Puring</i>	Indonesia	Jenis lokal										O	O	
20	<i>Cordyline fruticosa/ha</i> njuan merah	Australia	Jenis Introduksi										O	O	O
21	<i>Cottostachys lakka/</i> Palm Merah	Indonesia	Jenis lokal	O											
22	<i>Delonix regia/</i> Flamboyan	Indonesia	Jenis lokal	O											O
23	<i>Dillenea exelsa/</i> Sempur	Indonesia	Jenis lokal				O							O	O

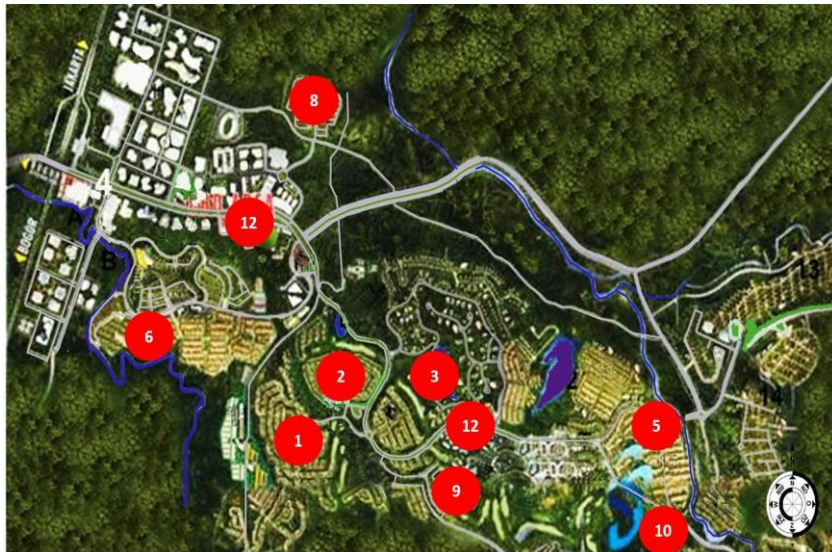
Lanjutan tabel 4.8 Jenis pohon dan Lokasi Penanaman di Sentul City

24	<i>Elaeis quenensis/</i> Kelapa Sawit	Kepulauan Pasifik	Jenis Introduksi	O	O	O	O	O		O	O	O	O	O
25	<i>Erythrina cristagali/</i> Dadap merah	Tropical America	Ecotica	O	O	O		O	O	O	O			O
26	<i>Ficus benjamina/</i> Beringin	Mada-gaskar	Jenis Introduksi	O	O	O	O			O	O			O
27	<i>Ficus elastic/</i> Beringin Karet	China & Japan	Jenis Introduksi	O										O
28	<i>Filicium</i> <i>decipiens/Kiara</i> Payung	Srilangka,	Jenis Introduksi											O
29	<i>Ficus Lyrata/Biola</i> Cantik	Indonesia	Jenis lokal	O							O			O
30	<i>Gmelina</i> <i>sp/Gamelina</i>	Mada-gaskar	Jenis Introduksi	O	O	O	O		O		O			O
31	<i>Gnetum gnemon/</i> Melinjo	Phillipina	Jenis Introduksi							O				
32	<i>Hevea brasillensis/</i> Karet	Australia	Jenis Introduksi			O								O
33	<i>Hibiscus tiliacecus/</i> Waru	Pasifik Selatan	Jenis Introduksi		O			O	O	O				O
34	<i>Hyophorbe</i> <i>lagenicauli/ Palm</i> Botol	Indonesia	Jenis lokal	O										O
35	<i>Lagerstroemia</i> <i>indica/ Bungur</i>	Australia	Jenis Introduksi		O	O	O		O		O			O
36	<i>Leucaena</i> <i>Leucephala/</i> Lamtoro	Indonesia	Jenis lokal	O										
37	<i>Livistonia</i> <i>Rotundifolia./ Palm</i> Serdang	India	Jenis Introduksi	O	O		O		O		O	O	O	O
38	<i>Livistonia</i> <i>decipiens/Palem</i> Urai	Australia	Jenis Introduksi											O
39	<i>Manikara kauki/</i> Sawo Kecil	Indonesia	Jenis lokal					O		O				O
40	<i>Maniltoa scheffl</i> Sapu Tangan	Indonesia	Jenis lokal					O		O				O
41	<i>Mimosa elengi/</i> Tanjung	Indonesia	Jenis lokal					O	O	O		O		O
42	<i>Michelia champaca/</i> Cempaka	Indonesia	Jenis lokal					O		O				
43	<i>Morinda Citrifolia/</i> Mengkudu	Mada- gaskar	Jenis Introduksi	O										
44	<i>Mussaenda</i> <i>Philippica/Nusa</i> Indah	South America	Jenis Introduksi					O			O			O
45	<i>Nerium oleander/</i> Bunga mentega	Indonesia	Jenis lokal										O	O
46	<i>Paraserianthes</i> <i>falcataria/ Sengon</i>	Afrika Barat	Jenis Introduksi	O										O

Lanjutan tabel 4.8 Jenis pohon dan Lokasi Penanaman di Sentul City

47	<i>Phoenix roebelinii</i> / Palm Phoenix	Pasifik Selatan	Jenis Introduksi	O	O				O	O	O
48	<i>Pinus merkusii</i> / Pinus	Indonesia	Jenis lokal	O	O	O	O	O	O	O	O
49	<i>Pisonia alba</i> / Kol Banda	Brasil	Jenis Introduksi	O				O			O
50	<i>Plumeria rubra</i> / Kamboja	China & Japan	Jenis Introduksi	O	O	O	O		O	O	O
51	<i>Polyalthia longiflora</i> / Glodogan Tiang	Pasifik Selatan	Jenis Introduksi				O		O		O
52	<i>Pterocarpus indicus</i> / Angsana	Indonesia	Jenis lokal								O
53	<i>Ravenala Madagaskariensis</i> / Pisang Kipas	Southeast Asia	Jenis Introduksi			O		O			O
54	<i>Roystonea regia</i> /Palem Raja	Cuba	Jenis Introduksi								O
55	<i>Samanea Saman</i> / Terembesi	Tropical America	Jenis Introduksi	O	O		O	O	O	O	O
56	<i>Sandoricum koe'japie</i> / Kecapi	Tropical America	Jenis Introduksi	O	O			O		O	O
57	<i>Spathodea campanulata</i> / Sphatodea	Pasifik Selatan	Jenis Introduksi		O	O	O	O	O	O	O
58	<i>Swietenia mahagoni</i> / Mahoni	Continental Asia	Jenis Introduksi	O			O			O	O
59	<i>Syzygium polyanthum</i> / Salam	Afrika Barat	Jenis Introduksi					O		O	
60	<i>Syzygium oleina</i> / Pucuk Merah	Indonesia	Jenis lokal				O				
61	<i>Tabebuia Aurea</i> / Bunga Sakura	Afrika Barat	Jenis Introduksi						O		
62	<i>Tamarindus indica</i> / Asam	Indonesia	Jenis lokal								O
63	<i>Tectona grandis</i> / Jati	India	Jenis Introduksi	O					O		O
64	<i>Terminalia Mantaly</i> /Ketapang Kencana	India,	Jenis Introduksi				O		O		
65	<i>Veitchia merrillii</i> / Palm Putri	Indonesia	Jenis lokal	O	O				O		O
66	<i>Wodyetia bifurcate</i> / Palm Ekor Tupai	Indonesia	Jenis lokal	O	O	O	O		O		O

Sumber: Sentul City, 2012



Gambar 4.10 Lokasi Penanaman Pohon di Sentul City

Keterangan:

1=	Bukit Golf Hijau	5=	Taman Venesia Pasadena & Sakura, Casa Blanca, Equator	9=	Taman Mediteranian Golf Hill
2=	Taman Mediteran 1&2	6=	Tmn Andalusia, Casa Blanca, Equator	10=	Taman Budaya
3=	Tmn Northridge, Lake SideHomes & Mountain View Residence	7=	England Wood, Coutry Wood	11=	Eco-Art Park
4=	Marketing Gallery	8=	Taman Victoria	12=	Jalan M. Husni Thamrin & Siliwangi

Pohon memiliki kemampuan mengendalikan dampak radiasi matahari, angin dan curah hujan suhu dan kelembaban udara siang dan malam hari. Efektivitas pohon sebagai pengendali iklim tergantung pada bentuk dan karakter dan wilayah iklim.

Secara umum pohon memiliki manfaat (Robinette, 1977), yaitu :

1. Pohon-pohon besar dan kecil dan semak-semak dapat digunakan untuk menyaring angin yang tidak diinginkan; konifer digunakan untuk mengendalikan angin.
2. Pohon dapat digunakan untuk jalur angin, untuk meningkatkan ventilasi di area spesifik
3. Pohon menyaring sinar matahari langsung selama musim kemarau untuk mengurangi beban colling diperlukan, tetapi memungkinkan untuk melewati di musim dingin diperlukan untuk mengurangi beban panas.

4. Pohon dan hutan memainkan peran penting dalam mengendalikan panas matahari yang berlebih atau tidak diinginkan, ada empat cara yaitu: (1) Menyerap (2) Memantulkan, (3) Memancar (4) Transmisi. Dengan ke empat cara tersebut dapat mengurangi *Urban Heat Island*, karena kemampuannya menyerap panas
5. Pohon dapat mengurangi kerugian akibat curah hujan yang tinggi, melalui daun, ranting dan batang dapat menyerap sebagian air hujan yang jatuh sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan.

Pada lokasi yang memiliki kemiringan lereng $>25\%$ tidak diperkenankan untuk dikembangkan, karena kemiringan ini sangat rentan terhadap erosi. Curah hujan yang jatuh pada permukaan tanah menghantam dan membawa butiran tanah, hal ini sangat dimungkinkan karena kapasitas infiltrasi kawasan Sentul City sangat rendah, yang memungkinkan terjadinya aliran permukaan. Untuk menahan dan mencegah terjadinya erosi pada lokasi yang memiliki kemiringan $>25\%$, vegetasi adalah cara alami dengan metode vegetatif yang dapat menghindari terjadinya erosi. Bentuk *patch* lainnya di Sentul City berupa Hutan Kota pada lahan yang memiliki kemiringan lereng $> 25\%$, berbentuk bukit dan lembah. Hutan kota lain berada pada kawasan rekreasi dengan KDB 20–30%, dengan vegetasi yang rapat “Curah hujan yang jatuh pada vegetasi sebelum menyentuh permukaan tanah tekanannya sudah berkurang sehingga daya rusaknya berkurang, saat menembus tajuk vegetasi, selain itu vegetasi dapat memperbesar kapasitas infiltrasi, sehingga aliran permukaan berkurang (Arsyad, 2010).” Berikut ini adalah kemampuan pohon *Pinus Merkusii* sebagai pengendali longsor (Indrajaya dan Handayani, 2008):

“1) Dapat mengurangi jumlah curah hujan yang menimpa tanah dengan tingginya nilai intersepsi, (2) Memperkuat lereng melalui perakaran yang panjang dan dalam, (3) Dapat mengurangi gaya beban oleh air melalui evapotranspirasi yang tinggi dapat mengurangi kadar air tanah yang dapat menjadi beban lereng, tanpa mengurangi kontinuitas aliran airnya, sehingga dapat menjadi pengendali longsor (4) Berat pohon pinus yang ideal meningkatkan tegangan kekang pada bidang longsor, sehingga berpotensi untuk mengurangi kerentanan dan terjadinya tanah longsor.

Jasa regulasi lainnya adalah kemampuan vegetasi yang ada mampu memperbesar kapasitas infiltrasi yang mampu mengurangi terjadinya limpasan air permukaan.

Pada lokasi dengan kemiringan lereng $> 25\%$, dengan bentuk perbukitan maupun lembah penggunaan Pinus Merkusii sangat dianjurkan mengingat kemampuannya yang sudah penulis bahas sebelumnya. Lembah dengan tutupan pohon Pinus Merkusii ini dapat menjadi alternatif *reservoir* untuk menjaga air bawah tanah dan melindungi kawasan yang letaknya berada di bawah Sentul City seperti tertuang dalam RTRW Kabupaten Bogor tahun 2005-2025. Pinus Merkusii merupakan pohon yang dominan yang ada pada seluruh tempat yang diobservasi. Vegetasi pada koridor jalan Mohamad Husni Thamrin-Siliwangi (antara area CBD sampai dengan Taman Budaya) kerapatan vegetasi pada kedua sisi jalan yang berlawanan cukup rapat, sehingga memberikan suasana alami dan rasa nyaman bagi mereka yang melintasi jalan ini. Median tengah jalan sebagai pembatas kedua sisi jalan pada beberapa mempunyai lebar sampai ± 6 meter, dengan panjang 6,2 Km (Arifin, & Nakagoshi. N., 2011). *Bismarckia* sp/Bismarkia, merupakan tanaman introduksi merupakan tanaman yang bersifat *ornament*, ditanam pada Jalan Siliwangi yang merupakan jalan arteri sekunder atau jalan utama di Sentul City, demikian juga penggunaan pohon Pisang Kipas (*Ravenala Madagascariensis*), Cemara Nortflok (*Araucaria heterophylla*) di tanam sebagai *ornament*. Penggunaan Terembesi (*Samanea Saman*), dan Angsana (*Pterocarpus Indicus*) pada jalan kolektor dan lokal berfungsi sebagai peneduh. “Pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*) rentan terhadap penyakit layu yang disebabkan oleh *F. oxysporum*, yang mengakibatkan pohon kropos dan tumbang. Mendatang diganti dengan spesies asli Malaysia atau eksotis lainnya, Soga dan Samanea Saman merupakan spesies pilihan paling umum berikutnya (Sreetheran, Adnan, dan Azuar, 2011).” Di Kota Bangkok pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*) merupakan pohon yang paling banyak ditanam dan manfaat yang paling besar dari pohon adalah memberikan keteduhan dan kenyamanan (Soonsawad, 2014).

Sesuai dengan nama yang digunakan sebagai *brand* “Sentul City”, sebagai sebuah histori seharusnya penanaman Pohon Sentul i (*Sandricum Koe'japie*) atau Pohon Kecap di tanam, untuk memperkuat kesan *ornament* penanaman dapat dilakukan secara berkelompok (*cluster*) pada jalan utama (arteri sekunder) atau tempat-

tempat strategis seperti pada persimpangan jalan atau jalan masuk klaster perumahan.

4.2.3.1.2 Taman Kota/Hutan Kota

Lokasi Hutan kota ada yang berada pada jalan arteri sekunder maupun di dalam klaster perumahan. Suatu vegetasi yang menutup tanah seperti semak, dan kerapatan pohon akan mengurangi tekanan hujan terhadap tanah yang dapat menimbulkan erosi. Taman kota dan hutan kota di Sentul City, antara lain: Taman Budaya, *Eco park*, dan hutan dengan lereng dan lembah yang memiliki kemiringan >25%. “Hutan kota adalah suatu hamparan lahan dengan bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang berwenang” (Permen Kehutanan Republik Indonesia no: P.71/Menhut-II/2009. Tentang pedoman penyelenggaraan hutan kota)”. Ekosistem Taman/hutan kota memiliki jasa, yaitu: (1) Jasa regulasi, yaitu menjaga air tanah dalam (abt) karena sejak dari mahkota daunnya, ranting, batang dan akar, maupun jasad organik yang ada di dalamnya dapat meningkatkan kemampuan *permeability* tanah di dalam taman/hutan kota, selain itu dapat mengurangi temperatur udara. Menurut Doick dan Hutchings (2013, p.4), “permukaan pada Ruang Terbuka Hijau menimbulkan suhu udara dingin 2-8°C lebih dingin dibandingkan udara sekitarnya, dan efek pendinginan meluas keluar ke daerah sekitarnya. Luasan taman berpengaruh pada penurunan suhu udara di siang hari, dengan ukuran 60 ha, taman dapat mengurangi suhu udara siang waktu hingga 1,5°C hingga jarak 1 km”; (2) Jasa Budaya/Rekreasi, kunjungan yang dilakukan oleh penduduk dari luar Sentul City untuk menikmati suasana. Taman Kota dapat menjadi sarana menghilangkan stress, dan menimbulkan rasa suka cita, taman/hutan kota dapat menjadi sarana terjadinya kontak sosial antara warga. *Eco-Art Park* merupakan taman kota yang letaknya berada di antara kantor pemasaran dan pasar apung, dan menjadi satu kesatuan, karena ketiganya terhubung dengan sebuah jembatan. *Eco-Park* memiliki peran sebagai taman pendidikan kota; (3) Jasa Pendukung, dengan udara

yang sejuk, dan suasana yang nyaman mendorong orang berkunjung dengan waktu yang lama, terjadi transaksi, baik untuk makanan, minuman atau barang souvenir, maupun jasa seperti parkir, permainan, dan lain-lain dengan demikian hutan kota memiliki manfaat ekonomi, selain Taman Budaya dan *Eco Park*, hutan kota lainnya berada pada permukaan lahan yang memiliki kemiringan lereng >25% merupakan kawasan yang di lindungi dan tidak boleh dimanfaatkan sebagai perumahan atau kegiatan lain sesuai dengan permen PU no 41/PRT/M/2007, tentang pedoman kriteria teknis kawasan budi daya, mensyaratkan pengembangan peruntukan perumahan, karakteristik lokasi nya harus memiliki kesesuaian lahan. Pengembangan perumahan dapat dilakukan pada topografi datar sampai bergelombang (kelerengan lahan 0 - 25%).

4.2.3.1.3 Danau

Danau-danau yang ada di Sentul City memiliki luasan berbeda, disesuaikan dengan kondisi topografi setempat (lokasi danau), dan merupakan danau buatan yang lokasinya tersebar antara lain: Danau Northridge dengan luas +/- 2 ha, Danau Terate yang lokasinya di tepi jalan kolektor primer (Jalan M Thamrin-Siliwangi) dengan luas +/- 0.75 ha, dan tiga buah *ponds* yang tersebar di sekitar lapangan golf. Badan air sebagai sebuah ekosistem belum memberikan jasanya secara maksimal, karena danau hanya digunakan sebagai penampungan air hujan dan tempat rekreasi, sedangkan jasa *provisioning* sebagai pemasok kebutuhan air bersih belum dimanfaatkan seperti yang pernah dilakukan sebelum Sentul City bekerja sama dengan perusahaan daerah air minum (PDAM). Di masa mendatang direncanakan akan ada 2 buah danau yang berlokasi di Sentul Nirwana dengan keluasan 1 ha, dan Venesia dengan keluasan sekitar 12 ha. Keadaan air danau ini secara kasat mata terlihat jernih dan terpelihara, sehingga memungkinkan sinar matahari dapat masuk kedalam danau, sehingga suhunya relatif lebih lebih dingin, menurut Soeriatmaja (1989) danau semacam ini disebut oligotrofi, tetapi badan air yang ada saat ini belum memiliki jasa regulasi yang dapat mengendalikan limpasan air permukaan saat hujan tiba. Keterbatasan volume danau dibandingkan dengan besarnya rata-rata curah hujan yang ada dengan potensi debit limpasan

permukaan air hujan di Kawasan Sentul City terjadi pada tahun 2005 dengan debit sebesar 22,398,790 m³ (hasil hitungan penulis), dengan rata-rata curah hujan 465 mm/bulan, limpasan tidak menimbulkan banjir atau genangan, karena luas Ruang Terbuka Hijau masih sangat dominan, di mana ruang terbangun baru mencapai 8%, dari luas total Sentul City seluas 2,546 ha, dilain hal limpasan permukaan yang jatuh di Sentul City dialirkan ke Sungai Cikeas dan sungai Citeurep. Dimasa mendatang bila pengembangan Sentul City telah selesai keseluruhan danau yang ada tidak akan dapat menampung curah hujan yang ada. Sampai dengan penelitian ini dilakukan pengembangan kawasan perumahan dan kawasan perdagangan Sentul City telah mencapai 10,175,453 m² atau 41%. terhadap luas total rencana pengembangan 24, 650,225 m², selain itu telah dikembangkan Ruang Terbuka Hijau (RTH) seluas 136.561 m² dengan bentuk taman dan hutan kota dengan lokasi tersebar di Sentul City, antara lain: Pada kawasan perumahan, dan kawasan yang tidak dikembangkan/konservasi seluas 3,047,146 m² (*Masterplan Sentul City*, 2013). Potensi banjir dan limpasan air akan menjadi beban kawasan yang letaknya di bawah (hilir) Sentul City, bila Kawasan Sentul City tidak lagi dapat menahan air hujan yang jatuh. Hujan yang jatuh saat ini selain dialirkan ke danau, Sungai Cikeas dan Sungai Citeurep juga masih dapat diserap oleh tanah pada lahan-lahan kosong yang belum dikembangkan. Limpasan air permukaan dimasa mendatang saat pengembangan Sentul City sudah selesai secara keseluruhan dapat ditampung oleh *reservoir* dengan bentuk danau atau *ponds* dengan lokasi yang dapat tersebar, diharapkan air hujan yang tertampung dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air bersih. Sebagai gambaran dengan potensi limpasan air hujan sebesar 22,398,790 m³ dapat ditampung pada *reservoir* seluas +/- 10 ha, dengan kedalaman 20 m.

4.2.3.2 Koridor

4.2.3.2.1 Sungai

Dua buah sungai yang mengalir disentul City Sungai Cikeas dan Sungai Cikeuruh yang alirannya bertemu dengan Sungai Citeureup. Sungai Cikeas merupakan hulu dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Bekasi. Sempadan Sungai Cikeas yang berada di dalam Sentul City dimanfaatkan sebagai tempat wisata kuliner (Pasar Apung) dan taman bermain *Eco Park*. Tempat Wisata kuliner yang diperkeras menyebabkan aliran air sungai akan mengalir dengan cepat ke daerah DAS tengah dan hilir karena tidak terjadinya infiltrasi, sedangkan *Eco Park* dengan area hijau dan adanya vegetasi dapat menahan kecepatan dan debit sungai karena baiknya kapasitas infiltrasi. Sungai Cikeruh alirannya akan bertemu dengan Sungai Citeureup, garis sempadan Sungai Cikereuh +/- 20 meter terbuka dengan vegetasi semak. Debit Sungai Cikeas dan Cikeruh ini tidak memadai sebagai bahan baku air bersih.

4.2.3.2.2 Jalan Raya, jalur pejalan kaki dan pesepeda

Pada sepanjang bahu jalan MH Thamrin dan jalan Siliwangi ditanami dengan pohon dengan penanaman yang rapat, dengan berbagai jenis pohon dan semak. Pada umumnya elevasi bahu jalan dan median tengah elevasinya lebih rendah dibandingkan muka jalan, kondisi ini ideal karena air hujan yang jatuh pada muka jalan dapat mengalir dan ditampung pada bahu dan median tengah jalan dengan adanya semak (vegetasi) memungkinkan kapasitas infiltrasi membesar. Jalan kolektor sekunder yang menghubungkan jalan MH Thamrin dengan klaster yang berada disepanjang jalan sekunder ini, pada bahu jalan ditanami dengan pohon Pinus (*Pinus Merkusii*). Hasil pengukuran temperatur udara dan kelembaban pada pada jalan M.H.Thamrin dan jalan Siliwangi memiliki vegetasi yang rapat suhu udara mikro lebih rendah 1⁰C-2⁰C dibandingkan pada jalan arteri sekunder yang menghubungkan jalan MH Thamrin dengan klaster Victoria yang kerapatan vegetasinya rendah. Peraturan menteri No 05/PRT/2008. Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di kawasan Perkotaan (p.17). “Untuk jalur hijau jalan, RTH dapat disediakan dengan penempatan tanaman antara 20–30% dari ruang milik jalan (rumija) sesuai dengan klas jalan. Untuk menentukan pemilihan jenis tanaman, perlu memperhatikan 2 (dua) hal,

yaitu fungsi tanaman dan persyaratan penempatannya. Disarankan agar dipilih jenis tanaman khas daerah setempat, yang disukai oleh burung-burung, serta tingkat evapotranspirasi rendah.”

4.2.4 Integrasi Faktor Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial pada Pengembangan Sentul City

Parameter kota berkelanjutan CIDA (2012), memiliki tiga faktor utama yaitu, lingkungan, ekonomi dan sosial.

4.2.4.1 Faktor Lingkungan

Berdasarkan keadaan morfologi dan rawan terhadap gerakan tanah (longsor), maka kawasan yang memiliki kemiringan $>25\%$ tidak dikembangkan tetapi dikonsevasi sebagai hutan kota, demikian juga dengan kemiringan $>25\%$ berupa cekungan (lembah), maupun cembung (Bukit). Pada umumnya pengembangan Sentul City dilakukan pada lahan yang memiliki topografi berbukit, selain mempertahankan bentuk lahan yang ada seperti lembah dan bukit juga melakukan modifikasi bentuk lahan. Persentase daerah yang dilindungi luasannya berdasarkan hasil pengolahan citra satelit $\pm 40\%$ terhadap luas Sentul City berupa lahan yang memiliki kemiringan $> 25\%$, tidak dibangun, namun permukaan lahan ditutup dengan vegetasi hal ini sebagai upaya untuk menahan tanah lonsor (*land sliding*), terbuka hijau berupa taman dan hutan kota dan persediaan lahan yang belum dibangun. Mobilitas warga tersedia transportasi publik berupa bus yang menghubungkan Sentul City dengan Kota Jakarta dan Kota Bogor. Jalur pejalan kaki berada pada sisi jalan raya yang dipisah dengan Ruang Terbuka Hijau linier dengan tutupan lahan dengan vegetasi berupa pohon dan semak, selain jalur pejalan kaki jalur pesepeda ada pada sepanjang Jalan Siliwangi dan Jalan Moh Thamrin namun lokasinya sebadan dengan jalan raya yang dibatasi oleh marka jalan, hal ini menimbulkan potensi terjadinya kecelakaan. Elevasi muka jalan raya, maupun pesepeda lebih tinggi dibandingkan bahu jalan maupun median tengahnya dan adanya vegetasi pada bagian bahu jalan dan

median tengah jalan raya memperbesar kapasitas infiltrasi. Drainase yang fungsi utamanya adalah mengalirkan air hujan yang jatuh pada kawasan Sentul City memiliki kemampuan untuk meresapkan air yang dialirkannya kedalam tanah karena lantai dan dinding drainase menggunakan lapisan vegetasi yang memungkinkan terjadinya infiltrasi. “peranan tanaman penutup tanah menyebabkan berkurangnya kekuatan dispersi air hujan dan mengurangi jumlah serta kecepatan aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi (Arsyad, 2010)”.

4.2.4.1.1 Drainase

Drainase pada Sentul City berada pada sejajar Jalan M.H.Thamrin, Jalan Siliwangi, jalan lingkungan klaster perumahan maupun kawasan jasa perdagangan. Drainase sepanjang Jalan Siliwangi merupakan drainase terbuka yang alami (tanpa perkerasan). Pada klaster perumahan, menggunakan drainase terbuka alami. dengan menggunakan rumput sebagai penutup dinding dan lantai saluran, drainase ini menampung limpasan air hujan dari jalan. Pada kawasan CBD di sepanjang jalan M.H.Thamrin menggunakan pola drainase tertutup (ditanam dalam tanah) dengan menggunakan perkerasan dari beton yang menampung limpasan air hujan dari jalan maupun gedung-gedung yang berada di kawasan CBD. Air hujan dialirkan ke Sungai Cikeas, Sungai Citeureup, dan Danau Norhtridge, Danau Terate, dan sungai yang berada dilembah Bukit Golf Hijau. Pada prinsipnya drainase mengalirkan air hujan yang berasal dari limpasan klaster perumahan, kawasan jasa perdagangan, dan jalan kemudian dialirkan ke sungai atau danau/*ponds* terdekat. Pengaliran air hujan pada klaster perumahan dialirkan ke Sungai Citeureup dan Sungai Cikeas, pengaliran ini tergantung dari kedekatan sungai dengan klaster, selain sungai, danau atau *ponds* dimanfaatkan sebagai penampungan air hujan oleh klaster terdekat yang ada di sekitar danau.

4.2.4.1.2 Pengolahan Air Bersih

Geohidrologi Sentul City, menurut Sukardi (1986), Jenis air tanah di kawasan Sentul City yaitu: “Air bawah tanah (abt), di kawasan Sentul City merupakan air

tanah bebas yang tidak bertekanan. Kedudukan muka air tanah bebas berkisar antara 4 m sampai dengan 12 m dibawah muka tanah setempat (dmts), sungai-sungai di kawasan ini dengan debit air umumnya kecil, kurang lebih sebesar 0,5 l/det (Geologi Tata Lingkungan, 1992).” Kawasan Sentul City dialiri oleh dua sungai utama yakni Sungai Cikeas dan Sungai Citeureup. Geohidrologi tanah berdasarkan laporan Andal Sentul City (2000), kelompok tanah geohidrologi di kawasan Sentul City terdiri dari kelompok grup C dan grup D, sebaran terbesar kelompok C. Pada laporan penyelidikan geologi lingkungan (1993) Kawasan Sentul City bukan merupakan daerah resapan air potensial (*recharge area*), sehingga dapat dikatakan bahwa kawasan ini bukan merupakan daerah resapan air bawah tanah (*recharge area*) dan termasuk daerah dengan air tanah langka. Area yang langka air mencapai 1,300 ha. Pengolahan air bersih pada awal pengembangan Sentul City pasokan air bersih diolah secara mandiri dengan pasokan air Sungai Citeureup, yang kemudian diolah pada pengolahan air (WTP). yang lokasinya berada di Klaster Pasadena, Sakura, dan Venesia. Sentul City bekerja sama dengan PDAM Kabupaten Bogor untuk memasok kebutuhan akan air baku di kawasan Sentul City. Kebutuhan air bersih di kawasan sentul ini dengan menggunakan acuan Standard Nasional Indonesia (SNI) no 19-6728.1-2002, kebutuhan air 150-250 l/jiwa/hari. Jumlah penduduk Kecamatan Babakan Mandang yang merupakan lokasi Sentul City pada tahun 2012 mencapai 110,093 jiwa (Statistik Kabupaten Bogor 2013), maka jumlah kebutuhan air bersih termasuk hotel, apartemen dan rumah sakit, berdasarkan prediksi jumlah penduduk kebutuhan air bersih mencapai 22,379,650 liter/hari (tabel 4.9). Kelangkaan air bawah tanah pada Kawasan Sentul City menjadikan ketergantungan akan pasokan air dari luar kawasan Sentul City. Kebutuhan air bersih di Sentul City akan menjadi masalah dikemudian hari mengingat saat ini pasokan air bersih berasal dari luar kota (Kabupaten Bogor), dan air bawah tanah (abt) di kawasan Sentul City langka (Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi. 1992).

Tabel 4.9 Kebutuhan air Bersih Sentul City

Pengguna air bersih	Bangunan	Orang	total Orang	Kebutuhan /hari	total liter/hari
asumsi jumlah penduduk			110,093	200	22,018,600
3 sekolah a 200 pelajar	3	150	450	10	4,500
4 kantor a 100 pegawai	4	75	300	10	3,000
Tempat Ibadah	2	2000	4000	1	4,000
terminal bus	1	100	100	0.5	50
Rumah sakit	1	100	100	300	30,000
Hotel	5	70	350	90	31,500
Kawasan Bisnis/komersil 10 ha	1	1	1	1/detik/ha	288,000
Total kebutuhan/tahun/liter					22,379,650

4.2.4.1.3 Pengolahan limbah

Pengolahan limbah cair dari rumah tangga belum seluruhnya dilakukan secara terpusat. Di Kawasan Sentul City dijumpai pengolahan berada pada 4 lokasi, antara lain: di tepi danau Terate, terminal bus, jalan M.H.Thamrin, dan jalan menuju Cijayanti. Pengolahan limbah (IPAL) baru selesai dibangun pada tahun 2013, dan saat penelitian dilakukan masih belum berfungsi. Berdasarkan keterangan nara sumber yang membuat pengolahan limbah di Sentul City kapasitas pengolahan limbah tiap unit mampu mengolah 300 – 500 l/detik. Hasil pengolahan air limbah, setelah memenuhi baku mutu disalurkan kesungai yang ada disekitarnya. Saat ini pengolahan limbah pada umumnya dilakukan pada tiap rumah, maupun pada tiap gedung di Kawasan CBD, maupun bisnis lainnya. Berdasarkan Pergub Provinsi DKI Jakarta no 122/2005, tentang pengelolaan air limbah domestik di Provinsi DKI Jakarta, kebutuhan 200 liter/penduduk/hari, dengan jumlah penduduk Sentul City yang diperkirakan akan berjumlah 200,000 penduduk, akan menghasilkan air limbah sebanyak 40,000,000,- liter./hari, atau 40,000. m³/hari. Kapasitas pengolahan limbah cair dengan kapasitas perhari/lokasi

dapat mengolah sebesar 43,200. m³/hari selama 24 jam, pengolahan limbah cair di Sentul City sangat memadai. Saat ini hasil olahan air limbah dibuang kesungai setelah memenuhi baku mutu. Hasil olahan limbah cair bila pengolahannya baik dan memenuhi standar yang sesuai permen LH No 5 Tahun 2014, tentang baku mutu air limbah, dapat dibuang salurkan ke danau, atau dimanfaatkan untuk menyiram tanaman. Limbah padat domestik (rumah tangga) dibuang ke luar Sentul City. Berdasarkan SNI No 19-3983-1995, tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan sedang di Indonesia. Volume timbulan sampah 2.50/liter/orang/hari atau 0.40 kg. Dengan jumlah penduduk yang diperkirakan dapat mencapai +/- 200,000. jiwa, maka timbulan sampah di Sentul City diperkirakan besar sebesar 500 m³ atau 80 ton/hari. Saat ini sampah yang dihasilkan oleh Sentul City dikeluarkan atau dibuang ke luar, dengan populasi penduduk +/- 16,500. orang (Citizen, 2013) volume timbulan sampah sebesar 6.6 ton atau 41.2 m³ memerlukan pengangkutan sampah keluar Sentul City minimal sebanyak 2-6 kali pengangkutan tergantung dengan kapasitas angkut truk. Volume limbah padat akan meningkat saat pengembangan Sentul City selesai, berarti frekuensi pengangkutan limbah ke luar Sentul City akan semakin besar.

4.2.4.2 Ekonomi

Kawasan perkantoran, pusat perdagangan dan bisnis, *convention centre*, hotel dan wisata kuliner serta tempat rekreasi menggambarkan pertumbuhan ekonomi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kecamatan Babakan Mandang yang secara administratif Sentul City berada didalamnya sebagai berikut:

Tabel 4.10 PDRB Kecamatan Babakan Mandang 2015

NO	PDRB dan LPE	Tahun 2013 (Juta Rp)	Tahun 2014 (Juta Rp)
1	Atas Dasar Harga Konstan	837,424	884,865
	Atas Dasar Harga Berlaku	2,351,945	2,670,032
2	Laju Pertumbuhan EKonomi (LPE) %	-	5,67

Sumber: Kecamatan Babakan Mandang, dalam angka, 2015.

Luas Kecamatan Babakan Mandang : 9,219.71 hektar termasuk taman wisata gunung pancar dan hutan lindung dengan luas 538 ha. Luas Sentul City 2,564 ha, atau 30% terhadap luas kawasan budi daya Kecamatan Babakan Mandang. Berdasar keluasan Sentul City dan jumlah aktifitas ekonominya dibandingkan dengan kawasan lain di Kecamatan Babakan Mandang, Sentul City memiliki kontribusi besar terhadap PDRB.

4.2.4.3 Sosial

Kebutuhan 9 bahan pokok penduduk perumahan Sentul City dapat dipenuhi dengan jarak < 2 km, demikian juga dengan akses ke layanan sosial seperti pendidikan untuk tingkat Sekolah Dasar sampai dengan Sekolah Menengah Atas, akses perbankan, dan tempat peribadatan ada di dalam Sentul City. Berdasarkan hasil pemutakhiran data oleh BPS 2009-2012 nilai komposit Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Bogor realisasinya mencapai 73,45 poin pada tahun 2013. Lebih tinggi dibanding tahun 2012 yaitu 72,87 poin. Artinya mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun lalu, angka IPM sebesar 73,45 poin dikaitkan dengan standar yang telah ditetapkan oleh badan PBB yaitu UNDP menunjukkan bahwa penduduk Kabupaten Bogor termasuk dalam klarifikasi masyarakat dengan taraf kesejahteraan menengah atas”, (Nurhayanti, 2014).

Tabel 4.11 Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Bogor

Komponen IPM	Tahun	
	2013	2014
Angka Harapan Hidup (AHH) (tahun)	70,30	70,66
Angka Melek Huruf (AMH) (%)	96,56	97,29
Rata-rata Lama Sekolah (RLS) (tahun)	7,13	7,76
Kemampuan Daya Beli Masyarakat (Konsumsi Riil per Kapita) (Rp/kap/bln)	640.890	632,49
IPM	73,54	73,73

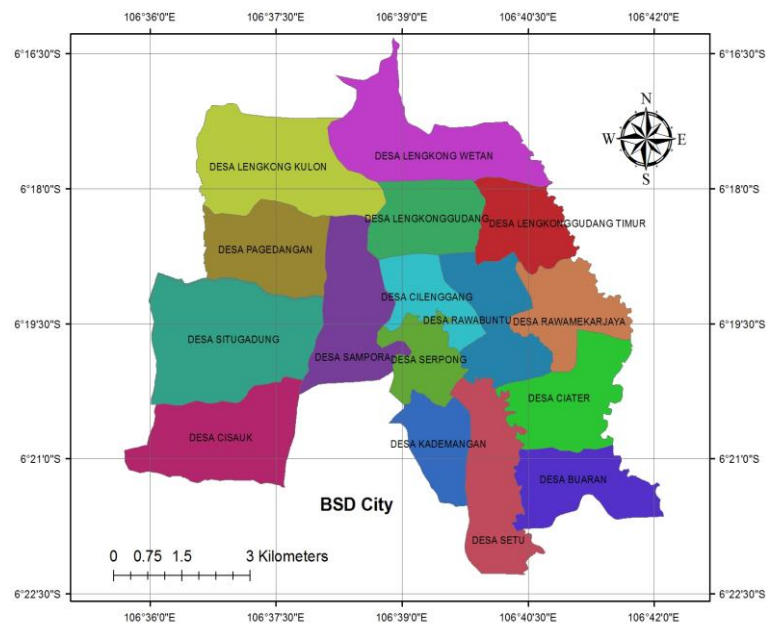
Sumber: Kabupaten Bogor dalam angka 2015.

Berdasarkan IPM Kabupaten Bogor berarti IPM Kecamatan Babakan lebih baik, tetapi dilihat dari konsumsi daya beli masyarakat yang merupakan komponen penilaian IMP terjadi penurunan antara tahun 2013 ke tahun 2014. Bila dibandingkan penghasilan antara warga Sentul City dengan warga Kecamatan Babakan Mandang terjadi gap yang tinggi, karena warga Sentul City dari sisi pendidikan dan pendapatan lebih baik, hal ini dapat dilihat dari daya beli warga Sentul City membeli rumah.

4.3 Pengembangan BSD City

Tahun 1985 dibentuk PT Bumi Serpong Damai, kemudian perencanaan proyek BSD dilakukan pada 1984-1989. Kawasan BSD diresmikan pada tanggal 16 Januari 1989, dengan luas keseluruhan lahan BSD adalah ± 6000 ha. Lahan yang dikembangkan terutama terdiri atas kebun karet, kelapa sawit, sawah/ladang, penambangan pasir dan kelompok permukiman. Dari luas 6,000 ha, seluas $\pm 1,000$ ha di antaranya merupakan wilayah yang tidak dapat dibangun, berupa aliran sungai, jalur tegangan tinggi, jalur pipa gas. Dari total luas tersebut telah dikembangkan sekitar 1,300 ha, dari total luas 6,000 ha (Hubungan masyarakat BSD City, 2011).

Letak BSD City secara administrasi berada di Kota Tangerang Selatan, dan berada pada $6^{\circ}16'$ - $6^{\circ}22'$ LS, dan $106^{\circ}36'$ - $106^{\circ}42'$ BT. Secara geografis BSD City terpecah menjadi dua oleh Sungai Cisadane. Wilayah Kota Tangerang Selatan rata-rata berada pada ketinggian 22 - 45 m di atas permukaan laut (dpl). elevasi tertinggi 45 m dpl berada di Desa Rawa Buntu, dan terendah di Desa Lengkong Wetan dengan elevasi 22 m dpl.



Gambar 4.11 Lokasi Geografis kawasan BSD City

Sumber: Peta Administrasi di Jawa, 2010

BSD City dikembangkan sebagai sebuah kota mandiri, selain mengembangkan perumahan juga memiliki berbagai ragam fasilitas umum, seperti pendidikan, pusat perbelanjaan, rumah sakit, tempat rekreasi, taman kota, stasiun kereta api, dan bus, kantor polisi, sedangkan fasilitas sosial berupa tempat-tempat ibadah. Secara administratif BSD City berada pada 16 desa/kelurahan yang ada pada empat kecamatan. Keempat kecamatan tersebut adalah Kecamatan Serpong, dan Setu berada di Kota Tangerang Selatan, sedangkan Kecamatan Cisauk, dan Pagedangan berada pada wilayah Kabupaten Tangerang, (tabel 4.8.), Secara administratif Bagian Timur termasuk Kecamatan Serpong dan Bagian Barat termasuk Kecamatan Legok. BSD City saat ini memiliki beberapa jalan pencapaian utama dengan kendaraan bermotor serta Kereta Api.

Tabel 4.12 Wilayah Kecamatan dan Kelurahan di kawasan BSD City

Kecamatan	Kota Tangerang Selatan	Kabupaten Tangerang
	Kelurahan	Kelurahan
Serpong	Buaran Ciater Cilenggang Lengkong Gudang Barat Lengkong Gudang Timur Lengkong Wetan Rawabuntu Rawa Mekar Jaya Serpong	
Setu	Setu Kademangan	
Cisauk		Sampora Cisauk
Pagedangan		situgadung Pagedangan Lengkong Kulon

Sumber: Hasil Olahan

4.3.1 Lingkungan Alami BSD City

Geomorfologi Kawasan Serpong, menurut BLHD Tangerang Selatan (2011):

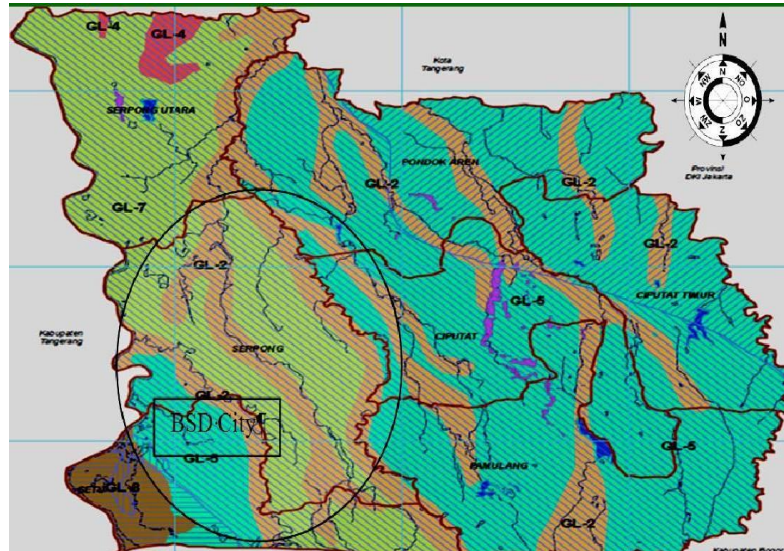
1. Kemiringan lahan menurun ke wilayah Utara Kota Tangerang dari Tangerang Selatan, dengan topografi relatif datar, dengan kemiringan berkisar 0-3%. . Kemiringan 0 – 15% di jumpai pada Bagian timur Sungai Cisadane.
2. Jenis tanah mengandung pasir khususnya untuk kawasan yang dekat dengan Sungai Cisadane.
3. Geomorfologi Kota Tangerang Selatan:
 - a. Bagian Selatan didominasi oleh kipas aluvium yang tersusun dari tuf halus berlapis, tuff pasiran bersilingan dengan tuf konglomerat.
 - b. Bagian Utara didominasi oleh tuff Banten yang terdiri dari: Tuf batu apung, batu pasir tufan, jenis tanah di Kawasan BSD City adalah latosol (coklat kemerah-merahan dan keras) dan tanah aluvial (coklat keabu-abuan). Jenis tanah yang dominan, adalah jenis tanah latosol dengan ph tanah berkisar antara 6-7 (netral). Tanah latosol memiliki dasar yang lebih dalam dan struktur tanah yang lebih baik.

- c. Geologi Tangerang Selatan umumnya adalah batuan Alluvium yang terdiri dari batuan lempung, lanau, pasir, kerikil, karakal, dan bongkah, ketahanan terhadap erosi cukup baik.
- d. Bahaya geologi seperti longsor tanah (*land Sliding*) tidak dijumpai, dengan demikian kawasan BSD City aman untuk dikembangkan. Pada pengembangan perumahan maupun jasa perkantoran yang berlokasi di tepi Sungai Cisadane, menyesuaikan dengan keadaan topografi.

Geohidrologi, berdasarkan pembagian lapisan akuifer endapan batuan dasar, daerah Serpong dan sekitarnya terdiri dari 1 kelompok luah sumur yaitu luah sumur <5 l/det, batuan penyusun wilayah tersebut adalah sebagian kecil batuan sedimen kuartar belum padat sehingga sangat porous, berupa batu pasir dan breksi, dan sebagian berupa batuan tersier berupa breksi, batu gamping pasiran dengan ketebalan antara 3-20 m, kedalaman antara 60-250 m di bawah muka tanah. Tipe akuifernya adalah akuifer bebas (*unconfined*) dan akuifer tertekan (*confined*). Wilayah Serpong dan Rawa Mekarjaya merupakan wilayah luah sumur dengan kapasitas 15 l/det (gambar 4.12). Kawasan BSD City (Serpong) masuk katagori aquifer produktif sedang dengan penyebaran yang luas.

“Pada musim hujan di kawasan BSD City kedalaman air tanah dangkal mencapai 5-10 m, namun pada musim kemarau dapat mencapai 10-12 m. Muka air tanah bebas di Kota Tangerang Selatan berkisar antara 2,5 m sampai dengan >5 m dari permukaan tanah setempat (dmts) dimana muka air tanah dalam dari arah Selatan ke Utara semakin dangkal, hal ini disebabkan keadaan topografi Kota Tangerang Selatan semakin landai ke Bagian Utara. Muka air bawah tanah (abt) di kota Tangerang Selatan berkisar antara 12 m sampai dengan >48 m dari permukaan tanah setempat (BPLH Tangerang Selatan, 2011).”

Air permukaan di kawasan BSD City berupa aliran Sungai Cisadane, Sungai Angke, Sungai Jaletereng dan Sungai Ciater, sedangkan air bawah tanah di wilayah Kota Tangerang Selatan secara kualitas dalam kondisi baik (BLHD, Kota Tangerang Selatan, 2012). Potensi air sungai dan situ/rawa merupakan potensi air permukaan di Kota Tangerang Selatan. Sungai Cisadane yang alirannya membagi BSD City, merupakan pemasok bahan baku air bersih bagi BSD City. Debit Sungai Cisadane, selain tergantung dengan curah hujan, juga dipengaruhi oleh debit pada bagian hulu sungai, dan keadaan badan Sungai Cisadane pada bagian tengah, dimana BSD City berada.



Legenda

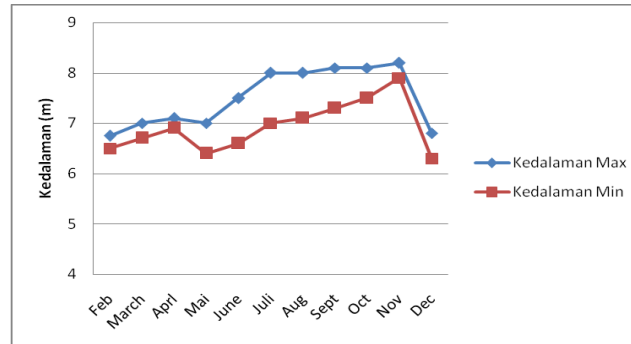
	Batas kecamatan		Muka Air Tanah bebas kedalam 0.5-4 m bawah permukaan
	Aliran Sungai		Muka Air Tanah bebas kedalam 2-5 m bawah permukaan
	Rawa		Muka Air Tanah bebas pada kedalaman > 5 m Bawah permukaan
	Situ		Muka Air Tanah bebas kedalam >5 m bawah
	Aquifer produktif penyebaran luas		Permukaan Tanah bebas kedalam >5m bawah permukaan
	Aquifer produktif sedang penyebaran luas		
	Aquifer Setempat produktif sedang		
	Daerah Air Tanah Langka		

Gambar 4.12 Peta Hidrologi kota Tangerang Selatan.

Sumber: BPLHD Kota Tangerang Selatan, 2011

Demikian juga debit sungai pada bagian hilir DAS Sungai Cisadane yang berada pada Kabupaten Tangerang, dipengaruhi oleh bagian tengah DAS Cisadane. Berdasarkan laporan BPLH Tangerang Selatan (2012), “Air bawah tanah merupakan bahan baku untuk industri/pabrik di sepanjang jalan-jalan utama Serpong dan terjadi penurunan muka air tanah (gambar 4.12), diduga akibat penggunaan pompa *deepwell* oleh beberapa industri yang ada di kawasan BSD City, penggunaan air bawah tanah dilakukan juga oleh PDAM yang memasok

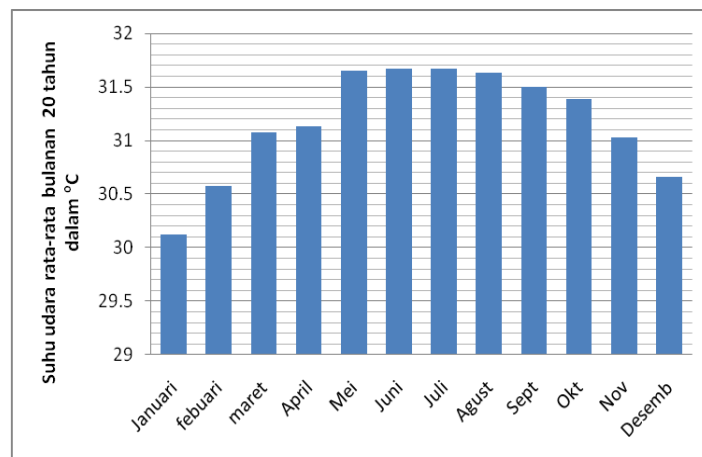
Kebutuhan air bersih kawasan-kawasan perumahan baru yang dikelola pengembang swasta



Gambar 4.13 Penurunan Muka Air Bawah Tanah di BSD City

Sumber: BPLHD, Tangsel, 2011

Suhu rata-rata tahunan di Kawasan BSD City naik pada tiap tahunnya sebesar $0,013^{\circ}\text{C}$ dengan Suhu terendah terjadi pada tahun 1992 sebesar 30.10°C , sedangkan suhu tertinggi terjadi pada tahun 2011 sebesar 32.91°C (Gambar 4.14).

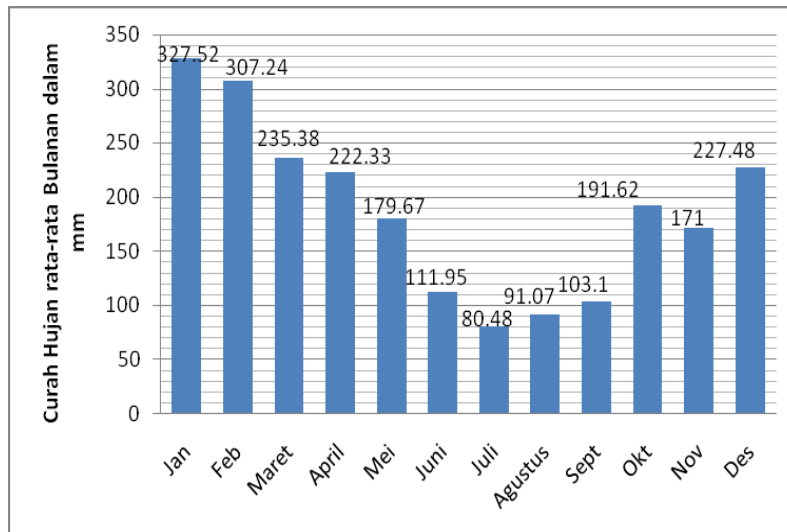


Gambar 4.14 Suhu Rata-rata Bulanan BSD City 1992-2012

Sumber: Stasiun Klimatologi Pondok Betung, Tangerang Selatan

Periode tahun 1992 sampai dengan tahun 2012 tren curah hujan kawasan BSD City meningkat sebesar 0.094 mm per musim dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 1992 rata-rata pertahun sebesar 298 mm dan terendah terjadi pada

tahun 2011, dengan curah hujan 93 mm, sedangkan curah hujan bulanan terbesar terjadi pada Bulan Januari sebesar 327.52 mm dan terendah pada Bulan Juli sebesar 80.48 (gambar 4.15).



Gambar 4.15 Curah Hujan Bulanan kawasan BSD City 1992-2012

Sumber: Badan Metereologi dan Geofisika Stasiun Pondok Betung 2013.

4.3.2 Lingkungan Buatan BSD City

Kawasan BSD City awalnya merupakan sebuah perkebunan karet dan kebun rakyat campuran, sawah dan rawa, kemudian berubah menjadi kawasan perumahan, yang dikembangkan sejak tahun 1989. Tren perubahan tutupan lahan dapat dilihat dari hasil penginderaan jarak jauh sejak tahun 1998, tahun 2000, tahun 2005, tahun 2009, dan tahun 2012 (tabel 4.12 dan gambar 4.15). Perubahan tutupan lahan terlihat dengan menurunnya luasan kebun campuran, sawah, pertanian/lahan kering, dan lahan terbuka trennya mengalami penurunan sedangkan lahan terbangun mengalami peningkatan. Semak belukar dari tahun 1998, sampai tahun 2000 keluasan mengalami kenaikan hal ini akibat adanya krisis ekonomi yang dialami Indonesia pada tahun 1998, yang dampaknya sampai tahun 2000. Hal ini menyebabkan luasan semak belukar yang lahannya semula dipersiapkan pembangunan perumahan melambat. Setelah tahun 2000, pengaruh

krisis ekonomi mulai mereda. Dioperasikannya jalan tol Pondok Indah-Serpong mempercepat pengembangan BSD City, struktur lanskap mengalami perubahan akibat peningkatan lahan terbangun hingga tahun 2012.

Tabel 4.13 Perubahan Tata Guna Lahan Kawasan BSD City Tahun 1998 S/d 2012

No	Penggunaan Lahan	1998		2000		2005		2009		2012	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Hutan lindung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Kebun Campuran	5,134	73.87	4,86	70.	4,490	64.60	3,547.10	51.03	3,184	45.81
3	Semak Belukar	258	3.71	566	8.14	337	4.84	533.60	7.67	432	6.21
4	Lahan Terbangun	197	2.83	629	9.05	1,382	19.88	1,858.00	26.73	2,668	38.38
5	Sawah	409	5.88	157	2.25	124	1.784	98.06	1.41	20	0.28
6	Lahan Terbuka	197	2.83	162	2.33	224	3.22	589.85	8.48	414	5.95
7	Pertanian/lahan kering	565	8.12	362	5.20	255	3.66	191	2.74	110	1.58
8	Badan Air	191	2.74	209	3.00	138	1.98	132.63	1.90	123	1.76
	Total	6,950	100	6,950	100	6,950	100	6,950	100	6,950	100

Pengembangan BSD City sejak tahun 1989 sampai dengan tahun 2005 terkonsentrasi pada Bagian Timur Sungai Cisadane, kemudian pada tahun 2006 pengembangan Bagian Barat Sungai Cisadane mulai dilakukan dengan klaster perumahan dan pengembangan *Edu Town*, kemudian perkantoran *Green Park*. Pada tahap awal pengembangan BSD City, dikembangkan Taman Kota I, dan Taman Kota II yang dapat juga disebut dengan Hutan Kota. Pengembangan sampai dengan tahun 2005 terjadi perubahan aliran sungai Jaletereng, yang mengalir ditengah klaster perumahan berdampak pada terbentuknya Ruang Terbuka Hijau disepanjang aliran sungai tersebut, selain itu empang-empang (*ponds*) berubah menjadi lahan terbangun. Pada pengembangan berikutnya, sisi Timur Cisadane direncanakan *Botanical Garden* pada garis sempadan sungai Cisadane sepanjang +/- 7 km.

Badan air di BSD City antara lain: danau, sungai serta empang/*pond*. Mengalami penurunan, walau pada tahun 2000 luasannya mengalami peningkatan dari tahun 1998 keluasan 191 ha, dan pada tahun 2000 menjadi 209 ha, peningkatan ini terjadi karena adanya *ponds* pada beberapa lokasi terutama pada klaster Golf, tetapi pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2012 tren badan air terus menurun, akibat rawa dan empang dikonversi menjadi lahan terbangun. Idealnya luasan badan air meningkat untuk mengimbangi luas lahan terbangun yang menyebabkan semakin luas lahan kedap air dan mengakibatkan meningkatnya potensi limpasan. Pada umumnya lahan BSD City relatif datar tetapi pada area sekitar sungai Cisadane permukaan lahan bergelombang. Permukaan lahan yang bergelombang dipertahankan, sehingga pada klaster perumahan dengan topografi bergelombang menghasilkan Ruang Terbuka Hijau yang luas.

Pengembangan badan air dengan bentuk danau (*reservoir*), maupun drainase alami yang memiliki kapasitas infiltrasi dapat mengurangi potensi limpasan air dan memasok air bawah tanah, hal serupa dapat dilakukan dengan pengembangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi sehingga dapat mengurangi limpasan air (*runoff*). BSD City dengan keluasan lahan 6000 ha memiliki potensi untuk mengembangkan badan air, seperti danau atau *ponds* pada tiap klaster. Danau atau *ponds* yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai penampungan air hujan yang jatuh pada klaster tersebut. Selain sebagai penampungan air hujan, danau atau *ponds* ini dapat berfungsi sebagai area wisata dan dapat menurunkan suhu udara di sekitar klaster.

Dari perspektif ekologi lanskap, struktur BSD City terdiri dari matriks, *patch*, koridor. Matrik merupakan kumpulan bangunan atau gedung di BSD City, sedangkan *patch* berupa klaster perumahan, pusat perekonomian CBD (*Central Business District*), kawasan Industri & pergudangan, taman/hutan kota, danau/*ponds*, lapangan golf. Koridor berupa jalan raya, jalur kereta api, saluran udara tegangan ekstra tinggi (sutet) dan sungai. Rencana pengembangan BSD City menggunakan pola organik, dengan menggunakan Sungai Cisadane sebagai acuan. *Masterplan* pengembangan BSD City dapat dilihat pada gambar 4.18

sedangkan rencana pengembangan dapat dilihat pada tabel 4.10. Kawasan BSD City dialiri dan terbagi dua oleh Sungai Cisadane, dengan hulu sungai berada di Kabupaten Bogor dan bermuara di Kabupaten Tangerang. Pada awal pengembangannya BSD City menggunakan istilah sektor, pada setiap tahapan pembangunan, misalnya sektor I, merupakan sektor yang paling awal dikembangkan, kemudian sektor II, III, dan seterusnya. Pada tiap sektor terdapat klaster dengan menggunakan nama Indonesia, seperti, Giri Loka, Kencana Loka, Angrek Loka, dan seterusnya. Sektor satu merupakan awal pengembangan BSD City, perumahan yang dibangun, antara lain perumahan sederhana yang bekerja sama dengan Bank Tabungan Nasional (BTN).

Tabel 4.14 Rencana Peruntukan / Pemanfaatan Ruang BSD City

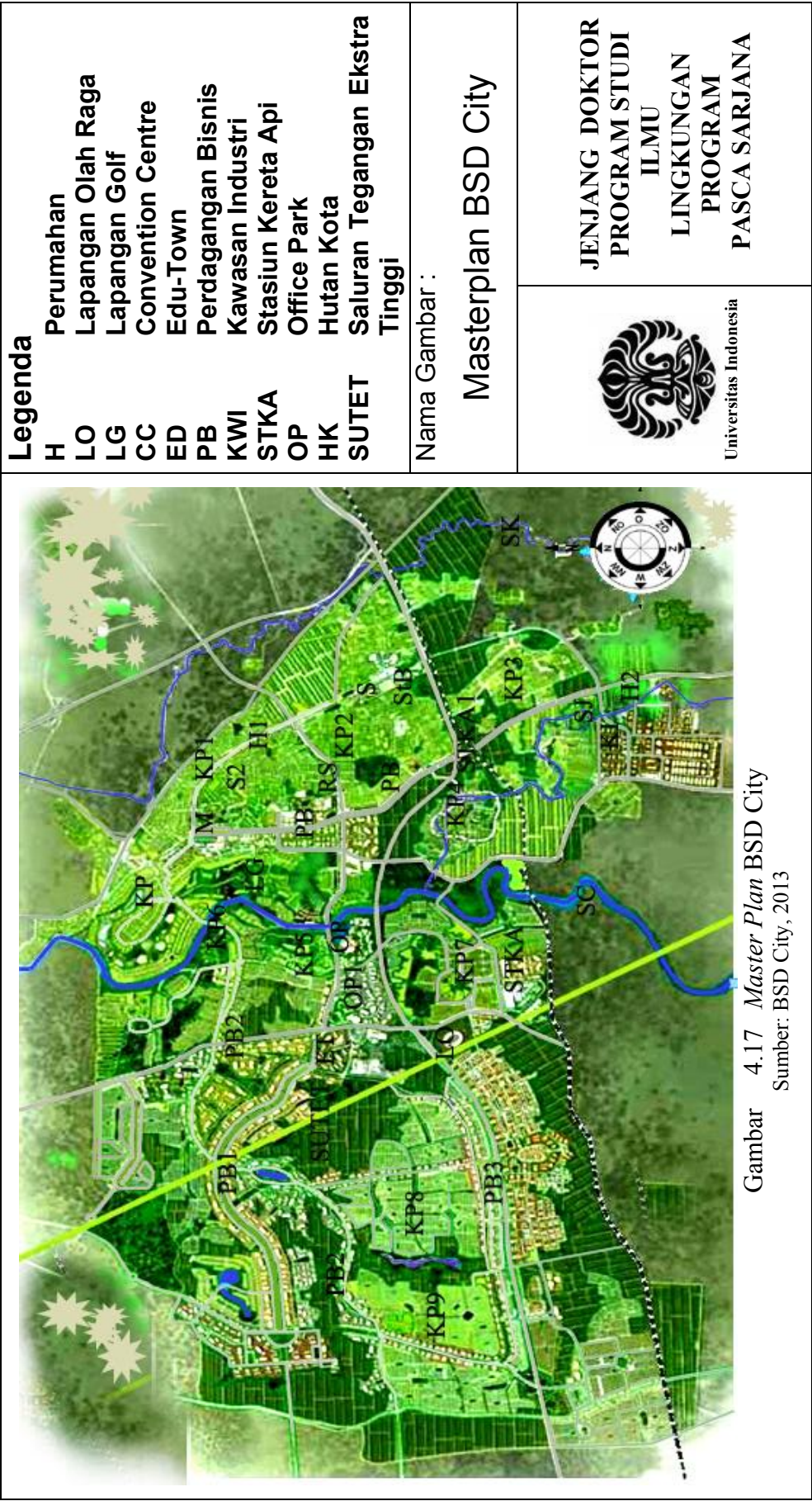
Peruntukan/Pe manfaatan	Luas Lahan total Area		Rencana Perum & Jasa/Perda- ngan/ industri Luas Efektif		Rencana Perum & Jasa/Perda- ngan/ industri Luas Area Non Efektif		Rencana RTH		Luas Efektif Non Efektif Terhadap Total		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	%	%	%
Perumahan	3,350	56	1,675	50	1,005	30	670	20	28	17	11
	1,500	25	1,050	70	300	20	150	10	18	5	3
Sarana, Prasarana&Ut ilitas umum	1,150	19	230	20	690	60	230	20	4	12	4
Total	6,000	100	2,955		1,995		1,050		49	33	18

Sumber: Hasil Olahan

Klaster perumahan dengan KDB 40 % merupakan perumahan dengan luas lahan lebih dari 150 m², sedangkan perumahan dengan KDB 50-70 %, keluasan lahan berkisar antara 80–120 m², perumahan ini antara lain: perumahan yang berada pada sektor I perumahan yang dikembangkan hasil kerjasama dengan Bank Tabungan Negara (BTN).

Pengembangan BSD City Bagian Barat Sungai Cisadane, mengkonversi ladang, persawahan dan empang/*ponds*. Luas kavling berkisar, antara:

125 m²–500 m² berada pada elevasi 24 m dpl 39 m dpl, dengan taman atau Ruang Terbuka Hijau (RTH) di bagian dalamnya, menggunakan pola dengan beberapa sub-klaster. Ditemukan adanya rumah deret yang didesain bertolak belakang memiliki halaman belakang dan membentuk Ruang Terbuka Hijau linier. Pola ini memungkinkan terjadinya aliran udara yang lebih baik sehingga rumah menjadi sejuk, dan memungkinkan terjadinya infiltrasi air hujan. Klaster lainnya dikembangkan pada elevasi 39 m dpl dilengkapi jalur pejalan kaki dengan lebar +/- 5 m sepanjang 2,3 km yang menghubungkan seluruh klaster di dalamnya pada umumnya klaster dikembangkan sebagai sebuah kawasan hijau, dengan hutan kota seluas 4,5 hektar yang ditambah dengan berbagai fasilitas seperti *sport club*, dan toko-toko kebutuhan hidup. Selain pengembangan perumahan dikembangkan juga kawasan pendidikan khususnya untuk perguruan tinggi yang disebut *Edu Town*, sebagai sebuah kawasan perguruan tinggi. Pengembangan Bagian Barat Sungai Cisadane memiliki akses yang terhubung dengan Perumahan Gading Serpong. Area komersial yang akan dikembangkan secara keseluruhan mencapai 1560 hektar dari rencana pengembangan 6000 hektar di BSD City. Secara keseluruhan, sejak BSD City dibangun pada 1989 hingga kini telah dikembangkan 200 ha dari rencana 1560 ha yang diperuntukan untuk komersial termasuk kawasan industri ringan dan pergudangan dengan KDB 60%,-80%. Kawasan bisnis dan perdagangan pada pengembangan tahap awal berada pada sepanjang jalan arteri sekunder Bagian Timur Sungai Cisadane, sedangkan pada pengembangan berikutnya berada pada jalan arteri sekunder Bagian Barat Sungai Cisadane, saat ini pengembangan bisnis perdagangan dan *entertainment* berada pada tepi Sungai Cisadane.



Gambar 4.17 Master Plan BSD City
Sumber: BSD City, 2013

Menurut Peraturan Pemerintah No 38/2011, tentang garis sempadan sungai. Seharusnya bangunan perkantoran atau bangunan *entertainment* berjarak 100 meter dari tepi Sungai Cisadane. Prinsipnya garis sempadan sungai harus dilindungi tetap alami, karena perubahan sempadan sungai alami menjadi tutupan lahan yang kedap dapat merusak ekosistem sungai, sehingga dapat menurunkan kualitas aliran sungai (Flinker, 2010). Di dalam dan Bagian luar BSD City terdapat perkampungan yang tidak dibebaskan oleh BSD City, seharusnya perkampungan ini ditata oleh BSD City sebagai bagian dari tanggung jawab sosial perusahaan (CSR). Penataan perkampungan ini dapat mendekatkan warga kampung dengan warga BSD City, sehingga dapat mengurangi jarak sosial. RTH yang ada di dalam BSD City merupakan tempat berinteraksinya warga BSD City, maupun warga di luar BSD City.

Berdasarkan bahasan di atas pada pengembangan BSD City dapat diketahui pada umumnya topografi BSD relatif datar hingga bergelombang terutama di kawasan sekitar Sungai Cisadane. Ditemukan pola pengembangan rumah yang memiliki Ruang Terbuka Hijau linier yang berada di antara bangunan yang bertolak belakang. Pada setiap kluster perumahan ditemukan Ruang Terbuka Hijau, yang dimanfaatkan sebagai tempat bermain maupun olahraga. Kluster perumahan pada Bagian Timur Sungai Cisadane mengalir Sungai Ciater dan Sungai Jaletreng dimanfaatkan sebagai drainase utama pada kluster perumahan yang dilalui. Sungai Jaletreng yang mengalir di kluster perumahan dimodifikasi oleh pengembang dengan merubah aliran sungai (menyederhanakan lekukan badan sungai). Fasilitas pendukung perumahan, seperti sekolah, pasar, perbankan, tempat rekreasi, berada dekat dengan perumahan, sehingga kebutuhan hidup sehari-hari dapat dipenuhi dengan jarak +/- 2 km. Taman atau Ruang Terbuka Hijau berupa taman/hutan kota yang dikembangkan pada tahap awal pengembangan BSD City dapat diakses oleh masyarakat luas, sedangkan pada pengembangan berikutnya Ruang Terbuka Hijau berada pada tiap kluster perumahan. Jalan di dalam BSD City dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Jalan kolektor sekunder sepanjang jalan Serpong Raya, jalan Taman Pahlawan Seribu merupakan akses masuk ke BSD City dari arah Tangerang, Tol Tomang-Merak, dan Tol JORR. Jalan ini diperuntukan untuk

kawasan perdagangan, perkantoran, dan bisnis. Jalan kolektor sekunder jalan yang menghubungkan antara jalan arteri sekunder dengan klaster utama, kawasan perdagangan dan pusat bisnis, kawasan pendidikan, kawasan *entertainment*, rumah sakit, dan kawasan industri, dan jalan yang menghubungkan antara pengembangan Bagian timur dengan Bagian barat Sungai Cisadane. Pada Bagian Barat BSD City (Pengembangan tahap 3) telah selesai di bangun jalan kolektor sekunder yang menghubungkan BSD City dengan akses langsung menuju Tol Jakarta-Merak melalui Gading Serpong yang merupakan jalan alternatif menuju BSD City dari arah utara. Jalan lokal sekunder menghubungkan antara klaster utama dengan sub klaster, dan jalan lingkungan, merupakan jalan di antara lingkungan perumahan yang berada di dalam sub klaster Jalan Serpong Raya, Jalan Taman Pahlawan Seribu, dan Jalan letkol Sutopo merupakan akses masuk ke BSD City dari arah Tangerang, pada jalan ini terdapat jalur pejalan kaki yang di bangun pada saat pengembangan BSD City tahap 1 jalur pejalan kaki berada pada sepanjang bahu jalan, bersebelahan dengan jalan kendaraan. Jalur pejalan kaki terhadap jalan kendaraan dibedakan oleh elevasi, dimana elevasi jalur pejalan kaki lebih tinggi dibandingkan jalan kendaraan, tanpa pembatas. Pada pengembangan tahap 2 & 3 letak jalur pejalan kaki berada disepanjang bahu jalan kolektor sekunder dan lokal sekunder, namun dipisah dengan jalur hijau yang ditanami pohon. Demikian juga jalan pada klaster utama jalur pejalan kaki berada pada bahu jalan kendaraan dibatasi oleh jalur hijau. Jalur Sepeda pada BSD City terdapat pada jalan kolektor, jalur ini menggunakan jalan kendaraan yang dibatasi oleh garis kuning pada badan jalan. Idealnya jalur pejalan kaki maupun jalur sepeda memiliki pembatas dengan jalan kendaraan, memberikan rasa aman dan nyaman bagi pejalan kaki maupun pesepeda, selain itu jalur sepeda dan jalur pejalan kaki dapat berupa sebuah koridor menerus yang berhubungan dengan klaster lain yang ada di BSD City maupun dengan pusat kegiatan, sehingga penduduk kota dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. Akses untuk menuju dan berangkat dari BSD City dilengkapi dengan fasilitas transportasi umum, antara lain: Terminal bus pengumpan melayani warga BSD City maupun sekitarnya yang hendak ke Jakarta dengan menggunakan angkutan umum.

Jalur kereta api Jakarta-Merak memiliki stasiun pemberhentian di BSD City dilengkapi dengan parkir mobil dan motor. Pada pengembangan tahap 1, dibuat stasiun di Rawa Buntu, yang merupakan penambahan stasiun kereta api yang sudah ada sebelumnya di Kawasan Serpong. Pada pengembangan BSD City berikutnya direncanakan pembuatan stasiun kereta api terintegrasi dengan kendaraan angkutan umum yang dilengkapi dengan parkir mobil/motor, dan pusat perdagangan yang akan berlokasi di Cisauk.

4.3.3 Ekosistem BSD City

Patch di BSD City berupa klaster perumahan dan perdagangan, klaster industri dan pergudangan, danau, taman/hutan kota, sedangkan koridor merupakan penghubung antara *patch* berupa jalan raya, jalur pejalan kaki/pesepeda. Selain itu koridor pada BSD City berupa sungai.

4.3.3.1 Patch

4.3.3.1.1 Klaster Perumahan, Pusat Bisnis & Perdagangan

Pada tiap klaster tunggal di BSD City memiliki taman aktif atau pasif, sedangkan pada klaster yang terdiri dari beberapa sub klaster memiliki RTH bersama yang berada pada jalan utama, klaster berbentuk linier mengikuti panjang jalan, atau mengikuti persimpangan jalan, dan pusat kegiatan bersama seperti lapangan olah raga. Pengembangan BSD City, pada Bagian Timur Sungai Cisadane, memanfaatkan garis sempadan sungai sebagai Ruang Terbuka Hijau, dengan luas +/- 2,5 ha. RTH lainnya berada pada jalan utama, dan bagian tengah klaster pada akhiran jalan utama, selain itu dilengkapi dengan *ponds* seluas +/- 500 m². Klaster yang berlokasi pada Bagian Barat Sungai Cisadane memanfaatkan garis sempadan sungai sebagai RTH, yang direncanakan akan menjadi sebuah *Botanical Garden*. Klaster ini dikembangkan pada lahan dengan luas 66 ha, dengan RTH seluas 38 ha. Pada pengembangan Klaster ini terdapat Ruang Terbuka Hijau linier, yang dibentuk oleh rumah yang bertolak belakang satu sama

lain dalam satu deret, bagian belakang ke dua rumah tersebut tidak dibatasi oleh pagar atau dinding. Klaster pada Bagian Barat Sungai Cisadane, Ruang Terbuka Hijau berada pada kiri kanan jalan utama yang memisahkan antara sub klaster berupa *Green Belt* dengan lebar 10 – 15 m, dengan dilengkapi lintasan *jogging* dengan lebar 1,20 m, sepanjang +/- 3,2 km. Ekosistem pada Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan lintasan *jogging* memberikan jasa Sosial budaya/rekreasi. Area perkantoran, pusat perbelanjaan dan *entertainment* BSD dibangun dengan koefisien dasar bangunan (KDB) 25% – 35% dari luas total area pengembangan seluas 25 ha, dengan dilengkapi danau dengan luas +/- 500 m² (BSD, 2012). Lokasi Perkantoran ini berlokasi di Bagian Barat tepi Sungai Cisadane. Berbeda dengan perkantoran dan kawasan perdagangan yang berada pada lokasi sepanjang jalan Serpong Raya, Pahlawan Seribu, dan BSD Raya memiliki KDB 70-80%. Sepanjang Serpong Raya, Pahlawan Seribu, BSD Raya, Letnan Sutopo, dan Jalan Boulevard memiliki median tengah dengan lebar 1-2 m, yang di tengahnya ditanami pohon. Pengukuran suhu udara dan kelembaban di beberapa titik di BSD City memberikan gambaran kenyamanan lingkungan BSD City dari sisi iklim mikro (tabel 4.13).

Tabel 4.15 Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Mikro BSD City

Lokasi Pengukuran																			
1		2		3		4		5		6		7		8		9		Rerata	
C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh	C	Rh
32.5	41	31.2	47	31	41.8	32.1	43.4	31.5	53	30	46	32	43	32	45	31	40	32	44

Keterangan:

Pengukuran dilakukan pada cuaca cerah. Hasil yang didapat merupakan nilai rata-rata.

T : Suhu udara (Derajat C)

Rh : Kelembaban Udara. relatif (%)

Tabel 4.16 Hasil Penghitungan *Temperature Humidity Index* BSD City

Lokasi	Hasil	Lokasi	Hasil	Lokasi	Hasil
1	29	4	28.5	7	28
2	28	5	29	8	29
3	27	6	26.8	9	27

Berdasarkan Tabel 4.15 Suhu dan Kelembaban Udara Mikro, dapat dihitung kenyamanan di lokasi pengukuran dengan *Thermal Humidity Index (THI)* menggunakan formula Nieuwolt, seluruh lokasi pengukuran masuk pada zona tidak nyaman, dimana pada zona tidak nyaman rentang suhu udara dan kelembaban relatif adalah: $THI > 26$ (tabel 4.16).



Gambar 4.18 Titik Pengambilan Sampel Suhu dan Kelembaban Udara BSD City

Titik pengambilan sampel:

1= Jalan pahlawan seribu
2= Jalan Letnan Sutopo
3= Jalan Raya BSD

7= Klaster De Park
8= Sinar Masland Plasa
9= Klaster De Icon

Berdasarkan peruntukan dan kepadatan pohon mempengaruhi temperatur udara mikro. Ruang Terbuka Hijau yang terdapat di dalam BSD City antara lain: Taman perumahan, kawasan industri, taman kota/hutan kota, Jalur saluran udara ekstra tinggi (SUTET). Jenis pohon yang ditanam didominasi oleh pohon asing (exotic) sebanyak 72 %, sedangkan pohon lokal sebanyak 28% dari seluruh jenis yang ditanam. Lokasi observasi penanaman pohon (gambar 4.19), antara lain:

Keterangan

1= Giri loka	6= Kencana Loka	11= De Icon	15= Taman/Hutan Kota II
2= Angrek Loka	7= De Latinos	12= Telaga Golf	16= Jln Pahlawan Seribu
3= Nusa loka	8= De Green	13= Bukit Golf	17= Jalan Letnan Sutopo
4= Puspita Loka	9= De Green Cove	14= Taman/Hutan Kota I	
5= Griya Loka	10= Foresta		



Gambar 4.19 Lokasi Penanaman Pohon di BSD City

Pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*), Di BSD City ditanam pada beberapa lokasi (tabel 4.17), Menurut Sreetheran, Adnan, dan Azuar, (2011) Pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*) “rentan terhadap penyakit layu yang disebabkan oleh *F. oxysporum*, yang mengakibatkan pohon keros dan tumbang. Mendatang diganti dengan spesies asli Malaysia atau eksotis lainnya, Soga dan *Samanea Saman* merupakan spesies pilihan paling umum setelah *Pterocarpus Indicus* .” Di Kota Bangkok pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*) merupakan pohon yang paling banyak ditanam dan manfaat yang paling besar dari pohon adalah memberikan keteduhan dan kenyamanan (Soonsawad, 2014). Di BSD City Pohon Angsana di tanam hampir diseluruh lokasi yang di observasi, sebagai pohon peneduh yang di tanam bersama Pohon Trembesi. Pohon Terembesi (*Samanea Saman*) di BSD City ditanam pada jalan arteri sekunder dan kawasan

perumahan serta jalan lokal yang dikembangkan setelah tahun 2004, pada jalan arteri sekunder yang merupakan jalan Serpong Raya yang dikembangkan pada tahun 1989 pohon Terembesi ditanam pada median tengah. Untuk pengadaan pohon Terembesi BSD City mempunyai tempat khusus pembibitan. Pada klaster perumahan, jalan kolektor.

Tabel 4.17 Jenis Pohon dan Lokasi Penanaman di BSD City

No	Jenis	Asal	Introduksi / lokal	Lokasi																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	<i>Albazia Falcata</i> /Sengon	Indonesia	lokal								0	0	0	0				0		
2	<i>Alstonnia scholaris</i> /Pule	Southeast Asia	Introduksi															0	0	
3	<i>Artocarpus Communis</i> /Sukun	Souteast Asia	Introduksi					0			0		0	0		0		0	0	
4	<i>Baccaurea racemosa</i> / Menteng	Indonesia	lokal										0					0	0	
5	<i>Bambusa Cescens</i> /Bambu		Introduksi					0		0	0		0	0	0	0		0	0	
6	<i>Baccaurea Racemosa</i> / Menteng	Indonesia	lokal															0	0	
7	<i>Barringtonia Asiatica</i> / Keben	Asia	Introduksi										0					0	0	
8	<i>Bismarckia</i>	Madagascar	Introduksi									0	0	0						
9	<i>Calophyllum inophyllum</i> . Nyamplung	South East Asia	Introduksi						0				0					0	0	
10	<i>Cananga Odorata</i> / Kenanga	Sotheast Asia	Introduksi															0	0	
11	<i>Casuarina Montana</i> /Cemara Angin	Indonesia	lokal				0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	
12	<i>Cerbera odollan</i> /Bintaro	Indonesia	lokal					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	<i>Cocos Nuciefera</i> / Kelapa	Pasific Islands	Introduksi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	<i>Communis</i> / Kluwih	Srilangka	Introduksi	0			0	0	0			0	0			0	0	0	0	
15	<i>Crisophyllum crainito</i> / Sawo duren	Tropical America, Carribean	Introduksi											0				0	0	
16	<i>Cynometra Caulifoliflora</i> / Namnam hutan	Indonesia	lokal											0				0	0	
17	<i>Delonix Regia</i> / Flamboyan	Madagascar	Introduksi		0	0	0	0			0	0	0	0		0	0	0	0	
18	<i>Elaeis quenensis</i> / Kelapa sawit	Afrika Barat	Introduksi				0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	

Lanjutan tabel 4.17 Jenis Pohon dan Lokasi Penanaman di BSD City

19	<i>Ficus Benyaminal/Beringin</i>	Indonesia	lokal	O	O	O O O
20	<i>Ficus Microcarpa/Hillii/Beringin Hili</i>	Srilangka	Introduksi			O O
21	<i>Ficus Pandurata/Biola Cantik</i>	Afrika Barat	Introduksi	O O	O O O O	O O O O
22	<i>Hibiscus Acetosella/Waru merah</i>	Africa	Introduksi	O		O O
23	<i>Hibiscus Tiliaceus/Waru pantai</i>	Pacific Islands	Introduksi			O O
24	<i>Khaya Sinagelensin/Khaya</i>	Cameroon& Chad,	Intr oduksi	O O O		O O
25	<i>Kigielias Pinnata/Sosis Africa</i>	Anggola, Brundi,	Introduksi			O O
26	<i>Livistonia rotundifolia/Palem serdang</i>	Indonesia	lokal	O	O O O O O O O O O O O O O O	O O
27	<i>Maniltoa gemmipara/Pohon Sapu Tangan</i>	Indonesia, & New Guinea	Introduksi		O O	O O
28	<i>Michalea champaca / Cempaka</i>	India	Introduksi			O O O
32	<i>Pinus Mekusii/Pinus</i>	Indonesia	Jenis lokal	O O O O O O O O O O O O O O O O		O
33	<i>Pterocarpus Indicus /Angsana</i>	Indonesia	Jenis lokal	O O O O O O O O O O O O O O O O O O		O O
34	<i>Roystenia Regia/Palem Raja</i>	Cuba	Introduksi	O O O O O O O O O O O O O O O O O		O
35	<i>Samanea Saman / Terembesi</i>	Tropical America	Introduksi	O O O O O O O O O O O O O O O O O O		O O
36	<i>Saraca Indica/ Saraca</i>	India	Introduksi	O		O O O
37	<i>Shorea spp/Meranti</i>	Indonesia	lokal	O		O O
38	<i>Swietenia Mahagoni/Mahoni</i>	Tropical America	Introduksi	O O O O O O O O O O O O O O O O O O		O O
39	<i>Syzigium oleina/Pucuk Merah</i>	Mexico	Introduksi	O	O O O O O	O O
40	<i>Tabebuia Aurea/Bunga sakura</i>	South America	Introduksi		O O O O O O O	
41	<i>Terminalia Catapa/Ketapang</i>	Southeast Asia	Introduksi	O O O O O O	O O O O	O O O O O
42	<i>Terminalia Mantaly/Ketapang Kencana</i>	Mada gaskar	Introduksi		O O O O O O	

sekunder yang dikembangkan tahun 1989-2004 pohon yang ditanam terutama pohon Angsana, Kelapa Sawit, Mahoni, pada masa ini pohon Sakura (*Tabebuia Aurea*) dan Ketapang kencana (*Terminalia Mantaly*), Pucuk Merah (*Sygium Oleinia*) belum di tanam, dengan demikian dari pohon-pohon yang ditanam dapat

mengidentifikasi kapan klaster perumahan dibangun. Pohon Palem *Bismackia* ditanam pada klaster perumahan yang di bangun pada tahun 2005 sebagai sebuah *ornement*. Pada Hutan Kota I dan II, pohon yang ditanam antara lain: Pule (*Alstonia Scholaris*), Menteng (*Baccaurea Racemosa*), Keben (*Barringtonia Asiatica*), Nyampung (*Callophyllum Inophyllum*). Pohon di tanam secara rapat sehingga kanopi pohon tidak tampak secara utuh. Pada hutan kota 1, terdapat prasasti saat penanaman dilakukan secara seremonial yang di hadiri oleh menteri dari Kementerian Lingkungan Hidup. Seharusnya BSD City yang dikembangkan di Kota Tangerang Selatan menanam Pohon Aren (*Arenga Pinnata*) karena salah satu Kecamatan di Wilayah Kota Tangerang Selatan terdapat Kecamatan Pondok Aren.

4.3.3.1.2 Hutan dan Taman Kota

BSD City memiliki 2 buah Hutan Kota, yang disebut juga dengan Taman Kota. Taman Kota 1, berlokasi di pusat kota BSD City, di jalan Letnan Sutopo dengan luas 2.5 ha dikategorikan sebagai hutan kota karena memiliki koleksi spesies tanaman yang cukup banyak dengan kerapatan pohon dengan jarak tanam 2-3 m. Taman Kota 1 berbentuk linier sejajar dengan jalan. Taman Kota 2, dengan luas 9 ha merupakan hutan kota dengan koleksi spesies yang lebih banyak dengan jarak tanam kurang lebih 2-3 m. Fasilitas yang dimiliki taman kota 2 sama dengan yang ada pada taman kota 1. Pada sungai Jeletreng ada bagian sempadan sungai yang melebar, kemudian dijadikan sebuah danau. Ekosistem kedua Taman Kota ini memberikan jasa regulasi, dan sosial budaya/rekreasi. Jasa regulasi taman kota ini dapat menurunkan suhu udara di sekitar taman kota, dan meningkatkan kapasitas infiltrasi air hujan, sedangkan jasa budaya/rekreasi kedua taman merupakan tempat berkumpul penduduk BSD City maupun masyarakat di sekitar nya.. Selain kedua taman kota BSD City memiliki lapangan golf dengan luas 75 ha, yang dilengkapi dengan *ponds* yang dimanfaatkan sebagai penampungan air hujan, dan rintangan pada permainan golf. Ruang Terbuka Hijau (RTH) lainnya tersebar di beberapa lokasi antara lain: Tempat pemeliharaan dan budi daya tanaman (*Nursery*) Terembesi / *Samanea Saman* untuk memenuhi

kebutuhan tanaman seluruh wilayah BSD City dengan luas 1 hektar dan memiliki 4 *Green House*. RTH lainnya adalah taman-taman pada lingkungan pasar, terminal bus, dan area parkir pusat pertokoan/mal, dan pemakaman umum.

4.3.3.1.3 Danau

Badan air dengan bentuk danau di BSD City lokasinya tersebar, tiap danau memiliki luasan yang berbeda. Situ/*Pond* memiliki jasa regulasi sebagai daerah parkir air untuk menampung limpasan permukaan (*run off*), juga jasa budaya/rekreasi dan berfungsi sebagai *point of view*.

4.3.3.2 Koridor

4.3.3.2.1 Sungai

Wilayah BSD City dilalui 4 sungai, yaitu: Cisadane, Angke, Jaletreng, Ciater, dan memiliki badan air lainnya berupa danau/*ponds*. Sungai Cisadane merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berhulu di Kabupaten Bogor, bagian tengah berada di BSD City dan bermuara di Kabupaten Tangerang, sedangkan DAS Angke berhulu di Kabupaten Bogor, BSD City merupakan bagian tengah, dan bagian hilir berada di Kota Jakarta. Menurut Asdak (1995, p.I-11), DAS dibagi menjadi 3 bagian, daerah hulu, tengah, dan hilir. Daerah hulu dicirikan sebagai kawasan yang memiliki kemiringan lereng $>15\%$, sedangkan hulu $< 8\%$ dan kawasan tengah merupakan daerah bagian dari kedua kawasan. Komponen ekosistem hulu antara lain: Desa, sawah, ladang dan sungai (Asdak, 1995), sedangkan DAS kawasan tengah penulis indentifikasikan sebagai Perumahan, jasa perdagangan dan industri, Hutan/Taman Kota. Perubahan tata guna lahan seperti konversi lahan menjadi bangunan dan jalan di kawasan hulu maupun tengah dapat berpengaruh terhadap kemampuan infiltrasi lahan pada kawasan tersebut, selain itu perubahan tata guna lahan kawasan hulu akan membawa material sedimentasi, kedaerah hilir dan mengakibatkan berkurangnya daya tampung sungai saat hujan, dan menjadi aliran permukaan (*runoff*), sehingga

menimbulkan banjir pada kawasan hilir. Luas DAS Cisadane 155,975 ha, atau 1,559.75 km² yang mengalir di kawasan BSD City, hulu sungai berada di Kabupaten Bogor. Sungai Angke (Kali Angka) merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Angke, bermuara ke Kota Jakarta memiliki luas 65,975 ha atau 659.75 km² (Statistik Pembangunan, BPDAS Citarum-Ciliwung, 2009), kedua sungai ini memiliki luas lebih dari 500 km² dengan cakupan keluasan tersebut Sungai Cisadane dan Sungai (Kali) Angke dikategorikan sungai besar, dan berdasarkan Peraturan Pemerintah No: 38 tahun 2011, tentang sungai, pasal 10, menetapkan garis sempadan sungai besar tidak bertanggung selebar 100 m.

Rencana pengembangan hutan kota pada garis sempadan sungai selebar 100 m, di sepanjang Daerah Aliran Sungai pada kawasan BSD City dapat menghambat lajunya aliran sungai dan memperbesar *permeability* badan sungai, sehingga dapat mengurangi ancaman banjir pada kawasan hilir. Pemanfaatan garis Sempadan Sungai Cisadane maupun kali Angke sebagai hutan/taman kota, selain dapat mengurangi ancaman banjir di daerah bawah (hilir), juga dapat bermanfaat sebagai upaya konservasi air bawah tanah (abt). Sungai Jaletreng mengalir di tengah taman kota 2, klaster perumahan. Sungai ini merupakan sungai kecil dan dimanfaatkan sebagai drainase di kawasan BSD City. Ekosistem sungai Jaletreng ini memberikan jasa budaya/rekreasi, dimanfaatkan sejak aliran sungai berada di dalam Taman Kota II, sungai ini merupakan obyek rekreasi, pada tepi sungai, pengunjung memanfaatkan untuk berkemah maupun kegiatan lain, pada klaster perumahan yang dialiri sungai Jaletreng dimanfaatkan sebagai bagian dari taman rekreasi, dengan fungsi utama sebagai drainase. Sungai Jaletreng mengalami perubahan bentuk sungai, berupa penyederhanaan alur sungai, yang semula berkelok-kelok, menjadi lebih lurus, perbedaan ini dapat dilihat pada google earth hasil penginderaan sebelum tahun 2006 dan setelah tahun tersebut. Modifikasi aliran mempercepat aliran sungai, sampai tujuan akhir di Sungai Cisadane, hasil modifikasi mendapatkan lahan lebih luas yang dikembangkan menjadi perumahan. Berdasarkan prinsip konservasi air, modifikasi aliran sungai menjadi lurus dapat memperkecil terjadinya infiltrasi air hujan yang berada di dalam sungai, bentuk aliran sungai yang berliku, mengakibatkan aliran semakin panjang. Menurut Asdak (1995), “semakin besar jumlah air aliran total, semakin

kecil infiltrasi, dan semakin kecil air bawah tanah (abt) yang tersimpan di daerah tersebut (sekitar sungai).” Selain Sungai Jaletreng yang dimanfaatkan sebagai drainase, Sungai Ciater merupakan sungai kecil oleh BSD City dimanfaatkan sebagai drainase, air yang dialirkan sungai ini simpan didanau di belakang klaster perumahan, sebelum dialirkan kembali ke Kali Angke. Konservasi garis sempadan Sungai Cisadane dan Kali Angke perlu dilakukan, terutama mencegah alih fungsi garis sempadan.

4.3.3.2.2 Jalan raya, jalur pesepeda dan pejalan kaki, lahan dibawah saluran udara ekstra tinggi

Ruang terbuka pada jalan mempunyai fungsi ekologis antara lain sebagai peneduh, mengurangi emisi, meredam suara. Fungsi ekologis yang kerap terabaikan adalah fungsi konservasi air tanah, hal ini terlihat dengan elevasi Ruang Terbuka Hijau yang lebih tinggi dibandingkan dengan elevasi muka jalan, sehingga median tengah tersebut dinamakan pulau. Elevasi jalan yang lebih rendah mengakibatkan air hujan yang jatuh pada muka jalan menjadi aliran permukaan, terbuang percuma, dan dialirkan ke drainase yang ada pada kiri kanan jalan, dengan demikian jasa ekosistem pada jalan tidak dapat berkerja dengan sempurna. Idealnya elevasi median tengah jalan lebih rendah yang memungkinkan air hujan yang jatuh pada muka jalan dapat dialirkan ke median tengah jalan sehingga air hujan yang jatuh pada median tengah dapat meresapkan air hujan kedalam tanah.

4.3.4 Integrasi Faktor Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial Pada Pengembangan BSD City

4.3.4.1 Lingkungan.

Patch pada BSD City berupa klaster perumahan, klaster industri, perdagangan dan bisnis, taman kota/hutan kota, danau/*ponds*, sedangkan koridor berupa jalan raya, jalur kereta api, saluran tegangan ekstra tinggi (SUTET), sungai, jalur pejalan kaki, jalur pesepeda. Pada klaster perumahan Ruang Terbuka Hijau dapat

mengkonsevasi air bawah tanah (abt), demikian juga dengan taman/hutan kota memiliki jasa regulasi menyimpan cadangan air bawah tanah, karena kapasitas infiltrasi yang besar akibat adanya vegetasi. Di samping itu hutan kota/taman kota memiliki jasa budaya tempat untuk berkreasi, interaksi dan belajar. *Patch* dengan bentuk badan air antara lain: danau, *ponds*, dan sungai memiliki jasa regulasi sebagai penampungan air hujan, khusus sungai yang mengalir di BSD City dapat mengalirkan air hujan. *Patch* dengan bentuk klaster perumahan memiliki jasa *provisioning*, rumah-rumah yang ada didalam ekosistem ini merupakan tempat tinggal, berkarya, dan beristirahat bagi penghuni klaster, sedangkan Ruang Terbuka Hijau, memiliki jasa regulasi yaitu menurunkan suhu udara mikro, dan memperbesar kapasitas infiltrasi. *Patch* dengan bentuk Taman/hutan kota memiliki jasa regulasi menurunkan suhu udara mikro, dan budaya tempat berinteraksi antara warga kota baru maupun masyarakat sekitarnya, maupun tempat untuk melakukan pendidikan. Koridor dengan bentuk sungai memiliki jasa *provisioning* sebagai pemasok bahan baku air bersih. Lahan sepanjang saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET), merupakan sebagai sebuah Ruang Terbuka Hijau (RTH) berbentuk koridor dengan adanya vegetasi sepanjang koridor, memiliki jasa regulasi dan berkontribusi untuk memperbesar cadangan air bawah tanah (abt). Ruang Terbuka Hijau (RTH) ada pada klaster di BSD City merupakan ruang komunal memberi jasa kepada manusia berupa jasa regulasi menurunkan temperatur udara mikro dan jasa sosial budaya/rekreasi memberi manusia yang ada didalamnya dapat berinteraksi, berolah raga dan belajar. Klaster yang memanfaatkan garis sempadan Sungai Jeletreng yang mengalir di tengah klaster, sebagai Ruang Terbuka Hijau dengan sungai sebagai *focal point*. Ruang Terbuka Hijau lainnya berada pada jalan utama, dan taman lingkungan pada bagian tengah klaster. Pada pengembangan BSD City tahap 2 direncanakan membuat *Botanical Garden* pada tepian Sungai Cisadane sepanjang 7 Km, Tapak dari BSD City *Botanical Park* ini terletak pada sempadan Sungai Cisadane tepatnya berseberangan dengan klaster perumahan. BSD City, memiliki potensi untuk pengembangan Ruang Terbuka Hijau, selain rencana pembuatan *Botanical Garden* pada garis sempadan Sungai Cisadane, hal ini dapat juga dilakukan pada garis sempadan kali Angke. *Botanical Park* pada garis sempadan sungai ini

termasuk langkah-langkah yang “melestarikan daerah alam (daerah hidrologi yang sangat sensitif seperti sempadan sungai dan tanah dengan kapasitas infiltrasi baik), sehingga dapat mengurangi tingkat limpasan dengan memaksimalkan kapasitas infiltrasi dan jalur aliran (US-EPA, 2003).” Pada prinsipnya pada garis sempadan sungai tidak diperkenankan untuk dikembangkan yang dapat mengakibatkan terjadinya permukaan lahan yang kedap air, yang pada akhirnya akan menimbulkan limpasan air permukaan, dan menambah debit sungai saat hujan, serta mengakibatkan pendangkalan sungai akibat sedimentasi, dari butiran tanah yang dibawa oleh limpasan air. Pola pengembangan rumah klaster merupakan rumah deret. Pada pengembangan tahap berikutnya klaster perumahan lokasinya berada pada Bagian Timur Sungai Cisadane berada pada elevasi 33 m dpl. Ruang Terbuka Hijau memanfaatkan garis sempadan sungai. Pada klaster ini terdapat beberapa sub klaster. Ruang Terbuka Hijau berupa taman dan ruang terbuka linier sepanjang jalan lokal secara ekologis bermanfaat karena memiliki kapasitas infiltrasi, demikian juga hutan kota dan taman kota dan taman-taman-lingkungan, dengan adanya air hujan yang meresap kedalam tanah dapat mengisi air bawah tanah (abt) sehingga muka air bawah tanah akan terjaga.

4.3.4.1.1 Drainase

Pengembangan BSD City membagi saluran air hujan (Drainase) menjadi 3 kelompok, yaitu primer, sekunder, tersier, dan pola drainase ada drainase tertutup dan drainase terbuka. Pola drainase di BSD City, air hujan yang dialirkan oleh saluran tersier yang berada di lingkungan dan disalurkan saluran utama, kemudian disalurkan ke Sungai Cisadane atau Kali Angke. Pola yang lain adalah sebelum disalurkan ke sungai air hujan ditampung di danau yang ada di sekitarnya kemudian disalurkan ke sungai terdekat. Pada pengembangan BSD City tahap 1 jalan arteri sekunder maupun kolektor sekunder drainase menggunakan pola tertutup, dan diatas drainase dimanfaatkan sebagai jalur pejalan kaki, sedangkan pada jalan lingkungan perumahan drainase ada yang menggunakan pola terbuka dan tertutup. Drainase utama (primer) pada pengembangan tahap 1 menggunakan pola terbuka alami yaitu dinding drainase tidak diperkeras, tetapi dengan

menggunakan penutup rumput, dan bermuara ke danau yang berada di Klaster Giri Loka yang kemudian dialirkan kembali ke sungai Ciater. Sedangkan pada Klaster Taman Telaga Golf drainase bermuara ke danau yang ada di dalam lapangan golf. Drainase pada lingkungan perumahan ini menggunakan saluran tertutup yang ditanam. Sungai Jalatereng yang alirannya melalui kawasan industri, klaster perumahan dimanfaatkan sebagai drainase, kemudian dialirkan ke Sungai Cisadane. Pola drainase pada perumahan menggunakan pola tertutup. Drainase utama (primer) Klaster perumahan yang tidak dilalui sungai menggunakan pola terbuka yang alami dengan dinding saluran menggunakan rumput sebagai badan saluran. Letak saluran berada pada bahu jalan kolektor sekunder, dan bermuara ke Sungai Cisadane

4.3.4.1.2 Pengolahan Air Bersih

Ketersediaan air di Kawasan BSD City didapat dari sumber air baku yaitu air permukaan sungai Cisadane dan kali angke dan air tanah dalam (Buku Putih Sanitasi Kota Tangerang Selatan, 2011). PDAM sebagai penyedia air utama bagi masyarakat Kecamatan Serpong yang merupakan lokasi BSD City memiliki kapasitas produksi 3000 liter/detik dengan lokasi pengolahan di Kecamatan Serpong 3 WTP, dan Serpong Utara 1 WTP, hasil pengolahan ditampung di tujuh *reservoir* penampung air bersih yang letaknya tersebar di beberapa lokasi untuk disalurkan langsung ke area pelayanan masing-masing. (Traya Tirta Cisadane, 2014). Berdasarkan SNI 19-6728.1-2002, perihal kebutuhan air diperkotaan dengan jumlah penduduk < 1 juta orang, kebutuhan air bersih 150-250 liter/jiwa/hari. Dengan jumlah penduduk Kecamatan Serpong dan Setu 224,626 jiwa (Kota Tangerang Selatan dalam angka, 2013) kebutuhan air bersih sebanyak 55,366,770 liter/hari (tabel 4.18) Panjang Sungai Cisadane 140 km dengan luas $\pm 1.411 \text{ km}^2$ memiliki debit rata - rata bulanan 115,315 m³/det. Kota Tangerang Selatan mengalami defisit air pada bulan Maret sampai bulan November, sementara surplus air hanya terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari (Buku Putih Sanitasi Kota Tangerang Selatan, 2011), target Kota Tangerang selatan yang secara administrasi BSD City berada di dalamnya menargetkan pengembangan layanan air minum untuk 50% penduduk (Pasal 31,

Kota Tangerang Selatan dalam angka, 2013). Keterbatasan debit Sungai Cisadane, maka penggunaan air bawah tanah (abt) tak terhindarkan dan menimbulkan penurunan muka air tanah. Alternatif yang teraman adalah dengan pembuatan *reservoir* dengan bentuk danau atau *ponds* yang tersebar di BSD City.

Tabel 4.18 Kebutuhan Air Bersih BSD City

Penguna air bersih			total	Kebutuhan	total
bangunan			orang	/hari	liter/hari
asumsi jumlah penduduk			224,626	220	49,417,720
37 sekolah a 150					
pelajar	37	100	3700	10	37,000
4 kantor a 100					
pegawai	5	100	500	10	5,000
Tempat Ibadah	4	750	3000	1	3,000
terminal bus	1	100	100	0.5	50
Rumah sakit	3	100	300	300	90,000
Hotel	4	150	600	90	54,000
kawasan industri	1	200		l/detik/ha	5,760,000
Total kebutuhan/liter/hari					55,366,770

4.3.4.1.3 Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah cair domestik diolah pada tiap-tiap rumah tangga belum dilakukan secara bersama (komunal). Menurut Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Tangerang Selatan tahun 2011-2013, pasal 32 ayat 4, menetapkan perumahan seluas BSD City harus memiliki pengolahan limbah komunal (IPAL). Pada kawasan industri dan pergudangan (*techno park*) pengolahan limbah cair tidak berbahaya dilakukan secara terpusat (IPAL). Pengolahan sampah padat domestik diolah di dalam kawasan BSD City, kemudian di jadikan pupuk kompos. Berdasarkan SNI no 19-3983-1995, tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan sedang di Indonesia. Volume timbulan sampah untuk adalah 2.50 liter/orang/hari atau 0.40 kg/orang/hari. Dengan jumlah penduduk yang diperkirakan dapat mencapai +/- 500,000. jiwa, maka timbulan sampah di BSD City dapat diperkirakan besar sebesar 1,250 m³/hari atau 200 ton/hari. Saat ini sampah yang dihasilkan oleh BSD City diolah di dalam kota. Sampah padat yang memiliki nilai ekonomi dimanfaatkan, sedangkan sisanya dijadikan pupuk

kompos, dengan populasi penduduk +/- 165,000 orang (hasil sensus, 2012), volume timbunan sampah sebesar 413 m³/hari atau 66 ton/hari.

4.3.4.2 Ekonomi

BSD City memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Tangerang Selatan, kondisi ini dimungkinkan dari keluasan Kota Tangerang Selatan seluas 14,719 ha. BSD City areanya berada di Kecamatan Serpong dan Setu. Kecamatan Serpong yang memiliki keluasan 2,404 ha hampir seluruh wilayahnya dikembangkan oleh BSD dan menjadi pusat pertumbuhan ekonomi di Kota Tangerang Selatan, demikian juga dengan Kecamatan Setu yang memiliki keluasan 1,480 ha. Pertumbuhan ekonomi yang gambarkan oleh Produk Domestik Regional Bruto (tabel 4.19).

Tabel 4.19 Produk Domestik Regional Bruto
Kota Tangerang Selatan tahun 2010-2012

Uraian	Tahun		
	2010 (Dalam Juta)	2011 (Dalam Juta)	2012 (Dalam Juta)
PDRB atas dasar harga Berlaku	11,612,264,00	13,223,884.58	14,971,047.80
PDRB atas dasar harga Konstan	5,366,625.30	5,823,833.34	6,303,477.21
Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun	1,290,322	1,325,832	1,375,666
PDRB Perkapita atas dasar harga Berlaku	8,99,508,65	9,974,027.31	10,882,763.55
PDRB Perkapita atas dasar harga Konstan	4,159,136.48	4,392,587.70	4,582,127.65

Sumber: Kota Tangerang Selatan, dalam angka 2013

Peningkatan investasi oleh pengusaha tidak saja dilakukan oleh pengusaha dalam negeri (PMDN), tetapi juga oleh pengusaha asing (PMA). Investasi ini dilakukan sejak tahun 2009 yang terus tumbuh (tabel 4.17).

Tabel 4.20 Peningkatan Jumlah PMA dan PMDN Tahun 2009-2012

No	Tahun	PMA (USD)	PMDN (IDR)
1	2009	81	13
2	2010	102	15
3	2011	143	17
4	2012	107	12

Sumber: Kota Tangerang Selatan, dalam angka 2013

4.3.4.3 Sosial

Klaster perumahan dilengkapi dengan *ponds* dan dilengkapi fasilitas pendukung antara lain *sport club & family club*, *jogging track*, taman bermain dan area komersial berupa ruko. Lokasi pendidikan dan kebutuhan sembilan pokok dapat dicapai dengan jarak $< 2\text{km}$, menurut About.Com Walking (2013) jarak $< 2\text{ km}$ dapat dicapai dengan waktu 20 menit dengan berjalan santai. Lokasi tempat rekreasi maupun jasa keuangan berada di dalam BSD City, sedangkan untuk keluar BSD City transportasi umum dapat menggunakan Kereta Api dan bus. 3 stasiun kereta api yang ada di lingkungan BSD City yaitu Serpong, Rawa Buntu dan Cisauk, dan stasiun bus di dalam BSD City. Awal pengembangan BSD klaster perumahan yang dibangun adalah rumah-rumah sederhana, namun pada pengembangan berikutnya tidak lagi dilakukan, di antara klaster perumahan yang dibangun BSD City, terdapat rumah-rumah penduduk lokal, yang memiliki akses melalui jalan kolektor yang ada di dalam BSD City.

Taman/hutan kota merupakan Ruang Terbuka Hijau yang dapat dimanfaatkan oleh seluruh warga BSD City maupun warga di luarnya. Aktivitas orang yang berkunjung mempunyai kesamaan yaitu olah raga, dan rekreasi bersama teman dan keluarga. Kegiatan lainnya yang dilakukan pengunjung selain olah raga dan pertemuan komunitas, juga rekreasi, pendidikan lingkungan, maupun kegiatan sosial lainnya, seperti bersepeda bersama, dan kegiatan lainnya.

Sarana pendidikan yang ada di BSD City mulai pendidikan dasar hingga perguruan tinggi, lokasi pendidikan dasar dan menengah mudah dijangkau dari seluruh klaster yang ada, dengan jarak $< 2\text{ km}$.

Indeks Pembangunan Manusia merupakan alat ukur untuk mengetahui kesejahteraan masyarakat yang ada pada suatu daerah, dengan komponen yang terdiri dari angka harapan lama sekolah, angka harapan hidup dan daya beli masyarakat. Berdasarkan indeks pembangunan manusia Kota Tangerang Selatan,

Kota Tangerang Selatan menduduki peringkat pertama dari seluruh kabupaten/kota di Provinsi Banten, yang dapat diartikan kesejahteraan masyarakat Tangerang Selatan sangat sejahtera. Dengan demikian kehadiran BSD City memberikan pengaruh yang baik bagi kesejahteraan masyarakat di Kota Tangerang Selatan.

Tabel 4.21 Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten/kota se-Provinsi Banten

Provinsi/kab/kot	AHH (tahun)	AHS (%)	MYS (tahun)	PPP (Ribu RP)	IPM		Peringkat IPM	
					2013	2014	2013	2014
Banten	69.13	12.31	8.19	11.150	69.47	69.89	8	8
Pandeglang	62.91	13.38	6.45	7.589	61.35	61.06	7	7
Labak	65.88	11.88	5.84	7.977	61.13	62.64	8	8
Tangerang	68.98	11.65	8.20	11.666	69.28	69.57	5	5
Serang	63.09	12.35	6.69	9.886	63.57	63.97	6	6
Kota Tangerang	71.09	12.86	10.20	13.671	75.04	75.87	2	2
Kota Cilegon	65.85	13.07	9.66	12.057	70.99	71.57	3	3
Kota Serang	67.23	12.34	8.58	12.091	69.699	70.26	4	4
Kota Tangsel	72.11	13.58	11.56	14.361	78.65	79.17	1	1

Sumber: Indikator Kesejahteraan Rakyat Kota Tangerang Selatan, 2015

Keterangan: AHH: Angka Harapan Hidup; AHS: Angka Harapan Lama Sekolah; MYS: Indeks rata-rata lama sekolah; PPP: *Purchasing Power Parity*.

4.4 Rencana Pengembangan Kota Jababeka

Kota Jababeka secara administratif lokasinya berada pada kecamatan, Cikarang Utara, Cikarang Timur dan Cikarang Selatan Kabupaten Bekasi. Pengembangan Kawasan Kota Jababeka dimulai pada tahun 1989. Pada awalnya Kota Jababeka dikembangkan sebagai kawasan industri seluas 1,570 ha, kemudian bertambah dengan pengembangan perumahan seluas 1,400 ha (Paparan publik PT Jababeka, 2011). Perkembangan selanjutnya keluasan bertambah menjadi +/- 5,600 ha (*Annual report* PT Jababeka 2012). Kota Jababeka dikembangkan dengan

mengkonversi lahan pembuatan genteng dan batu bata tanah liat dan persawahan. Kota Jababeka dapat diakses melalui jalur Kereta Api (KA) dengan pemberhentian stasiun KA di Lemah Abang, dan jalur jalan Raya yang di akses melalui jalan nasional Kota Bekasi – Karawang, serta jalan Tol Cawang-Cikampek. Secara administrasi Kawasan Jababeka berada pada wilayah Kabupaten Bekasi, yang meliputi kecamatan: Cikarang Utara, Cikarang Timur, dan Cikarang Selatan (tabel 4.22) meliputi 13 desa/kelurahan pada 3 kecamatan.

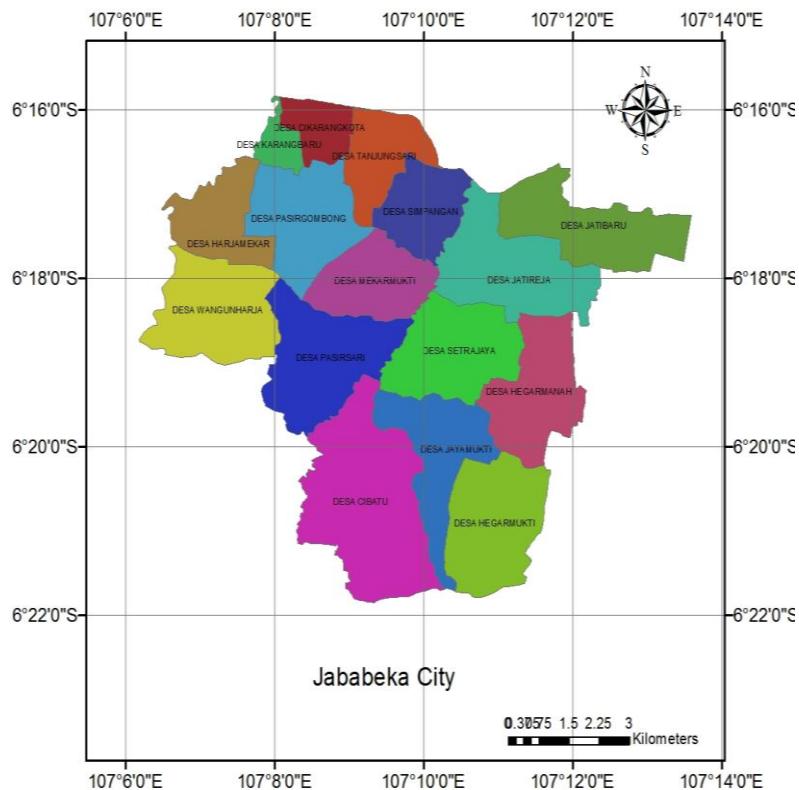
Tabel 4.22 Wilayah Kecamatan dan Kelurahan di kawasan Kota Jababeka

No	Kecamatan	Kabupaten Bekasi
		Kelurahan
1	Cikarang Utara	Cikarang Kota Karang baru Mekar Mukti Pasir Gombrong Simpangan Tanjung sari Wangun harja
2	Cikarang Timur	Jati reja Karang Sari Serta Jaya
3	Cikarang Selatan	Pasir Sari Cibatu Hegar mukti

Sumber: Hasil olahan penulis

Kota Jababeka diapit oleh sungai Cikarang pada Bagian Barat, dan sungai Cibeet, pada Bagian Timur, selain kedua sungai ini pada bagaian selatan mengalir Tarum Barat, yang berhulu sampai Wilayah Jakarta. Tarum Barat merupakan pemasok bahan baku air bersih bagi Kota Jababeka. Kawasan Industri sebagai kawasan utama dan kawasan terluas dengan luas total 3,870 ha merupakan yang pertama dikembangkan dan sampai saat ini telah memiliki 17 sektor/blok Kawasan Industri yang letaknya tersebar. Kawasan industri berada pada dua lokasi, Bagian Barat, dan Timur yang dipisahkan oleh jalan Industri Jababeka - Tegal Gede, sampai jalan Lemah Abang – Cibarusah. Kota Jababeka berada pada elevasi 22-

24 m dpl (Bakosurtanal, 2000). Secara geografis berada pada 107°40' Bujur Timur - 107°14' Bujur Timur, dan 6°12' Lintang Selatan - 6°22' Lintang Selatan.



Gambar 4.20 Lokasi Geografis Kawasan Kota Jababeka

Sumber: Peta Administrasi di Jawa, 2010

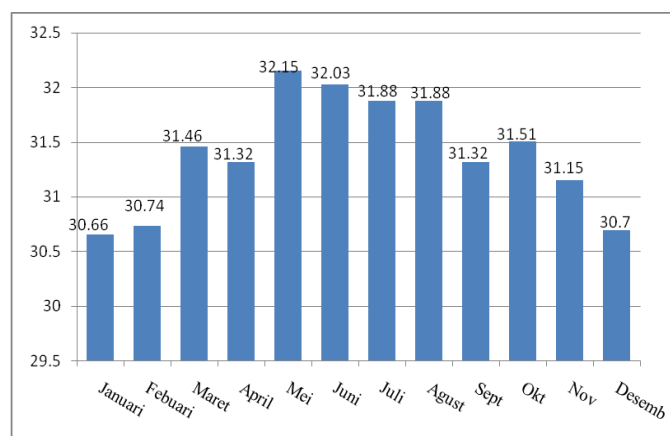
4.4.1 Lingkungan Alami

Geomorfologi Kabupaten Bekasi berada pada zona dataran Pantai Utara (Naryanto, 2008). Morfologi Kabupaten Bekasi terdiri dari dua bagian, yaitu morfologi dataran rendah di sebagian daerah utara dan morfologi bergelombang di daerah selatan. Kota Jababeka termasuk dalam morfologi dataran, terletak di bagian utara yang merupakan daerah relatif datar, dibentuk oleh endapan aluvial pantai dan aluvial sungai berukuran lempung-kerakal, merupakan dataran delta, rawa, pematang pantai, aluvial, sungai, tanggul alam, dan aluvial sungai lama. Terdapat tiga buah sungai utama di daerah Kabupaten Bekasi, yaitu Kali Cikarang, Kali Cibeet, dan Kali Bekasi. Keadaan geohidrologi Kabupaten Bekasi berada

pada sistem Cekungan Air tanah Jakarta dan Cekungan Air tanah Krawang - Jatibarang. Berdasarkan hasil penelitian Naryanto (2008), sebagai berikut:

“Bawah muka tanah setempat (bmts), lapisan akuifer dibatasi lapisan batu lempung di bagian atas dan bawahnya berfungsi sebagai lapisan penekan (*confining layer*). Sebaran top akuifer dangkal rata-rata adalah antara 8,39 m sampai dengan 40,5 m. Sedangkan sebaran top akuifer dalam rata-rata adalah antara 33,5 m sampai dengan 174 m. distribusi top akuifer tersebut memperlihatkan arah kemiringan lapisan akuifer secara regional ke arah utara dan diperkirakan aliran air tanah secara alamiah akan dikendalikan oleh kemiringan satuan batuan tersebut, selain itu dijumpai lapisan akuifer tidak tertekan (*unconfined guller*) yang berada di bawah lapisan sod. Lapisan ini tersusun oleh batupasir yang mempunyai bentuk berupa lensa. Ketebalan akuifer ini mencapai 30 m dengan kedalaman batas bawah (*bottom*) lapisan ini mencapai 40 m bmts. Berdasarkan pembagian lapisan akuifer endapan batuan dasar, daerah Cikarang dan sekitarnya terdiri dari kelompok luah sumur yaitu luah sumur <5 l/detik. Batuan penyusun wilayah tersebut sebagian kecil batuan sedimen kuarter belum termampatkan sehingga sangat porous, berupa batu pasir dan breksi.”

Kawasan Cikarang Utara merupakan lokasi Kota Jababeka, memiliki “potensi akuifer produktif pada kedalaman rata-rata antara 100-140 m memberikan cadangan air tanah yang baik, tetapi sangat dipengaruhi juga oleh jumlah resapan air tanah yang dapat masuk ke dalam akuifer (Naryanto, 2008).”

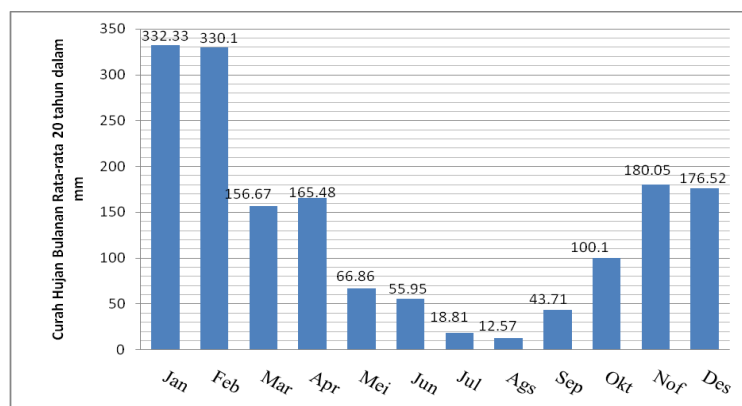


Gambar 4.21 Suhu Bulanan Rata-rata Tahun 1992-2012 Kawasan Kota Jababeka

Sumber: Stasiun Klimatologi kemayoran

Suhu rata-rata tahunan di Stasiun Klimatologi Kemayoran, trennya naik tiap tahunnya sebesar 0,014⁰C. Suhu terendah rata-rata terjadi pada tahun 1992 sebesar 30,41⁰C, sedangkan suhu tertinggi rata-rata terjadi pada tahun 2011 sekitar 32,80⁰C, sedangkan suhu bulanan rata-rata terendah terjadi pada Bulan Januari sebesar 30,66⁰C dan tertinggi pada Bulan Juni sebesar 32, 06⁰C (Gambar 4.22).

curah hujan periode tahun 1992 sampai dengan tahun 2012 (Gambar 4.21) di kawasan Kota Jababeka tren nya meningkat 0,067 mm, dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2010 dengan curah hujan rata-rata pertahun sebesar 224 mm dan terendah terjadi pada tahun 2003, dengan curah hujan 92 mm, sedangkan curah hujan berdasarkan bulanan curah hujan terjadi pada bulan febuari.



Gambar 4.22 Curah Hujan Bulanan Tahun 1992 – 2012 Kawasan Kota Jababeka

Sumber: Stasiun Klimatologi Darmaga

4.4.2 Lingkungan Buatan

Pengembangan dan perubahan tata guna lahan di Kota Jababeka dapat dilihat pada tabel 4.22 dan gambar 4.22 Kota Jababeka dikembangkan dengan mengkonversi lahan pertanian, dan lahan pembuatan genteng keramik yang pada tahun 1998 luas persawahan 2547,18 ha, dan lahan terbuka 3107,61 ha. Konversi lahan pertanian menjadi lahan terbangun perumahan dan industri, berdampak pada perubahan ekosistem yang tidak dapat memberi layanan sebagaimana seharusnya. Pada tahun 1998 luas lahan terbangun mencapai 1473,48 ha. Pengembangan

dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2000, peningkatannya mencapai 4%, peningkatan keluasan yang sedikit terjadi akibat krisis ekonomi yang melanda Indonesia pada tahun 1998 dan akibatnya masih terasa pada sektor bisnis properti. Tahun 1998 sampai dengan tahun 2000 kebun campuran meningkat 20 %, di tahun 1998 luasnya 4%, pada tahun 2000 menjadi 24 %, demikian juga dengan pertanian lahan kering meningkat menjadi 24 % di tahun 2000, meningkat sebanyak 23% dibanding tahun 1998. Keluasan badan air yang menyusut, dan keluasan lahan terbangun meningkat memperluas lahan kedap air, sehingga limpasan air permukaan berpotensi meningkat.

Tabel 4.23 Tata Guna Lahan Kawasan Kota Jababeka Tahun 1998 s/d 2012

No	Penggunaan Lahan	1998		2000		2005		2009		2012	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	Hutan	0		0		0		0		0	
2	Kebun Campuran	336.6	4.10	2025.09	24.41	2474.48	29.83	799	9.63	144.2	1.74
3	Semak Belukar	439.92	5.30	277.65	3.35	542.07	6.53	675	8.14	735.8	8.87
4	Lahan Terbangun	1473.4	17.76	1787.9	21.60	3633.21	43.80	4707	56.74	5396	65.04
5	Sawah	2547.15	30.7	275.4	3.32	691.2	8.33	1256	15.14	1399	16.86
6	Lahan Terbuka	3107.61	37.46	1701.9	20.52	843.03	10.16	757	9.13	532.2	6.42
7	Lhn Pertanian / Lahan Kering	367.38	4.43	2207.18	26.61	108.32	1.31	98	1.20	85.32	1.03
8	Air	23.94	0.29	20.88	0.25	3.69	0.05	3.89	0.05	3.69	0.05
	Total	8296	100	8296	100	8296	100	8296	100	8296	100

Sumber: Lansat

Kenaikan keluasan lahan pertanian lahan kering dan kebun campuran diikuti oleh penurunan keluasan persawahan, semak belukar, dan lahan terbuka. Setelah tahun 2000 hingga tahun 2005 pertumbuhan luas lahan terbangun meningkat 50% dibandingkan tahun 2000 yang luasnya 1787.9 ha, meningkat menjadi 3633.2 ha atau dari 22% menjadi 44%. Peningkatan lahan terbangun sejak tahun 2000 berlanjut, dan pada tahun 2012 telah mencapai 65% dari luas total lahan yang tersedia. Peningkatan lahan terbangun tidak diiringi dengan penambahan luas badan air, yang luasnya semakin menurun, terus menyusut menjadi 3.69 % di tahun 2012. Sampai dengan tahun 2012, Kawasan Kota Jababeka masih memiliki

lahan yang belum terbangun sebesar 35%, berupa persawahan, kebun campuran, semak belukar, lahan terbuka, dan pertanian lahan kering. Sisa lahan yang belum dikembangkan ini bila sebagian dapat dikembangkan menjadi Ruang Terbuka Hijau, maupun pengembangan badan air akan dapat mengurangi potensi limpasan air dan banjir.

Struktur Kota Jababeka dengan bentuk *patch* berupa kawasan industri dilengkapi klaster perumahan, pendidikan, fasilitas kesehatan, klaster perdagangan dan bisnis, lapangan golf, hutan kota. Fasilitas yang dimiliki Kota Jababeka antara lain: *Dry Port*, pembangkit tenaga listrik, pengolahan limbah cair industri (WWTP), dan pengolahan air bersih (WTP). Rencana Pengembangan Kota Jababeka menggunakan pola *griddiron* (Kotak), hal ini dilakukan karena keadaan geomorfologi dengan topografi datar, dengan pola ini pengembangan lahan dapat dilakukan optimal dengan memanfaatkan seluruh lahan yang ada. Kawasan industri pada Bagian Barat seluruh area merupakan industri manufaktur dengan dilengkapi oleh 2 buah WWTP dan 1 pengolahan air bersih (WTP) terdiri dari beberapa blok, dengan jumlah 17 blok dengan sebutan Jababeka I s/d XVII, sedangkan Kawasan industri Bagian Timur merupakan kawasan campuran antara lain: Kawasan Industri, Kawasan Perumahan, Kawasan Pendidikan, Kawasan Jasa dan Perdagangan, Lapangan Golf, dengan Infrastruktur pendukung antara lain: *Dry Port*, dan Pembangkit Tenaga Listrik.

Kawasan Industri pada umumnya memiliki Koefisien Dasar Bangunan (KDB) 80%, Kawasan Jasa & Perdagangan 80 %, Perumahan 60% - 70%. Ruang Terbuka Hijau yang penulis temukan berupa *Botanical Garden*, lokasi *Botanical Garden* berada pada kawasan lapangan golf. Kawasan Timur ini dilengkapi dengan pengolahan air bersih. Pengembangan Kawasan Industri dibagi atas zonasi permukiman dan kawasan industri. Di lapangan ditemukan batas antara kawasan industri dengan kawasan permukiman *Buffer Zone* nya berupa jalan raya dengan jalur pohon jalan sebagai Ruang Terbuka Hijau.

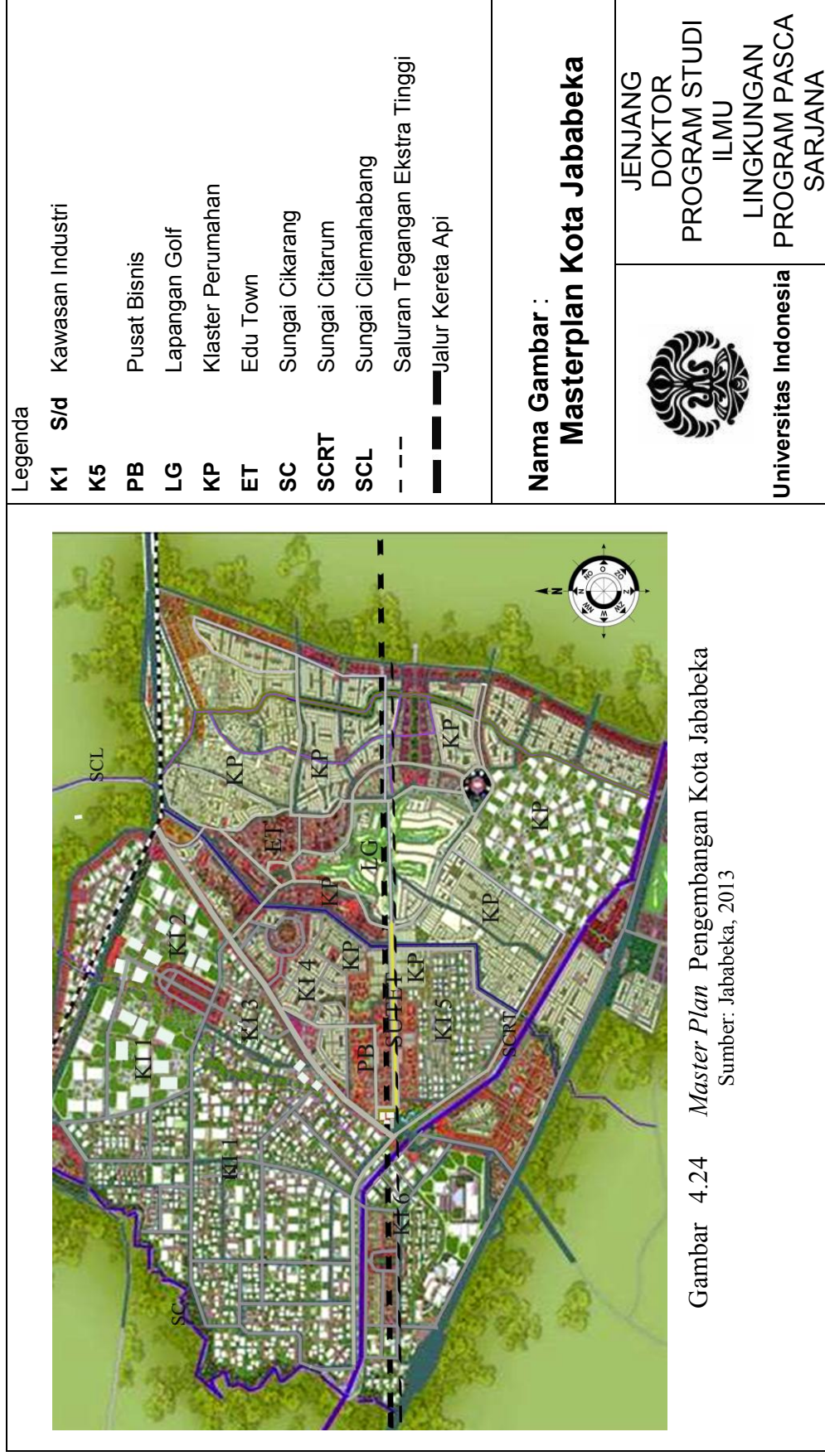
Ruang Terbuka Hijau lainnya adalah median tengah pada jalan lokal primer. Median tengah ini merupakan jalur dari saluran tegangan ekstra tinggi (SUTET) yang memang harus bebas dari bangunan. Pemanfaatan jalur sepanjang SUTET sebagai Ruang Terbuka Hijau linier, seharusnya dapat dimaksimalkan sebagai resapan air hujan, sehingga dapat bermanfaat untuk mengurangi air limpasan yang berpotensi menimbulkan banjir. Kawasan industri memiliki keluasaan paling dominan (69%) dengan besaran KDB setiap bangunan 80-90%.

Tabel 4.24 Rencana Peruntukan/Pemanfaatan Ruang Kota Jababeka

Rencana Peruntukan/ Pemanfaatan Ruang	Luas Lahan	Total	Rencana Industri, Permhan, Perdagangan, sarana & prasarana Luas Efektif	Rencana Industri, Permhan, Perdagangan, sarana & prasarana Luas Non Efektif	Luas	Luas Area Efektif Terhadap Total	Luas Area Non Efektif Terhadap Total
	ha	%	ha	%	ha	%	%
Industri	3,870	69	2709	70	1161	30	48
Rumah	1,253	22	751.8	60	501.2	40	13
Js/Pdgn	240	4	192	80	48	20	3
sarana	237	4	47.4	20	189.6	80	1
total	5,600	100					66

Sumber: Citra Satelit dan hasil Olahan Penulis

Kerapatan bangunan yang tinggi, dengan KDB 80%-90 %, menghasilkan luas terbangun yang luas dan luas Ruang Terbuka Hijau sempit. mengakibatkan luas lahan kedap menjadi luas, kapasitas infiltrasinya rendah sehingga saat hujan akan terjadi limpasan air yang dapat menimbulkan banjir. Di samping itu Kota Jababeka tidak menyediakan *reservoir* sebagai penampungan air hujan. Pada Kawasan Industri Bagian Utara dari Bagian Timur Kawasan Industri, memiliki elavasi yang lebih rendah dibandingkan kawasan disekitarnya dan menjadikannya rawan banjir. Pompa penyedot air pada kawasan industri menggambarkan bahwa saat hujan kawasan industri ini banjir dan terbukti kawasan industri Bagian Timur terendam banjir pada tahun 2010 dan Januari 2013.



Gambar 4.24 Master Plan Pengembangan Kota Jababeka
Sumber: Jababeka, 2013

Keluasan RTH yang dicanangkan dalam Undang-undang no 26/2007, tentang penataan ruang sebesar 30% seharusnya dipenuhi oleh kota jababeka, hal ini selain untuk memperbesar kapasitas infiltrasi air hujan dan sebagai tempat berinteraksinya warga Kota Jababeka maupun masyarakat di luar Kota Jababeka.

Jalan di dalam Kota Jababeka dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Arteri sekunder Jalan industri – Tegal Gede, dan jalan Lemah Abang Cibusah menghubungkan Kota Jababeka dengan jalan Tol Cikampek maupun Kota Jababeka dengan jalan Urip Soemahardjo yang merupakan jalan Primer Kota Bekasi dan Karawang. Jalan kolektor sekunder sepanjang jalan Industri Jababeka-Tegal Gede, Niaga Raya-Industri Utama-Kasuari Raya, Kedasih Raya, Jababeka Raya, Cikarang baru menghubungkan antara kawasan industri, pusat bisnis, dan perumahan.

Jalan lokal sekunder merupakan kawasan bisnis dan perdagangan dengan klaster perumahan. Akses menuju Kota Jababeka selain melalui jalan primer Kota Bekasi – Kota karawang, dapat di tempuh melalui Tol Cawang – Cikampek, dengan gerbang tol menuju Jalan Industri - Tegal Gede. Pada tahun 2014 dioperasikan gerbang Tol langsung menuju kawasan Industri satu.

4.4.3 Ekosistem

Ekosistem di Kota Jababeka, terdiri dari 5 unsur yang diidentifikasi sebagai: 1) Kawasan industri, klaster perumahan, pusat bisnis & perdagangan, jalan dan jalur pejalan kaki, (2) Ruang Terbuka Hijau, (3) Hutan/Taman kota, (4) *Ponds*, dan (5) Sungai.

4.4.3.1 Patch

4.4.3.1.1 Klaster Perumahan, Pusat Bisnis & Perdagangan, Industri

Pada pengembangan Kota Jababeka hunian atau perumahan dikelompokkan (klaster) dengan pola klaster tunggal. KDB 40 % merupakan perumahan dengan

luas lahan $>120 \text{ m}^2$. Pada klaster ini terdapat Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang berada pada bagian tengah klaster. Pada perumahan dengan KDB 60 %, keluasan lahan berkisar antara $80 - 120 \text{ m}^2$, RTH berada pada sudut klaster, dan lahan yang tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Kawasan bisnis, perdagangan, dan industri memiliki KDB 60-80%. Kawasan Industri dibagi oleh jalan arteri sekunder industri -tegol Gede, sampai dengan Lemah Abang – Cibarusah. Pada kawasan ini Ruang Terbuka Hijau berada pada kavling bangunan/gedung, dan pada lahan yang tidak dapat dikembangkan sebagai bangunan produktif karena keluasan yang terbatas. Pada jalan kolektor sekunder Niaga Raya pada kawasan bisnis dan perdagangan memiliki median tengah dengan lebar $\pm 6 - 8 \text{ m}$ yang merupakan jalur listrik tegangan tinggi yang ditengahnya ditanami pohon, sedangkan pada bagian jalan yang ada pertokoan bahu jalan (*Berm*) tidak ada, karena berupa lahan yang di perkeras untuk parkir. Pada Jalan lokal primer Kawasan Industri lainnya, RTH hanya pada bahu jalan sebelah kiri dan kanan yang memiliki lebar berkisar antara $1 - 2 \text{ m}$, dan pada kavling-kavling pabrik. Ekosistem pada Kota Jababeka tidak memberikan jasanya dengan maksimal kerana tidak adanya keseimbangan antara unsur biotik dan abiotik, seperti penetapan koefisien dasar bangunan yang besar, yang berarti tutupan lahan terbangun lebih besar dibandingkan dengan Ruang Terbuka Hijau yang dapat ditanami pohon. Pada kawasan industri unsur abiotik seperti gedung dan infrastruktur memiliki keluasan yang dominan (Matriks) namun tidak imbangi oleh unsur biotik (pohon, semak, dan penutup tanah rumput). Keadaan ini tidak memungkinkan jasa ekosistem, seperti jasa regulasi memberikan jasanya secara optimal, misalnya menurunkan suhu udara mikro, memperbesar kapasitas infiltrasi air hujan. Untuk mengetahui besaran suhu udara dan kelembaban udara di Kota Jababeka dilakukan pengambilan sampel pada beberapa titik (gambar 4.25). Hasil pengambilan sampel suhu udara dan kelembaban Kota Jababeka terlihat pada tabel 4.25



Gambar 4.25. Titik Pengambilan Sampel Suhu dan Kelembaban Udara Kota Jababeka

Titik pengambilan Sampel (gambar 4.25)

- | | | |
|------------------------------|-----------------------------|--|
| 1= Jalan Niaga raya Industri | 4= Jalan Kihajar Dewantara | 7=Jalan Industri Jababeka- Raya Lemahabang |
| 2 = Jalan Tarum Barat 2 | 5=Jalan Jababeka Raya Timur | 8 =Samsat Cikarang |
| 3 = Jalan Bima Sakti | 6= Jalan Jababeka XVI | 9 =Jalan Tekno Boulevard |

Tabel 4.25 Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Mikro Kota Jababeka

Lokasi Pengukuran																		
1	2		3		4		5		6		7		8		9		Rerata	
T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T	Rh	T Rh
33	41	32.7	47	33	41.8	32.5	43.4	32.7	53	33	57	32	43	33	39	35	37	33 43

Pada tabel 4.24 memperlihatkan hasil pengukuran suhu udara dan kelembaban di Kawasan Kota Jababeka.

Penghitungan *Temperature humidity index* (THI) dengan persamaan Nieuwolt:

$$THI = 0.8t + (Rh \times t / 500).$$

Di mana:

t = Suhu udara diukur dengan derajat Celcius

Rh = Kelembaban relatif diukur dengan %

Keterangan:

Pengukuran dilakukan pada cuaca cerah. Hasil yang didapat merupakan nilai rata-rata.

Tabel 4.26 Hasil Penghitungan *Temperature Humidity Index*

Lokasi	Hasil	Lokasi	Hasil	Lokasi	Hasil
1	29.1	4	28.8	7	28.6
2	29.2	5	29.6	8	29.2
3	28.7	6	30.6	9	31.1

Berdasarkan Tabel 4.25 Suhu dan Kelembaban Udara Mikro, dapat dihitung kenyamanan di lokasi pengukuran dengan *Thermal Humidity Index (THI)* menggunakan formula persamaan Nieuwolt, seluruh lokasi pengukuran masuk pada zona tidak nyaman, dimana pada zona tidak nyaman rentang suhu udara dan kelembaban relatif adalah: $THI > 26$ (tabel 4.26). Lokasi yang memiliki indeks THI rendah memiliki vegetasi yang rapat di tanam di sekitarnya tersebar di beberapa lokasi.



Gambar 4.26 Lokasi Penanaman Pohon di Kota Jababeka

Keterangan:

No	No	No
1 = Serta Indah	6= Klaster Kedasih	11= Botanical Garden
2= Serta Serta Asri	7= Buana Asri	12= Jalan Industri Jababeka-Tegal Gede
3= Serta Alam	8= Klaster Tropika	13= Jalan Industri Jababeka Raya
4= Klaster Mekar Alam	9= Klaster Taman Golf	14= Jalan Niaga Raya-Industri -Kasuari
5= Klaster Mekar Indah	10= Klaster Paladia	15= Jalan Irigasi Raya

Jenis pohon dan kerapatan dapat mempengaruhi temperatur udara mikro. Ruang Terbuka Hijau yang terdapat di dalam Kawasan Kota Jababeka antara lain: Taman perumahan, kawasan industri, taman kota/hutan kota, Jalur saluran udara ekstra tinggi (tabel 4.27). Lokasi observasi penanaman pohon di Kota Jababeka antara lain:

Tabel 4.27 Jenis Pohon dan Lokasi Penanaman Kota Jababeka

No	Jenis	Asal	Jenis Introduksi / lokal	Lokasi														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<i>Artocarpus Altilis</i> /Kluwih	Sri Lanka.	Jenis Introduksi			O	O	O	O	O	O	O	O	O				O
2	<i>Bismackia</i>	Tropical America	Jenis Introduksi															O
3	<i>Bombax Cieba</i> /Kapuk	Tropical America	Jenis lokal				O		O						O	O	O	O
4	<i>Cocos Nucifera</i> /Kelapa	Tropical America	Jenis Introduksi	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O					O
5	<i>Delonix regia</i> /Flamboyan	Indonesia	Jenis lokal	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O		O	O
6	<i>Ficus Benyaminal</i> /Beringin	Indonesia	Jenis lokal						O	O	O	O	O	O	O			
7	<i>Ficus Lyrata</i> /Biola Cantik	Mada-gaskar	Jenis Introduksi						O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	<i>Filicium decipiens</i> /Kiara Payung	Indonesia	Jenis lokal				O			O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	<i>Hibiscus tiliaceus</i> /Waru	Tropical America	Jenis Introduksi				O	O		O	O				O	O	O	O
10	<i>Mangifera Indica</i> /Mangga	Indonesia	Jenis lokal	O	O		O	O	O	O	O	O			O	O	O	O
11	<i>Manilkara Kauki</i> /Sawo Kecil	Tropical America	Jenis Introduksi					O	O			O			O	O	O	O
12	<i>Plumeria Alba</i> /Kamboja	Asia Tenggara	Jenis Introduksi				O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
13	<i>Polyalthia Longifolia</i> /Glodokan Tiang	Indonesia	Jenis lokal	O	O				O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
14	<i>Pterocarpus Indicus</i> /Angasana	Asia Tenggara	Jenis Introduksi	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
15	<i>Roystenia Regia</i> /Palem Raja	India.	Jenis Introduksi			O			O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Lanjutan Tabel 4.27 Jenis Pohon dan Lokasi Penanaman Kota Jababeka

16	<i>Samanea Saman</i> /Terembesi	Tropical America	Jenis Introduksi	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
17	<i>Swietenia Mahagoni</i> /Mahoni	Indonesia	Jenis lokal	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
18	<i>Syzigium Oleina</i> /Pucuk Merah	Mada-gaskar	Jenis Introduksi							O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
19	<i>Tabebuia Aurea</i> /Bunga Sakura	Indonesia	Jenis lokal							O	O			O	O	O	O	O	O	
20	<i>Terminalia Catapa</i> /Ketapang	Kuba	Jenis Introduksi	O	O	O	O	O	O	O	O							O	O	O

Jenis pohon yang ditanam didominasi oleh pohon asing (exotic) sebanyak 60%, sedangkan pohon lokal 40% dari seluruh jenis yang ditanam. Pohon di perkotaan memiliki peran penting untuk mengurangi limpasan akibat hujan, pohon dapat berperan sebagai mini reservoir, dan pengendali hujan yang jatuh di permukaan lahan (EPA, 2013), selain itu pohon dapat mengurangi temperatur udara karena kemampuannya dapat mengabsorpsi, merefleksikan dan meneruskan panas yang diterima (Robbinette, 1977). Terembesi (*Samanea Saman*) di Kota Jababeka ditanam di sepanjang jalan Arteri sekunder, Kolektor sekunder, dengan pertumbuhan yang cepat dan kanopi yang luas, Pohon Terembesi dapat mengurangi suhu udara. Selain Terembesi (*Samanea Saman*), Pohon Angsana (*Pterocarpus Indicus*) ditanam di seluruh tempat utama yang diobservasi. Seperti juga Pohon Terembesi, Pohon Angsana pertumbuhannya cepat. pohon Angsana ditanam pada jalan-jalan lokal, sebagai peneduh, demikian juga dengan mahoni yang banyak ditanam pada jalan arteri sekunder, jalan industri jababeka-tegal gede. Pohon Terembesi selain di tanam di sisi kiri jalan, juga ditanam pada median tengah jalan, berbeda dengan Angsana, dan mahoni yang ditanam pada sisi kiri dan kanan jalan. Pohon Palembang Bismack ditanam di median tengah jalan kolektor sekunder Niaga Raya-Industri-Kasuari. sebagai sebuah ornamen. Pohon Ketapang (*Terminalia Catapa*), ditanam di jalan Irigasi pada median tengah, maupun kiri kanan bersama dengan pohon Terembesi sebagai peneduh.

4.4.3.1.2 Hutan dan Taman Kota

Berdasarkan undang-undang No 26/2007. Tentang Penataan Ruang, dengan keluasan 5600 ha. Kota Jababeka harus memiliki Ruang Terbuka Hijau publik seluas 20% atau 1120 ha dengan lokasi dapat tersebar, dan ruang terbuka *private* seluas 10% atau 560 ha, saat ini Ruang Terbuka Hijau publik berupa *Botanical Garden* yang ada saat ini dapat diakses oleh seluruh masyarakat yang ada di Kota Jababeka maupun sekitarnya, untuk pemenuhan keluasan ruang terbuka terbuka hijau seperti yang disyaratkan oleh UU no 26/2007. Tentang Penataan Ruang perlu menambah keluasan RTH, dapat berupa taman/hutan kota.

4.4.3.1.3 Ponds/Danau

Badan air di Kawasan Kota Jababeka berupa *ponds*, sedangkan danau tidak penulis jumpai. *Ponds* berada pada lapangan golf memberikan jasa budaya/rekreasi.

4.4.3.2 Koridor

4.4.3.2.1 Jalan Raya, jalur Pejalan Kaki, jalur Pesepeda, jalur di bawah saluran udara tegangan ekstra tinggi

Pada setiap Jalan di dalam Kota Jababeka memiliki RTH antara lain pada jalan kolektor primer, jalan penghubung antara jalan utama menuju ke klaster, dan menuju kawasan industri, dan jalan lingkungan di kawasan industri. Pada jalan penghubung maupun lingkungan perumahan RTH berada pada bahu jalan, demikian juga pada badan sungai yang mengalir di tengah Kota Jababeka (Sungai Cilemahabang). Pada jalan lingkungan di kawasan industri median tengah jalan ditemukan, antara lain pada kawasan industri Jababeka Raya, Jababeka IV, V, VI, dan Jababeka XVI.

Pada jalan lokal primer (Jalan Niaga Raya-jalan Industri utama) RTH berada pada pada median tengah yang lebar berada di bawah jalur kabel udara listrik

tegangan tinggi. Jarak bebas jalan raya terhadap saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) ditetapkan 15 meter (Permen PU, no 05/PRT/M/2008, tentang pedoman RTH di kawasan perkotaan). Ketentuan lainnya, garis sempadan jaringan tenaga listrik adalah 64 m yang ditetapkan dari titik tengah jaringan tenaga listrik. Ketentuan jarak bebas minimum antara penghantar SUTT dan SUTET dengan tanah dan benda lain, seperti jarak terhadap bangunan beton, pompa bensin, penimbunan bahan bakar, pagar, lapangan terbuka, jalan raya, pepohonan, bangunan tahan api, rel kereta api. SUTET yang berada pada jalan arteri sekunder tidak memberikan jasa regulasi, sehingga tidak berkontribusi untuk mengurangi limpasan air permukaan dan memperbesar cadangan air bawah tanah (abt). Jalur di bawah SUTET ini dapat dimanfaatkan sebagai resapan air yang dapat menampung air hujan yang jatuh di sekitar Jalan Niaga Raya-Jalan Industri Utama, yang kerap kali tergenang air saat hujan. Dengan dimanfaatkan sebagai resapan dan penampungan air hujan diharapkan genangan air yang kerap melanda Jalan Niaga Raya-Jalan Industri dapat dikurangi dan sebagai bagian dari upaya konservasi air bawah tanah. Pohon *Bismackia*, ditanam di median tengah jalan kolektor sekunder Niaga Raya-industri sebagai sebuah *ornament*.

4.4.3.2.2 Sungai

Koridor dengan bentuk badan air di Kawasan Kota Jababeka berupa sungai, antara lain: Sungai Cikarang yang mengalir di Barat Kota Jababeka. Pada Bagian Selatan Kota Jababeka dialiri oleh saluran Irigasi Tarum Barat yang mengalir sampai Kota Jakarta, ekosistem saluran irigasi ini memberi jasa *provisioning* sebagai pemasok bahan baku air bersih yang diolah Kota Jababeka yang dialirkan melalui saluran Irigasi Raya dan Sungai Cilemahabang. Dominasi luas lahan kedap air akibat pengembangan kawasan industri dan terbatasnya luas badan air yang dapat menampung limpasan air permukaan berakibat terjadinya banjir. Banjir yang terjadi di Kota Jababeka salah satu penyebabnya adalah Sungai Cilemahabang yang mengalir di tengah Kota Jababeka. Volume limpasan permukaan berpotensi akan lebih besar jika pengembangan Kota jababeka telah berakhir. Koridor dengan bentuk sungai memiliki jasa *provisioning* sebagai

pemasok bahan baku air bersih, namun pada saat hujan sungai ini tidak dapat menampung dan menyalurkan air hujan sehingga menimbulkan banjir.

4.4.4 Integrasi Faktor Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial Pada Pengembangan Kota Jababeka

4.4.4.1 Lingkungan

Patch pada Kota Jababeka berupa klaster perumahan, perdagangan dan bisnis, taman kota/hutan kota, danau/*ponds*, sedangkan koridor berupa jalan raya, sungai, SUTET, jalur pejalan kaki, jalur pesepeda. *Patch* yang ada di dalam Kota Jababeka dengan bentuk hutan / taman kota memiliki jasa regulasi menyimpan cadangan air bawah tanah, karena kapasitas infiltrasi yang baik akibat adanya vegetasi. Di samping itu hutan kota memiliki jasa budaya, sebagai tempat untuk rekreasi. Keluasan *Botanical Garden* dan Ruang Terbuka Hijau di Kota Jababeka tidak memberikan jasanya dengan maksimal. Banjir yang terjadi di Kawasan Jababeka karena meluapnya Sungai Cilemahabang yang mengalir di tengah Kota Jababeka, hal ini juga disebabkan rasio luasnya lahan yang kedap air dibandingkan Ruang Terbuka Hijau rasionya tidak sebanding, sehingga kapasitas infiltrasi tidak lagi memadai. *Patch* dengan bentuk *ponds* hanya ada pada lapangan golf, sehingga air hujan tidak mampu untuk di tampung. *Patch* dengan bentuk klaster perumahan memiliki jasa *provisioning*, rumah-rumah yang ada didalam ekosistem ini merupakan tempat tinggal, berkarya, dan beristirahat bagi penghuni klaster, sedangkan Ruang Terbuka Hijau memiliki jasa regulasi yaitu menurunkan suhu udara mikro dan memperbesar kapasitas infiltrasi.

Akses menuju Kota Jababeka dapat melalui jalan Kota Bekasi-Karawang, dan jalan tol Cawang - Cikampek dengan gerbang sendiri. Jalur pesepeda ada tetapi menyatu dengan jalan raya, sedangkan pedestrian berada pada bagian kiri jalan raya. Pengadaan air bersih untuk penduduk dan kepentingan industri dipasok dari dalam Kota Jababeka, namun mengalami defisit. Desain drainase konvensional, dengan konsep mengalirkan air hujan dengan cepat sehingga tidak memungkinkan terjadinya infiltrasi, Jalur hijau di bawah saluran tegangan ekstra tinggi

dimanfaatkan sebagai jalur hijau dan median tengah jalan. Pertokoan di sepanjang jalur hijau tidak ada penanaman pohon.

4.4.4.1.1 Drainase

Pengembangan Kota Jababeka membagi saluran air hujan (Drainase) menjadi 3 kelompok, yaitu primer, sekunder, tersier, dengan pola drainase tertutup dan drainase terbuka. Pada pengembangan Kota Jababeka drainase primer adalah Sungai Cilemahabang dan Irigasi Raya. Sungai Cilemahabang mengalir di tengah kota, dan Irigasi Raya mengalir masuk ke dalam lapangan golf. Kedua drainase ini menampung air yang mengalir dari drainase sekunder. Pada kawasan industri IV, V, VI, dan jalan lingkungan perumahan. drainase menggunakan pola terbuka dan tertutup. Air hujan dialirkan ke sungai yang ada di dekatnya, antara lain: sungai Cilemah Abang pada kawasan industri III, dan IV, dan pengaliran air hujan ke sungai Cikarang pada kawasan industri I dan II.

4.4.4.1.2 Pengolahan Air Bersih

Air bersih untuk Kawasan Industri dan masyarakat diproses dan dipasok oleh dua unit pengolahan air dengan total kapasitas 500 liter/detik, atau 21,600,000. liter/hari. Dapat diperluas sampai 1000 liter/detik atau 43,200,000. liter/hari, dengan lama produksi 12 jam.

Tabel 4.28 Kebutuhan Air Bersih Kota Jababeka

Penggunaan Air Bersih	bangunan		total orang	Kebutuhan /hari	total liter/hari
asumsi jumlah penduduk			497,686	220	109,490,920
17 sekolah a 100 pelajar	17	100	1700	10	17,000
4 kantor 100 pegawai	4	100	400	10	4,000
Tempat Ibadah	2	150	300	1	300
terminal bus	1	0	0	0.5	0
Rumah sakit	3	0	0	300	0
Hotel	4	150	600	90	54,000
kawasan industri	1	2200		l/detik/ha	792,000,000
Total					901,566,220
kebutuhan/tahun/liter					

Sumber bahan baku air bersih dari Sungai Tarum Barat yang dialirkan melalui saluran kali malang. Jumlah penduduk Kota Jababeka +/- 497,686 jiwa (Statistik Kabupaten Bekasi, 2013) dengan kebutuhan air bersih 220 liter/orang/hari, diperkirakan kebutuhan air bersih bagi penduduk sebesar 109,490,920 liter/hari dan kebutuhan industri 1 liter/detik/ha (SNI 19-6728.1-2002), dengan luas total 2,200 ha, kebutuhan untuk industri 792,000,000 liter/hari, dengan asumsi dalam 1 hari industri bekerja selama 10 jam. Dengan demikian kebutuhan total air bersih di Kota Jababeka sebesar 901,566,220 liter/hari.

4.4.4.1.3 Pengolahan Limbah

Pengolahan limbah cair industri diolah secara terintegrasi (IPAL) pada 3 lokasi, sedangkan limbah cair domestik tiap rumah tangga menggunakan septik tank sendiri. Pengolahan limbah/sampah tidak diolah di dalam Kota Jababeka. Pengolahan limbah cair industri dilakukan terpusat sebanyak dua unit pengolahan dengan kapasitas 325 liter/detik atau 11,700,000 liter/jam/hari yang dapat ditambah hingga 600 liter/detik atau 21,000,000 liter/detik/hari. Pengolahan limbah industri pada kawasan Kota Jababeka, hasil olahan yang sudah memenuhi baku mutu dibuang kesungai, oleh karena itu lokasi pengolahan industri berdekatan dengan sungai. Pengolahan limbah cair domestik, setiap rumah tangga memiliki pengolahan limbah sendiri. Sedangkan pengolahan limbah padat domestik (rumah tangga) di luar Kota Jababeka. Berdasarkan SNI no 19-3983-1995, tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan sedang di Indonesia. Volume timbulan sampah adalah 2.25/liter/orang/hari atau 0.350 kg, untuk rumah sedang. Jumlah penduduk Kota Jababeka diperkirakan +/- 260,000. Jiwa (Pergub DKI, no no122 /2005), maka timbulan sampah diperkirakan sebesar 585 m³ atau 91 ton/hari. Jika pengembangan Kota Jababeka selesai diperkirakan akan dihuni 400,000. jiwa, maka timbulan sampah sebesar 900 m³ atau 140 ton. Saat ini sampah yang dihasilkan oleh Kota Jababeka dikeluarkan atau dibuang ke luar, dengan timbulan sampah sebesar 585 m³ atau 91 ton, memerlukan pengangkutan sampah keluar 23 kali, dengan menggunakan truk sampah dengan kapasitas 26 m³.

4.4.4.1.4 Ekonomi

Kota Jababeka secara administrasi berada pada 3 kecamatan di wilayah Kabupaten Bekasi, antara lain: Kecamatan Cikarang Selatan, Kecamatan Cikarang Utara, Kecamatan Cikarang Timur, dan mendorong pertumbuhan ekonomi di kecamatan tersebut.

Tabel 4.29 PDRB Cikarang Timur

Uraian	Tahun		
	2012 (Dalam Juta)	2013 (Dalam Juta)	2014 (Dalam Juta)
PDRB atas dasar harga Berlaku	3,294,615	3,602,182	3,963,692
PDRB atas dasar harga Konstan	3,021,327	3,182,505	3,324,946
Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun	95.418	100.598	102.360
PDRB Perkapita atas dasar harga Berlaku	345.282	358.076	387.257
PDRB Perkapita atas dasar harga Konstan	316.641	316.358	324.828.

Sumber: Statistik Kecamatan Kecamatan Cikarang Timur.

Industri di Kota Jababeka menjadi faktor penarik munculnya kawasan bisnis, dengan jasa perbankan, hotel, permukiman dan pendidikan. Pertumbuhan ekonomi di ketiga kecamatan tempat bernaungnya Kota Jababeka menjadi parameter dilihat pada pertumbuhan ekonomi yang digambarkan oleh Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Tabel 4.29 memperlihatkan adanya peningkatan jumlah penduduk yang diikuti oleh peningkatan PDRB, dengan peningkatan ini pendapatan perkapitapun ikut naik.

Tabel 4.30 PDRB Cikarang Selatan

Uraian	Tahun		
	2012 (Dalam Juta)	2013 (Dalam Juta)	2014 (Dalam Juta)
PDRB atas dasar harga Berlaku	33,278,447.58	36,353,514.34	39,899,983.47
PDRB atas dasar harga Konstan	31,338,779.07	33,388,391.29	35,328,759.67
Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun	157,956	185,228	198,380
PDRB Perkapita atas dasar harga Berlaku	210.681	196.263	201.129
PDRB Perkapita atas dasar harga Konstan	198.401	180.255	178.086

Sumber: Statistik Kecamatan Kecamatan Cikarang Selatan

PDRB Cikarang Utara dari tahun 2011, ke tahun 2012, ke tahun 2013 dan tahun 2014 mengalami peningkatan (tabel 4.30), demikian juga dengan jumlah penduduk. Pertumbuhan jumlah penduduk mengakibatkan pendapatan perkapita menurun dari tahun 2012 ke Tahun 2013, atas dasar harga konstan mengalami penurunan dari tahun 2012 ke Tahun 2013. Hal ini terjadi karena inflasi pada 2013, sebesar 11% diikuti kenaikan jumlah penduduk mencapai 7% yang merupakan kenaikan jumlah penduduk pada rentang waktu 2011-2014.

Tabel 4.31 PDRB Cikarang Utara

Uraian	Tahun			
	2011 (Dalam Juta)	2012 (Dalam Juta)	2013 (Dalam Juta)	2014 (Dalam Juta)
PDRB atas dasar harga Berlaku	34,715,527.84	37,907,357.56	41,598,477.65	45,902,131.39
PDRB atas dasar harga Konstan	33,090,863.04	35,286,732.89	37,581,656.59	39,751,112.47
Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun	240997	244312	262608	268694
PDRB Perkapita atas dasar harga Berlaku	144.049	155.159	158.405.	170.834
PDRB Perkapita atas dasar harga Konstan	137.308	144.433	143.109.	147.942.

Sumber: Statistik Kecamatan Kecamatan Cikarang Selatan

4.4.4.3 Sosial

Klaster perumahan dilengkapi dengan *ponds* dan dilengkapi fasilitas pendukung antara lain: Kawasan bisnis dan perdagangan, taman bermain dan area komersial berupa ruko. Lokasi pendidikan dan kebutuhan sembilan pokok dapat dicapai dengan jarak < 2km, menurut About.Com Walking (2013) jarak < 2 km dapat dicapai dengan waktu 20 menit dengan berjakan santai. Lokasi tempat rekreasi maupun jasa keuangan berada di dalam Kota Jababeka, sedangkan untuk keluar Kota Jababeka transportasi umum. Rumah susun bagi buruh yang bekerja di Kota Jababeka, idealnya mempunyai tempat tinggal di dalam kota Jababeka, sehingga biaya transport yang harus dikeluarkan dapat seminimal mungkin, selain itu buruh mendapatkan tempat tinggal yang sehat dan layak huni. Taman/hutan kota merupakan Ruang Terbuka Hijau yang dapat dimanfaatkan oleh seluruh warga

Kota Jababeka maupun warga diluarnya. Aktifitas orang yang berkunjung mempunyai kesamaan yaitu olah raga, dan rekreasi bersama teman dan keluarga. Kegiatan lainnya yang dilakukan pengunjung selain olah raga dan juga rekreasi, dan kegiatan lainnya. Sarana pendidikan yang ada di Kota Jababeka mulai pendidikan dasar hingga perguruan tinggi, lokasi pendidikan dasar dan menengah mudah dijangkau dari seluruh klaster yang ada, dengan jarak < 2 km. Indeks Pembangunan Manusia merupakan alat ukur untuk mengetahui kesejahteraan masyarakat yang ada pada suatu daerah, dengan komponen yang terdiri dari angka harapan lama sekolah, harapan hidup, dan daya beli masyarakat. Berdasarkan indeks pembangunan manusia, Kabupaten Bekasi yang secara administratif lokasi Kota Jababeka menduduki peringkat ke delapan dari seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat, dengan demikian kehadiran Kota Jababeka memberikan pengaruh yang baik bagi kesejahteraan masyarakat di Cikarang (Utara, Timur, Selatan).

Tabel 4.32 Indeks Manusia Pembangunan Kabupaten Bekasi Tahun 2011-2014

Komponen	Tahun			
	2011	2012	2013	2014
AHH	73	73.27	73.13	73.16
RLS	7.98	8.25	8.34	8.38
HLS	10.84	11.05	11.42	11.73
Pengeluaran				
Perkapita/tahun dalam ribuan	9946	10040	10207	10232
IPM	68.66	69.38	70.09	70.51

Sumber: Statistik Kabupaten Bekasi 2015

Keterangan AHH: Angka Harapan Hidup, RLS: Rata-rata Lama Sekolah
HLS:Harapan Lama Sekolah

Kota-kota baru di wilayah Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, Kabupaten Bekasi berdasarkan indikator kota berkelanjutan (tabel 4.33), sebagai berikut:

Tabel 4.33 Parameter Kota-kota baru Berkelanjutan

Kota berke- lanjutan	Sentul City	BSD City	Kota Jababeka
Lingku- ngan	<p>Ruang Terbuka Hijau: Ruang Terbuka Hijau 40% dari luas total Sentul City, antara lain: hutan kota berada di lahan pada kemiringan > 25%. Bahu dan median tengah jalan pada jalan arteri sekunder dan lokal sekunder</p> <p>Badan air berupa, danau/<i>ponds</i>, dan sungai</p> <p>Transportasi umum untuk keluar kota. Jalur pejalan kaki dengan jalan kendaraan terpisah oleh Ruang Terbuka Hijau</p> <p>Drainase dengan metode vegetatif pada sebagian jalan arteri sekunder dan klaster perumahan</p> <p>Ketersediaan air bersih dipasok PDAM dari luar Sentul City dan air bawah tanah langka.</p> <p>Pengolahan limbah cair domestik dilakukan secara kumunal, sedangkan limbah pada domestik, di buang ke luar Sentul city.</p>	<p>Ruang Terbuka Hijau: Ruang Terbuka Hijau direncanakan 30% terhadap luas BSD City, antara lain: Taman/hutan kota, garis sempadan sungai, danau/<i>ponds</i>, bahu jalan pada arteri sekunder, lokal sekunder, lahan dibawah saluran udara tegangan tinggi</p> <p>.Badan air berupa, danau/<i>ponds</i> dan sungai</p> <p>Transportasi umum n bus dan kereta api, pejalan kaki, jalur peda menjadi satu dengan jalan raya.</p> <p>Drianase dengan metode vegetatif pada klaster perumahan</p> <p>Ketersediaan air bersih dari PDAM yang diolah di dalam kota, dengan bahan baku dari air sungai yang ada di dalam kota.</p> <p>Pengolahan limbah Industri ringan terintegrasi, sedangkan limbah cair domestik diolah pada tiap rumah tangga.</p> <p>Pengolahan limbah padat domestik diolah secara terintegrasi di dalam BSD City.</p>	<p>Ruang Terbuka Hijau: Keluasan ruang terbuka < 30 % terhadap luas total Kota Jababeka, antara lain: <i>Botanical garden</i>, dilengkapi dengan jalan dengan lebar 6 meter, median tengah pada jalan arteri sekunder di bawah saluran udara tegangan tinggi</p> <p>Badan air berupa <i>pond</i> dan sungai.</p> <p>Transportasi umum, jalur pesepeda menjadi satu dengan jalan kendaraan</p> <p>Drianase menggunakan metode perkerasan.</p> <p>Ketersediaan air bersih dari PDAM yang diolah di dalam kota, dengan bahan baku dari air sungai yang ada di dalam kota.</p> <p>Pengolahan limbah Industri diolah secara terintegrasi, sedangkan limbah cair domestik diolah tiap rumah tangga. Pengolahan limbah padat domestik dibuang ke luar Kota Jababeka.</p>
Sosial	<p>Jarak fasilitas sosial dan fasilitas umum berjarak < 2 km.</p> <p>Pembangunan rumah untuk kelompok menengah-menengah, dan menengah atas.</p> <p>Ruang publik berupa, hutan/taman kota yang dapat diakses dengan mudah oleh seluruh masyarakat, baik penduduk Sentul City maupun penduduk sekitarnya.</p> <p>Terjadi Peningkatan IPM pada Kecamatan yang secara administratif Sentul City berada.</p>	<p>Jarak fasilitas sosial dan fasilitas umum berjarak < 2 km.</p> <p>Pembangunan rumah untuk kelompok menengah-menengah, dan menengah atas.</p> <p>Ruang publik berupa, hutan/taman kota yang dapat diakses dengan mudah oleh seluruh masyarakat, baik penduduk BSD City maupun penduduk sekitarnya</p> <p>. Terjadi Peningkatan IMP pada Kota Tangerang Selatan yang secara administratif BSD City berada.</p>	<p>Jarak fasilitas sosial dan fasilitas umum berjarak < 2 km.</p> <p>Membangun rumah susun untuk buruh, membangun perumahan untuk masyarakat berpenghasilan rendah.</p> <p>Ruang publik berupa, <i>botanical garden</i> yang diakses dengan mudah oleh seluruh masyarakat, baik penduduk Kota Jababeka maupun penduduk sekitarnya.</p> <p>Terjadi Peningkatan IMP pada Kabupaten Bekasi yang secara administratif Kota Jababek berada.</p>

Lanjutan tabel 4.33 Parameter Kota-kota baru Berkelanjutan

Ekono- mi	Pertumbuhan PDRB pada kecamatan Sentul City Berada	Pertumbuhan PDRB dan meningkatnya investasi asing pada Kota Tangerang Selatan yang merupakan lokasi pengembangan BSD City	Pertumbuhan PDRB pada Kecamatan Cikarang Barat, Utara dan Timur yang merupakan lokasi pengembangan Kota Jababeka
--------------	--	---	--

4.5. Analisis Potensi Limpasan Permukaan Kota-kota Baru dengan Metode *Soil Conservation Services* (SCS) dan Pengendalian Limpasan Permukaan

Berdasarkan bahasan pola pengembangan lahan, ekosistem, dan infrastruktur, dihitung potensi limpasan permukaan pada 3 kota baru yang merupakan lapangan penelitian. Untuk mengetahui potensi volume air hujan menggunakan metode rasional dan metode *Soil Conservation Services* (SCS). Penghitungan limpasan air permukaan menggunakan data curah hujan rata-rata bulanan dan tahun yang sama dengan luasan peruntukan/pemanfaatan dan tutupan lahan.

Pada metode SCS aliran permukaan menggunakan indeks yang disebut *Runoff Curve Number* (CN), menyatakan pengaruh bersama tanah, keadaan hidrologi, dan kandungan air sebelumnya. Penentuan besaran CN menggunakan sebuah tabel CN, yang merupakan matriks Penggunaan tanah/perlakuan/kondisi hidrologi dengan kelompok hidrologi tanah. Penghitungan potensi limpasan air permukaan pada kota baru penulis menggunakan metode SCS, mengingat keanekaragaman tutupan lahan kota baru (Arsyad, 2010).”

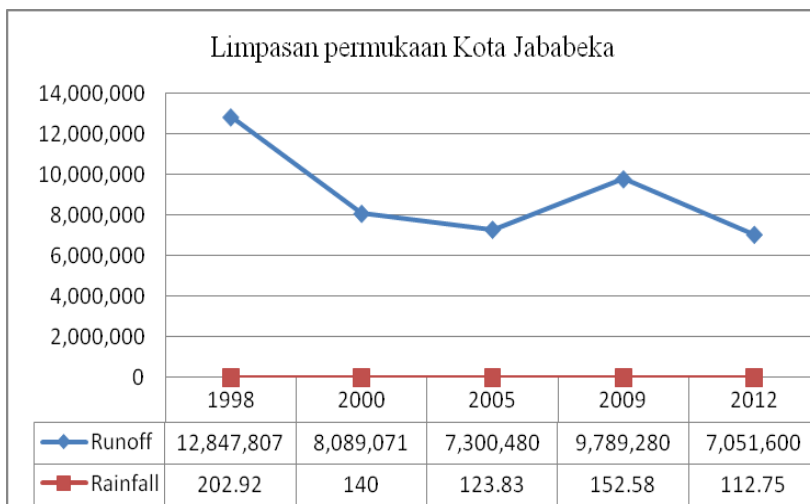
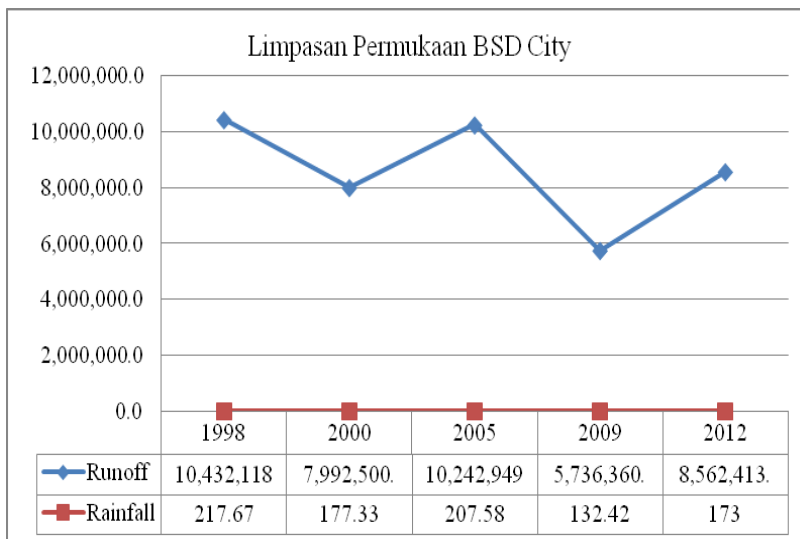
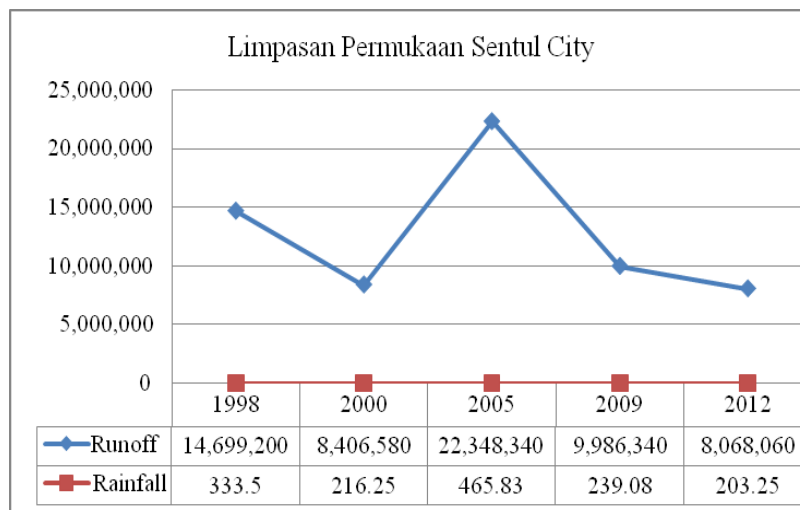
Kelompok hidrologi tanah Sentul City termasuk kelompok tanah D dan C namun kelompok C mempunyai sebaran terluas (Andal Sentul City 2000). Kelompok C merupakan tanah yang mempunyai laju transmisi lambat, lempung berliat, lempung berpasir dangkal, dan tanah berkadar liat tinggi. Besaran curah hujan rata-rata menggunakan data tahun yang sama dengan luasan peruntukan/pemanfaatan dan tutupan lahan. Penghitungan limpasan air hujan pada tahun 1998, 2000, 2005, 2009, dan 2012 (gambar 4.27) menggunakan curah hujan rata-rata perbulan pada tahun penghitungannya. Limpasan air permukaan terbesar terjadi terjadi pada tahun 2005 yang mencapai 22.398.740 m³, dengan curah hujan 466 mm/bulan walaupun pada tahun 2005 tutupan lahan relatif lebih kecil (8%) dibandingkan dengan tahun 2012. Idealnya curah hujan yang jatuh di Kawasan

Sentul City tersebut secara maksimal ditampung dan disimpan baik dengan bentuk air permukaan maupun cadangan air bawah tanah (abt), sedangkan untuk memaksimalkan curah hujan yang tersimpan sebagai air permukaan perlu dibuat *reservoir*, seperti danau buatan, atau *ponds* yang letaknya dapat tersebar pada beberapa lokasi seperti yang telah ada saat ini. Selain pengembangan *reservoir*, memperbesar cadangan air bawah tanah melalui infiltrasi merupakan alternatif yang dapat dilakukan. Berdasarkan laporan Direktorat Geologi Tata Lingkungan (1992), Tanah kawasan Sentul City masuk pada kelompok geohidrologi kelompok C, dengan tingkat infiltrasi minimum 1-4 mm/jam, maka untuk memperbesar infiltrasi perlu dilakukan rekayasa, dengan menggunakan vegetasi, terutama pada tempat yang memiliki cekungan dan lereng yang curam ($>25\%$).

Kelompok hidrologi tanah di BSD City termasuk kelompok C (lempung berliat, lempung berpasir dangkal, dan tanah berkadar liat tinggi) yang merupakan tanah dengan laju transmisi lambat. Penghitungan potensi limpasan air permukaan menggunakan besaran curah hujan rata-rata bulanan dengan data tahun yang sama dengan luasan peruntukan/pemanfaatan dan tutupan lahan. Peruntukan/pemanfaatan lahan berpengaruh terhadap infiltrasi air hujan yang besarnya ditentukan dengan menggunakan bilangan kurva (Cn).

Kawasan Kota Jababeka termasuk kelompok hidrologi tanah tanah C yaitu lempung berliat, lempung berpasir dangkal, dan tanah berkadar liat tinggi, tanah yang mempunyai laju transmisi lambat (BPDAS Ciliwung-Citarum, 2008). Peruntukan/pemanfaatan lahan berpengaruh terhadap infiltrasi air hujan yang besarnya ditentukan dengan menggunakan bilangan kurva (Cn). Volume limpasan air permukaan sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan luas lahan terbangun. Semakin besar curah hujan dan luas tutupan lahan terbangun akan semakin besar volume limpasan air. Penghitungan dengan metode SCS memperlihatkan bahwa selain volume curah hujan, tutupan lahan kedap air dari lahan terbangun berpengaruh terhadap limpasan air permukaan seperti terlihat pada curah hujan tahun 1998 sebesar 201mm/bulan, saat luas lahan terbangun belum seluas tahun-tahun berikutnya.

Luas lahan terbangun dan curah hujan berpengaruh besar terhadap limpasan permukaan, terbukti pada peristiwa banjir yang terjadi pada tahun 2010, dan Januari 2013. Curah hujan bulan rerata selama 21 tahun, terbesar terjadi pada bulan Januari dengan rata-rata sebesar 332 mm dan di bulan Februari dengan rata-rata 330.1 mm. Di samping itu, kapasitas infiltrasi yang minim karena luas lahan terbangun dibandingkan Ruang Terbuka Hijau lebih luas. Luasnya lahan terbangun sama dengan luas lahan yang kedap air sehingga kapasitas infiltrasi berkurang dan saat hujan menimbulkan aliran permukaan. Potensi banjir akibat limpasan air permukaan terjadi karena Kota Jababeka diapit oleh Sungai Cikarang pada Bagian Barat dan Sungai Cibeet pada Bagian Timur, di samping itu saluran Tarum Barat pada Bagian Selatan mempunyai saluran irigasi yang mengalir di tengah Kota Jababeka menambah potensi terjadinya banjir di Kota Jababeka. Ancaman banjir terlihat pada keberadaan pompa air untuk menghisap banjir pada kawasan industri sebagai upaya penanggulangan banjir. Pembuatan *reservoir*, berupa danau, dan penanaman pohon pada Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai upaya mengurangi potensi banjir di Kota Jababeka sangat diperlukan. Jumlah lahan terbangun sampai dengan tahun 2012 seluas 65%, masih menyisakan lahan untuk pembuatan *reservoir* dengan bentuk *ponds* atau danau buatan sebagai upaya mengurangi banjir dapat direncanakan secara tersebar. Potensi banjir akibat limpasan air permukaan terjadi karena Kota Jababeka diapit oleh Sungai Cikarang pada Bagian Barat dan Sungai Cibeet pada Bagian Timur, di samping itu saluran Tarum Barat pada Bagian Selatan mempunyai saluran irigasi yang mengalir di tengah Kota Jababeka menambah potensi terjadinya banjir di Kota Jababeka. Banjir yang melanda Kota Jababeka pada tahun 2010 dan 2013 menggambarkan kerentanan Kota Jababeka terhadap banjir dibandingkan kota baru lainnya yang menjadi obyek penelitian. Kota Jababeka memiliki curah hujan yang relatif lebih kecil sejak tahun 1992-2012 dibandingkan dengan kota baru lainnya yang merupakan lokasi studi.



Gambar 4.27. Limpasan Kota-kota Baru tahun 1998-2012
Sumber: Hasil olahan penulis

Hasil penghitungan limpasan air permukaan (gambar 4.27 & tabel 4.34) terlihat volume limpasan air permukaan dipengaruhi oleh curah hujan dan luas lahan terbangun. Semakin besar curah hujan dan luas tutupan lahan terbangun, akan semakin besar volume limpasan permukaan. Limpasan di BSD City dengan curah rata-rata bulanan hujan terbesar terjadi pada tahun 1998 sebesar 217.67 mm, dengan limpasan permukaan sebesar 10,432,118m³. Pada tahun yang sama Kota Jababeka dengan curah hujan 212.92, besar aliran permukaan 12,847,807 m³. Berdasarkan fakta ini maka dapat di simpulkan bahwa tutupan lahan berpengaruh pada limpasan, luas lahan terbangun di Kota Jababeka lebih luas dibandingkan dengan luas lahan terbangun di BSD City. Potensi volume limpasan air permukaan saat ini belum menjadi suatu ancaman, mengingat saat ini masih terdapat Ruang Terbuka Hijau, yang belum dikembangkan seluruhnya terutama pada kawasan BSD City yang berada pada sisi Timur Sungai Cisadane.

Genangan air selama penelitian sudah terjadi pada beberapa lokasi di BSD City pada kawasan yang dikembangkan pada tahap awal, seperti pada Tol JORR KM 8, kawasan sekitar Taman Kota I (Jalan Soetopo), jalan raya Viktor Kelurahan Buaran. Banjir (genangan air) merupakan indikasi bahwa BSD City tidak luput dari ancaman banjir suatu kemungkinan yang dapat terjadi saat curah hujan tinggi, terlebih saat keluasan ruang terbangun mencapai keluasan maksimum mengingat BSD City di aliri oleh Sungai Cisadane, dan Kali Angke.

Tabel 4.34. Limpasan Aliran Permukaan Kota Baru

Tahun	Sentul City			BSD City			Kota Jababeka		
	<i>Run off</i>	Curah Hujan/ Bulan	Lahan Terbang-un (ha)	<i>Run off</i>	Curah Hujan/ Bulan	Lahan Terbang-un (ha)	<i>Run off</i>	Curah Hujan/ Bulan	Lahan Terbangun (ha)
1998	14.699.200	333	169.00	10.432.118	218	197.00	12.847.807	203	1.473,43
2000	8.406.580	216	212.79	7.992.500	177	629.00	8.089.071	137	1.787,94
2005	22.398.740	466	479.34	10.242.500	225	1.382.00	7.300.480	124	3.633,21
2009	9.986.340	239	670.80	5.736.360	143	1.858.00	9.789.280	153	4.707,00
2012	8.068.060	203	907.49	8.562.413	187	2.668.00	7.051.600	113	5.395,95

Penghitungan potensi limpasan air permukaan, ketiga kota baru memiliki curah hujan yang berbeda, curah hujan rata-rata bulanan terbesar sejak tahun 1992 hingga 2012, terjadi di Sentul City. Lahan di kawasan Sentul City sensitif terhadap longsor, terutama pada lahan yang memiliki kemiringan $>25\%$. Untuk menahan dan mencegah erosi di lokasi yang memiliki kemiringan $>25\%$ vegetasi adalah cara alami untuk menghindari erosi. Dengan adanya vegetasi curah hujan yang jatuh tekanannya berkurang sebelum menyentuh permukaan tanah. Hal ini disebabkan jumlah air hujan yang jatuh ke tanah jumlahnya berkurang, setelah menembus tajuk vegetasi (Arsyad, 2010), sehingga daya rusak terhadap tanah berkurang. Pada hutan kota, pohon Pinus memiliki kemampuan untuk mengurangi dan sebagai pengendali longsor. Pinus sebaiknya ditanam pada daerah dengan curah hujan rata-rata lebih dari 3000 mm/tahun dan pada ketinggian 200-2000 m dpl karena dengan nilai evapotranspirasi yang tinggi, pinus dapat mengurangi kadar air tanah yang dapat menjadi beban lereng, tanpa mengurangi kontinuitas aliran airnya (Indrajaya, Handayani, 2008). Berikut adalah kemampuan Pohon *Pinus Merkusii*, dengan beberapa langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan potensi mengendalikan tanah longsor, antara lain:

“(1) dapat mengurangi jumlah curah hujan netto dengan tingginya nilai intersepsi, (2) memperkuat lereng melalui perakaran yang panjang dan dalam, (3) dapat mengurangi gaya beban oleh air melalui evapotranspirasi yang tinggi, (4) berat pohon pinus yang tidak terlalu berat dan tidak terlalu ringan dapat meningkatkan tegangan kekang pada bidang longsor, menjadikan pinus memiliki potensi untuk mengurangi kerentanan dan terjadinya tanah longsor (Indrajaya, Handayani, 2008).”

Ketiga kota baru sebagai obyek penelitian memiliki perbedaan antara lain ketinggian dari permukaan laut, geomorfologi berbeda, dan suhu berbeda. Ketinggian dari permukaan laut berpengaruh terhadap temperatur udara, sedangkan keadaan morfologi berpengaruh pada pola pengembangan lahan. Morfologi berbukit mengakibatkan pengembangan lahan terbatas karena memiliki kemiringan lereng $>25\%$, yang tidak dapat dikembangkan, melainkan dikonservasi sebagai hutan kota, sehingga menghasilkan Ruang Terbuka Hijau lebih luas dan temperatur udara yang rendah, cocok sebagai tujuan wisata, sedangkan pengembangan lahan pada permukaan datar dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dengan pola *gridiron*, sehingga luas gedung/bangunan dapat

maksimal. Pola pengembangan ini dapat memperluas lahan kedap air, sedangkan Ruang Terbuka Hijau menyempit, kondisi ini berpotensi memperbesar aliran air permukaan, “perubahan tutupan lahan mempengaruhi keanekaragaman biotik, produktivitas primer, kualitas tanah, limpasan air (Alberti, 2005. p 174).” Pola pengembangan klaster perumahan dengan rumah deret dengan halaman belakang rumah saling bertolak belakang, membentuk Ruang Terbuka Hijau linier bermanfaat bagi infiltrasi air hujan dan aliran udara.

Kajian terhadap kondisi geomorfologi, geohidrologi, dan lanskap alami pada penataan ruang kota baru, mengkaji aspek lanskap alami yang harus dikonservasi untuk itu diperlukan adanya “tata guna lahan dan manajemen yang menekankan konservasi komponen biotik dalam sistem populasi, komunitas, dengan keanekaragaman hayati (Carmel and Naveh, 2002).” Mempertahankan keanekaragaman hayati, ketersediaan bahan baku air bersih, dan udara yang nyaman merupakan faktor utama pada sebuah kota. Lahan yang memiliki kemiringan $>25\%$, dengan bentuk bukit atau lembah tidak dikembangkan, namun dikonservasi dengan vegetasi sehingga dapat mengendalikan erosi, menurunkan suhu udara, dan memperbesar kapasitas infiltrasi.

Struktur *patch* dengan bentuk klaster perumahan memiliki jasa regulasi dan budaya/sosial. Persentase koefisien dasar bangunan (KDB) besar dengan RTH sempit menghasilkan temperatur udara mikro yang lebih tinggi dibandingkan klaster dengan persentase KDB yang rendah, dengan RTH luas. Dengan demikian udara pada klaster dengan KDB rendah dan luasan RTH besar akan lebih nyaman, selain itu RTH yang luas memberikan jasa sosial untuk para penghuni sebagai tempat untuk berolah raga dan berinteraksi dengan sesama warga. Di samping itu KDB yang rendah meningkatkan kapasitas infiltrasi dan berkurangnya limpasan permukaan. Diharapkan muka air bawah tanah (abt) dapat terjaga ketinggiannya. Pada Permen PU No 05/PRT/m/2008 ruang terbuka privat 10% terhadap luas total kota dapat berupa *roof garden*, maupun ruang terbuka yang bagian bawahnya dimanfaatkan untuk kepentingan lain, seperti ruang bawah tanah (*basement*). *Roof garden* dan *basement* tidak memiliki kemungkinan untuk meresapkan air hujan

kedalam tanah. Sebaiknya dibuat sebuah aturan air hujan yang jatuh di RTH yang memiliki ruang bawah tanah maupun *roof garden* harus dapat menyalurkan air hujan kedalam tanah atau menampung dan menyimpan. Keberadaan danau pada kota-kota baru seharusnya menjadi wajib ada, karena bermanfaat sebagai penampung air hujan, maupun sebagai cadangan bahan baku air bersih.

Koridor pada kota baru, antara lain: jalan kendaraan, jalur pejalan kaki, jalur sepeda, dan sungai, memberikan jasa regulasi, dan kultural, sedangkan *patch* antara lain: Danau/*pond*, taman, hutan kota, drainase memiliki jasa *provisioning*, dan regulasi, Edukasi dan *Supporting*. *Patch*, koridor dan matriks, dapat dimanfaatkan untuk konservasi air bawah tanah.



A: Jalan Raya.



B: Jalur Pesepeda

Sumber: goggle, maret, 22, 2015, 7:04 pm



. C: Jalur Pejalan Kaki



D: Jalur Pejalan Kaki

Gambar 4.28 Koridor : jalan raya, Jalur Pejalan Kaki dan Jalur Pesepeda

Fungsi koridor sebagai penghubung antara *patch* dapat juga memiliki fungsi memperbesar kapasitas infiltrasi sehingga air hujan yang jatuh pada permukaan jalur pejalan kaki maupun jalur sepeda sepanjang koridor dapat dialirkan ke bahu

jalan sehingga terjadi proses infiltrasi yang dapat berpotensi mempertahankan air bawah tanah (abt). Jalan raya (koridor) menghubungkan antara *patch* dapat juga memiliki jasa regulasi mengendalikan limpasan air yang jatuh pada permukaan jalan (gambar 4.28). Limpasan air akibat permukaan jalan raya, jalur pesepeda, dan jalur pejalan kaki dapat dikurangi dengan meninggikan elevasi muka jalan lebih tinggi dan mengalirkan air hujan yang jatuh di muka jalan, kebahu dan median tengah jalan sehingga dapat terjadi infiltrasi. Jalan raya, jalur pejalan kaki dan pesepeda yang nyaman dan aman dapat dicapai dengan membuat batas koridor hijau antara jalan raya dengan jalur pejalan kaki/pesepeda. Adanya pohon pada koridor hijau ini dapat mengurangi *crash* dan cedera karena memberikan petunjuk visual bagi pengendara (Zabel, 2007). Elevasi jalan yang dibuat lebih tinggi dibandingkan koridor hijau dapat mengoptimalkan air hujan yang jatuh pada muka jalan, sehingga koridor hijau disamping memberi rasa aman juga dapat menyerap air hujan yang jatuh di atas perkerasan sehingga memungkinkan terjadi infiltrasi.

Di dalam kota baru jika terdapat saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET), sepanjang lahan yang dilintasinya dapat lebih dioptimalkan pemanfaatannya sebagai area resapan air hujan, sehingga bermanfaat bagi air bawah tanah (abt).

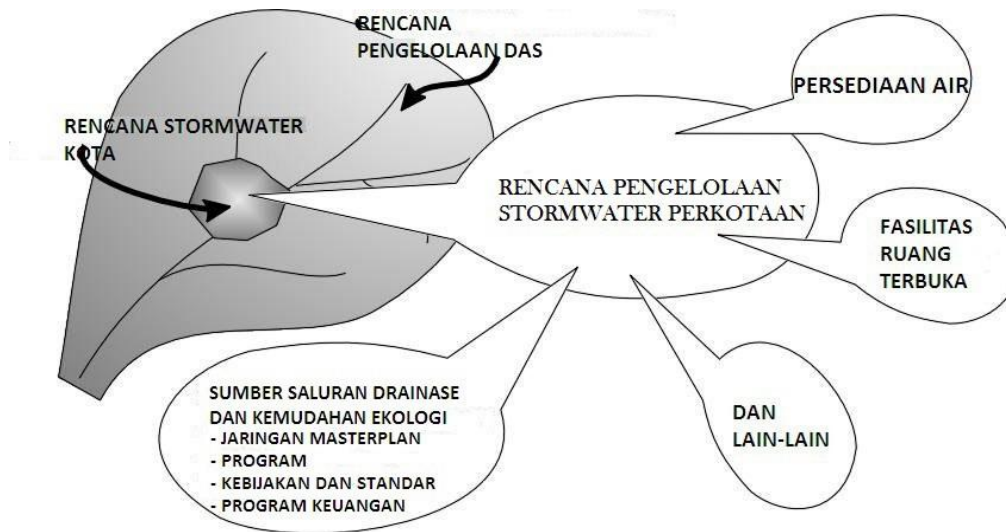
Koridor dengan bentuk daerah aliran sungai (DAS), dari perspektif ekosistem memberikan jasa provisioning, sebagai pemasok bahan baku air bersih (gambar 4.29). Penataan dan konservasi garis sempadan sungai harus dilakukan, terutama pada DAS yang memiliki luas 500 km², terutama pada kawasan kota baru yang aliran sungainya berpengaruh pada daerah di bawahnya



Gambar 4.29 Koridor Sungai Cisadane

Ekosistem hulu suatu DAS merupakan bagian penting karena mempunyai fungsi penting pada perlindungan seluruh Bagian DAS. “Perubahan terhadap keseimbangan air alami di daerah tangkapan dapat memiliki efek positif dan negatif terhadap penggunaan air di hulu dan hilir. Perencanaan dan desain sistem drainase perkotaan yang terintegrasi membutuhkan analisis dan penilaian terhadap efek perubahan pada semua tahap proses perencanaan dan manajemen. “Pengembangan pada sempadan sungai tidak boleh mengakibatkan permukaan kedap lebih 10%, dari luas Sempadan sungai (Millar.P.ed.,2010), sedangkan Menurut Maksimovic. (2001):

“Perencanaan dan pengelolaan luas *catchment* area Daerah Aliran Sungai serta kawasan lokal kota metropolitan, dilakukan dengan pendekatan yang terintegrasi (Gambar 4.31). Dengan demikian garis sempadan sungai sebagai sebuah upaya melestarikan daerah alam “daerah hidrologi yang sangat sensitif seperti sempadan sungai dan tanah dengan kapasitas infiltrasi baik, sehingga dapat mengurangi tingkat limpasan dengan memaksimalkan kapasitas infiltrasi dan jalur aliran (US-EPA, 2003).”



4.30 Masterplan Stormwater Perkotaan Bagian Rencana Pengelolaan DAS

Sumber: Maksimovic

Penetapan garis sempadan sungai sangat penting untuk melindungi sungai. Pengembangan kota baru, harus berdampak rendah terhadap lingkungan yang dapat mengendalikan volume limpasan permukaan.

“Pengembangan dengan dampak yang rendah termasuk langkah-langkah yang melestarikan daerah alami antara lain: daerah hidrologi yang sensitif seperti sempadan sungai dan tanah yang memiliki permeabiliti yang baik dan pengembangan akan berdampak rendah, bila langkah-langkah melestarikan daerah alami, seperti daerah hidrologi yang sangat sensitif seperti garis sempadan sungai dan melindungi tanah yang memiliki kapasitas infiltrasi yang baik (US-EPA, 2003).”

Dengan demikian “Kota harus melindungi dan memulihkan ekosistem yang penting sebagai sumber air utama. Hal ini akan memberikan biaya lebih murah, lebih efisien dan sistem pasokan air yang tangguh (Mafuta, Formo, Nellemann, Li. eds, 2011.).” Idealnya, sungai harus dilindungi /merehabilitasi seluruh koridor sungai, termasuk dataran banjir dan akuifer air bawah tanah. Cara yang paling efektif untuk membentuk dan mempertahankan keragaman hayati dan elemen air adalah sempadan lanskap dalam koridor sungai (Ward, Malard, Tockner 2002), menurut Arsyad (2010), menanam pohon, rumput dan semak-semak atau campuran berbagai bentuk dan jenis vegetasi sepanjang bagian kiri dan kanan

sungai sebagai koridor hijau berfungsi sebagai penghalang dari partikel tanah yang dibawa oleh air hujan, penahan tanah longsor, dan tempat yang baik baik biota perairan, serta biota terrestrial, selain itu pohon/vegetasi dapat mengurangi suhu udara mikro (Zabel, 2007, Soeriaatmaja, 1989, Hirokawa, 2011).

Drainase yang ada di dalam kota baru memiliki fungsi mengalirkan air hujan ke sungai. Infrastruktur selain berfungsi sesuai dengan perannya juga berperan untuk konservasi air bawah tanah, dengan cara air hujan yang jatuh dibadan jalan dialirkan kedalam tanah, demikian juga air hujan yang dialirkan drainase diperlambat alirannya dan memungkinkan terjadi infiltrasi. Menurut Arsyad (2010) konservasi tanah dan air, metode vegetatif mempunyai fungsi (a) melindungi tanah terhadap daya perusak butir-butir hujan yang jatuh, (b) melindungi tanah terhadap daya perusak air yang mengalir di permukaan tanah, (c) memperbaiki kapasitas infiltrasi tanah dan penahanan air yang langsung mempengaruhi besarnya aliran permukaan. Metode drainase alami dengan menggunakan vegetatif (gambar 4.31),



A: Drainase pada klaster Perumahan



B: Penyaluran air hujan dari jalan raya ke drainase



C: Drainase utama klaster perumahan.



D: Drainase Jalan Raya

Gambar 4.31 Drainase Alami Kota Baru.

Metode vegetatif memperlambat aliran air, sehingga kapasitas infiltrasi membesar, hal ini dapat dibuktikan dengan persamaan Manning (Arsyad, 2010). Kecepatan aliran tergantung dengan kekasaran bidang basah yang dinyatakan dengan koefisien, semakin besar nilai koefisiennya kecepatan aliran akan semakin lambat. Drainase alami merupakan salah satu cara yang memungkinkan air hujan yang jatuh pada area sekitarnya dapat masuk kedalam tanah (infiltrasi) sehingga dapat memperbarui air bawah tanah (abt).

Patch struktur lanskap yang merupakan ruang terjadinya interaksi makhluk hidup yang ada di dalamnya termasuk juga manusia. *Patch* berupa, Klaster perumahan, taman/hutan kota dan danau memiliki jasa ekosistem, yaitu:



A: Hutan Kota

B: Danau

Gambar 4.32 *Patch* di Kota Baru

(1) Jasa regulasi sebagai pengendali air permukaan dan mempertahankan air bawah tanah (abt), menahan erosi, dan (2) jasa kultural berfungsi sebagai pengendali air permukaan interaksi warga kota, dan edukasi. *Patch* memberikan jasa regulasi berupa memperbesar kapasitas infiltrasi, menurunkan suhu mikro, juga dapat memberikan jasa sosial dan budaya sebagai sarana pendidikan bagi masyarakat.

Peran *patch* sebagai sebuah ekosistem tidak lepas dari peran pohon yang banyak memberikan manfaat (Hirokawa, 2011, Rode & Burdett, 2011). Sebagai sebuah ekosistem (*patch*) Taman/Hutan kota telah memberikan jasa antara lain: (1) regulasi yaitu dapat menurunkan suhu mikro, dan mencegah longsor pada

kawasan yang memiliki kemiringan $>25\%$. Selain itu dapat menjaga ketersediaan air bawah tanah (abt) dan dapat mengurangi temperatur udara di sekitarnya, seperti yang diungkap oleh Doick dan Hutchings (2013), “permukaan pada Ruang Terbuka Hijau menimbulkan suhu udara dingin, $2-8^{\circ}\text{C}$ lebih dingin dibandingkan udara sekitarnya, (2) Sosial dan Budaya, sebagai sarana rekreasi, interaksi dan komunikasi antar warga kota baru maupun dengan masyarakat di sekitarnya. Dari sisi ekonomi, taman/hutan mendorong orang berkunjung dengan waktu yang lama, dan akan terjadi transaksi, baik untuk makanan, minuman atau barang cinderamata maupun jasa, seperti parkir, permainan. Hal ini karena rendahnya suhu udara dan suasana yang nyaman. Kebutuhan ruang terbuka, terutama Ruang Terbuka Hijau di perkotaan secara ekologis menjadi sangat penting. “Ruang terbuka adalah salah satu penyedia sistem air bawah tanah yang terintegrasi dan sumber daya air. Ruang terbuka berupa lingkungan koridor dan taman besar pada konstelasi perkotaan yang berperan aktif meningkatkan kualitas udara dan air (Rao, 1997).” Selain Ruang Terbuka Hijau sebagai penyimpan air tanah, demikian juga dengan danau atau kolam sebagai sebuah ekosistem, yang berada di kota memiliki jasa regulasi, yaitu menampung air limpasan sehingga masing-masing mempunyai jasa ekosistem mengurangi potensi banjir, selain jasa regulasi danau juga mempunyai jasa budaya, rekreasi dan edukasi. Dari tiga obyek studi, satu kota baru memiliki potensi konservasi air bawah tanah (abt), karena elevasi permukaan jalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahu jalan, sehingga memungkinkan air hujan yang jatuh dipermukaan jalan dapat dialirkan ke bahu jalan dan median tengah. Adanya vegetasi pada bahu jalan dan median tengah memungkinkan terjadi peningkatan kapasitas infiltrasi, “Penutupan tanah dengan tanaman atau sisa-sisa tanaman dapat memperbesar kapasitas infiltrasi (arsyad, 2010). Drainase dari ketiga kota baru, dua kota baru pada kluster perumahan menggunakan metode alami atau vegetatif, memberi manfaat untuk konservasi air bawah tanah, karena memiliki kapasitas infiltrasi. Jalur hijau di bawah saluran udara tegangan tinggi seharusnya memiliki potensi untuk konservasi air bawah tanah, dengan menetapkan elevasi yang lebih rendah dibandingkan dengan muka jalan atau lingkungan di sekitarnya. Ekosistem pada kota-kota baru dengan bentuk *Patch* dan koridor (tabel 4.35).

Tabel 4.35 Ekosistem Kota Baru

Struktur Lanskap	Sentul City	BSD City	Kota Jababeka
<i>Patch</i> Hutan Kota & Taman Kota, Taman Klaster	Hutan berada pada kelereng > 25%, sebagai kawasan konservasi. Taman kota Taman Budaya, Eco Park dilengkapi dengan sarana bermain untuk anak. Taman klaster utama. Ruang Terbuka Hijau berupa taman. Luas total Ruang Terbuka Hijau 300 ha	Hutan Kota I dilengkapi dengan tempat berjualan makanan, jalan setapak, dan plasa, dengan luas 2.5 ha. Taman kota II dengan luas 9 ha. Pada klaster utama, taman, dan Ruang Terbuka Hijau, di klaster. Pada pengembangan BSD tahap 2 dan Sisi Timur Sungai Cisadane Ruang Terbuka Hijau berada pada klaster perumahan dengan luas beragam, pada jalan lingkungan di dalam klaster. Di jumpai klaster yang memiliki luas 2.5 ha dengan memanfaatkan garis sempadan Sungai Cisadane. Total ruang terbuka hijau sampai tahun 2012, 75 ha.	Botanical Garden, di bangun memanfaatkan areal yang akan di bangun untuk klaster. 500 m ² .
Danau/ <i>ponds</i>	Memiliki di klaster perumahan Northridge dengan luas 2 ha, dan danau Terate di jalan Arteri Sekunder dengan luas 0.5 ha, dan 2 buah <i>ponds</i> pada lapangan golf seluas 0.3 ha.	Danau, tersebar pada klaster perumahan, hutan kota 2, tepi jalan pada kawasan perdagangan/perkantoran dan <i>Edu Town</i> dan <i>ponds</i> pada lapangan golf. Total luas danau/ <i>ponds</i> 26 ha.	<i>Ponds</i> pada lapangan golf
Koridor Jalan arteri Sekunder	Ruang Terbuka Hijau Sepanjang jalan, dengan vegetasi yang rapat terutama pada badan jalan antara pedestrian dengan jalan dan pada batas klaster perumahan, median tengah berbentuk semak dan pohon.	Ruang Terbuka Hijau Sepanjang jalan, dengan vegetasi berbentuk pohon peneduh pada badan jalan antara pedestrian dengan jalan kendaraan dan pada median tengah	Sepanjang jalan dengan ruang terbuka ditanami pohon peneduh. Median tengah Arteri Sekunder di bawah saluran udara tegangan ekstra tinggi, dengan lebar 6 meter.
Jalan Kolektor Sekunder	Vegetasi ada pada badan jalan dan pada ruang terbuka pada klaster utama	Vegetasi pada badan jalan sisi kiri dan kanan	Vegetasi pada badan jalan sisi kiri dan kanan
Jalan Lokal Primer dan jalur pejalan kaki	Vegetasi sepanjang jalan, terutama pada sisi kiri menuju Jungle Land dan pada median tengah	Vegetasi sepanjang badan jalan, dan median tengah jalan	Vegetasi berada pada median tengah, sisi kanan kiri tidak ada.
Jalan Lingkungan	Vegetasi pada tiap rumah	Vegetasi pada badan jalan dan tiap rumah	Vegetasi pada tiap rumah
Sungai	Sungai Citeureup dan Sungai Cikeas	Sungai Cisadane, Jaletern, Ciater, Kali Angke	Sungai Cilemahabang,

4.6 Analisis *System Dynamics* Pengembangan kota baru.

Model pengembangan kota baru terdiri dari sub-system pengembangan kota, sub-system ekosistem, dan sub-sistem infrastruktur. Data yang digunakan untuk membangun sub-system menggunakan data hasil observasi lapangan dan data yang bersumber dari data citra satelit dan data tahun 1998, 2000, 2005, 2009 dan tahun 2012, data curah hujan tahun 1992 sampai dengan 2012, dengan sumber data BMKG, dan data perkembangan pembangunan kota baru.

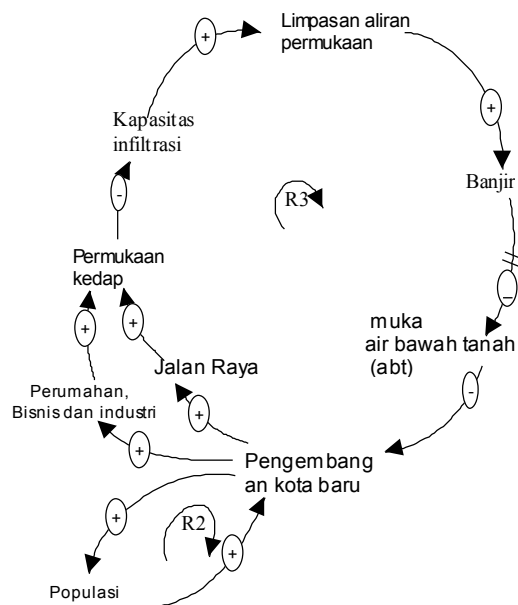
Tabel 4.36 Definisi Operasional pada diagram Simpal Kausal

No	Variabel	Definis Operasional	Satuan
1	Kawasan perumahan/industri/Bisnis/perdagangan	Total luasan kawasan perumahan/industri/bisnis/perdagangan, termasuk jalan (Arteri Sekunder, kolektor, lokal)	ha
2	Hutan/Taman Kota	Ruang terbuka hijau dengan vegetasi yang rapat, letaknya dapat sembarang	ha
3	Danau/kolam/ <i>pond</i>	Badan air, yang dapat menampung limpasan permukaan	ha
4	Curah Hujan	Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dngan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1mm, adalah air hujan yang berada tempat 1 m ² dengan asumsi tidak ada yang menguap dan meresap (konstan).	
5	Kapasitas Infiltrasi	Kemampuan tanah menghisap air hujan yang ada dipermukaannya	Mm/detik
6	Permukaan kedap	Tutupan lahan yang tidak dapat ditembus air hujan	Koefisien 1
7	Limpasan permukaan	Volume air hujan yang kapasitasnya melampaui kapasitas infiltrasi	mm ³
8	Pengembangan kota baru	Proses pembentukan kota	ha
9	Drainase vegetatif	Drainase dengan permukaan bidang basah menggunakan vegetatif/tanaman	m ²

***Business as usual* Pengembangan Kota Baru**

R1 = Pengembangan kota baru merupakan hasil konversi ladang, perkebunan, lahan pertanian, dan pedesaan. Pengembangan kota baru pada umumnya diawali dengan pengembangan rumah, kemudian infrastruktur dan sarana pendukung lainnya. **R2** = Pengembangan perumahan akan berkembang menjadi sebuah kota baru yang luasannya terus bertambah dan akan mengakibatkan terjadinya konversi lahan. **R3** = Pengembangan kota baru mengakibatkan perubahan lahan

yang semula lahan pertanian, berubah menjadi gedung dan jalan raya sehingga mempengaruhi keanekaragaman biotik, produktivitas primer, kualitas tanah, limpasan permukaan, dan sedimentasi. Pengembangan kota baru juga memodifikasi iklim mikro dan kualitas udara dengan mengubah sifat permukaan dan mengakibatkan *urban heat island* (Alberti, 2005). Infrastruktur, klaster perumahan, kawasan industri dan perdagangan menimbulkan permukaan lahan kedap air sehingga mengakibatkan kapasitas infiltrasi menurun. Saat hujan dengan curah yang tinggi menimbulkan terjadinya limpasan permukaan (*runoff*) kemudian banjir, selain itu dampak lain adalah menurunnya permukaan air bawah tanah (abt), akibat tidak adanya pengisian air bawah tanah karena tidak terjadinya infiltrasi air hujan, bila kota baru menggunakan air bawah tanah sebagai cadangan penyediaan bahan baku air bersih hal ini akan mengakibatkan menurunnya daya dukung kota baru.



Gambar 4.33 CLD *Business as usual* Pengembangan Kota Baru

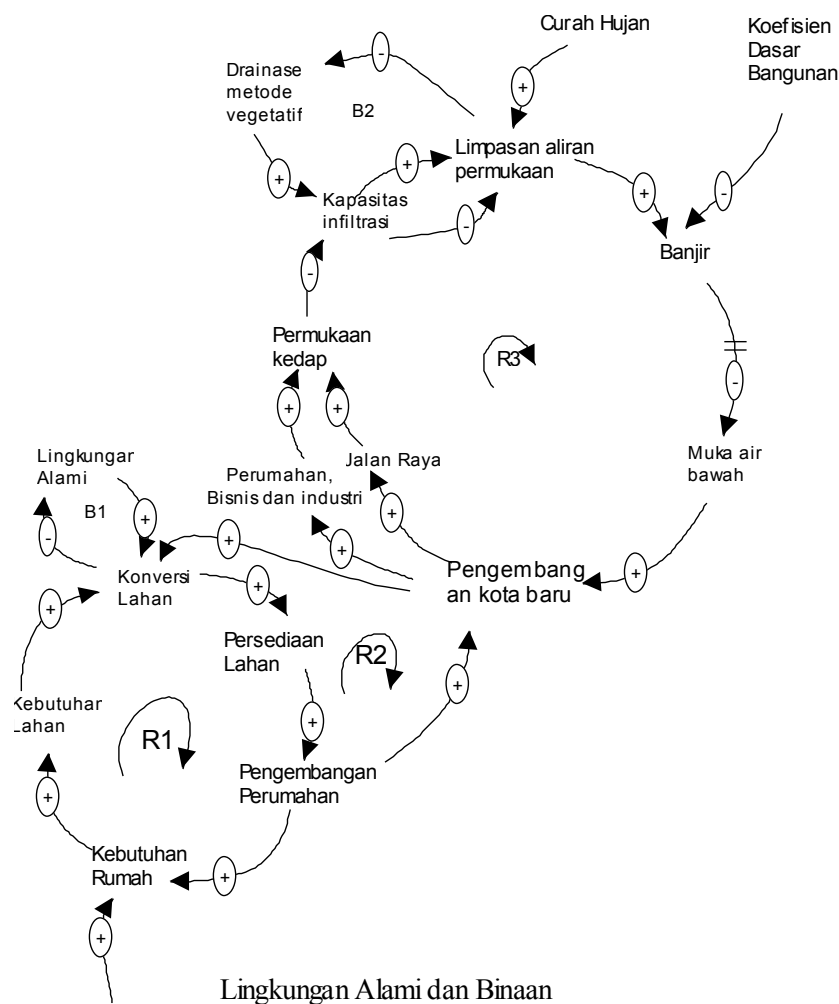
Causal Loop Diagram (CLD) Sub-Sistem Lingkungan Alami dan Buatan

Pertumbuhan penduduk Kota Jakarta semakin lama semakin tinggi, untuk mengurangi kepadatan penduduk dan pemenuhan tempat tinggal yang sehat maka

dilakukan pengembangan kota baru di daerah pinggir Kota Jakarta pada wilayah Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, Kabupaten Bekasi (Botabek), pengembangan dimulai dengan pengembangan perumahan untuk memenuhi kebutuhan rumah bagi penduduk Kota Jakarta, yang diikuti dengan pengembangan infrastruktur yang pada akhirnya berkembang menjadi sebuah kota baru. **R1**= Akibat terbatasnya lahan dan rumah yang sehat serta tingginya populasi di Kota Jakarta mendorong pembangunan perumahan di sekitar Kota Jakarta, antara lain: Kabupaten Bogor, Kota Tangerang Selatan, dan Kabupaten Bekasi, memerlukan infrastruktur untuk pemenuhan kebutuhan warga, mengakibatkan perumahan berkembang menjadi sebuah kota baru. **R2** = Pengembangan perumahan akan berkembang menjadi sebuah kota baru yang luasannya terus bertambah, mengakibatkan terjadinya konversi lahan. **R3** dan **B1** = Pengembangan kota baru mengakibatkan perubahan lahan yang semula lahan pertanian, berubah menjadi gedung dan jalan raya sehingga mempengaruhi keanekaragaman biotik, produktifitas primer, kualitas tanah, limpasan permukaan, dan tingkat sedimentasi. Perkotaan juga memodifikasi iklim mikro dan kualitas udara dengan mengubah sifat permukaan dan mengakibatkan terjadinya *urban heat island* (Alberti, 2005). **B2** = Drainase metode vegetatif, pada prinsipnya merupakan drainase alami, pada bidang basah menggunakan tumbuhan. Pada metode ini aliran air diperlambat dengan tujuan untuk memungkinkan terjadinya infiltrasi. Berdasarkan tabel Manning penutup rumput mempunyai koefisien 0.007. Semakin besar koefisien, aliran air semakin lambat (Asdak, 1995). Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan antara lain: (a) mengurangi kecepatan aliran dan kerusakan muka tanah akibat benturan air hujan, (b) meningkatkan kapasitas infiltrasi (Arsyad, 2010). Selain mengalirkan aliran permukaan, drainase dengan metode vegetatif dapat meresapkan air yang dialirkannya. Limpasan permukaan berkurang, beban drainase berkurang. Terjadinya infiltrasi, permukaan air bawah tanah akan dapat dipertahankan, karena terjadinya pengisian ulang (*Recharge*).

Infrastruktur, klaster perumahan, kawasan industri dan perdagangan menimbulkan permukaan lahan kedap air sehingga mengakibatkan kapasitas infiltrasi menurun. Saat curah hujan tinggi menimbulkan terjadinya limpasan permukaan (*runoff*),

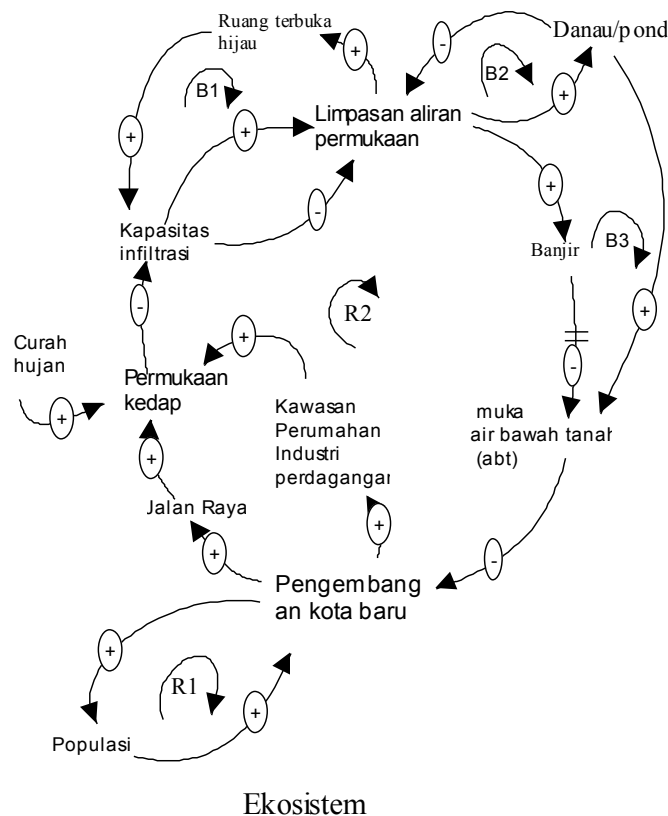
Intervensi penetapan koefisien dasar bangunan (KDB) dapat mengurangi limpasan permukaan, karena karena KDB yang rendah memungkinkan adanya ruang terbuka dengan bentuk taman rumah/perkantoran, pada UU no 26/2007 tentang penataan ruang ditetapkan bahwa Ruang Terbuka Hijau (RTH) privat (rumah/perkantoran ditetapkan 10% dari luas kota). Taman rumah/perkantoran dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi, air hujan yang jatuh di area kavling dapat meresap kedalam tanah, dan mempertahankan muka air bawah tanah (abt), dengan demikian daya dukung kota baru dari sisi ketersediaan air bawah tanah terjaga.



Gambar 4.34 CLD Sub-Sistem Lingkungan Alami dan Binaan

Causal Loop Diagram (CLD) Sub-Sistem Ekosistem Kota Baru

Berdasarkan perspektif ekologi lanskap, *patch* pada kota baru, antara lain: Kawasan Industri, Klaster Perumahan dan Perdagangan, Hutan kota, Taman kota, Pohon jalan, dan Badan air. **R1**= Berkembangnya kota baru meningkatkan populasi kota baru, yang mendorong pertumbuhan kota baru.



Gambar 4.35 CLD Sub-Sistem Ekosistem

R2 = Kota baru yang semakin berkembang mendorong meluasnya permukaan lahan yang kedap air, sehingga mengakibatkan berkurangnya kapasitas infiltrasi air hujan, sehingga saat hujan dengan curah hujan cukup tinggi akan mengakibatkan limpasan air permukaan yang dapat menimbulkan ancaman terhadap konservasi air bawah tanah karena tidak terjadinya pengisian air bawah tanah, akibat tidak terjadinya infiltrasi air bawah tanah dan akan terganggunya siklus hidrologi. Turunnya muka air bawah tanah akibat tidak adanya pengisian air bawah tanah dan penggunaan air bawah tanah sebagai bahan baku air bersih akan mengurangi daya dukung kota baru. Menurut Grayson dan Boschl (2000)

terkait dengan siklus hidrologi, pola spasial merupakan area tangkapan air sebagai prasyarat untuk meningkatkan proses hidrologis, sedangkan Schroder (2006, p. 969) berpendapat pola ini berkaitan dengan topografi, tanah, dan biota. **B1**= Kebutuhan ruang terbuka, terutama Ruang Terbuka Hijau di perkotaan secara ekologis menjadi sangat penting. “Ruang terbuka adalah salah satu penyedia sistem air bawah tanah yang terintegrasi dan sumber daya air. Ruang terbuka berupa lingkungan koridor dan taman besar pada konstelasi perkotaan yang berperan aktif meningkatkan kualitas udara dan air (Rao, 1997, p.12).” Vegetasi merupakan lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah, berupa rumput tebal atau rimba lebat yang dapat menghilangkan pengaruh hujan dan lereng terhadap erosi (Arsyad, 2010) dengan demikian vegetasi dapat mengurangi limpasan permukaan dan limpasan permukaan yang dialirkan ke Ruang Terbuka Hijau dapat memenuhi kebutuhan vegetasi akan air. Pohon sebagai elemen kota, berkontribusi sangat besar terhadap kualitas lingkungan perkotaan, banyak jasa yang dapat diberikan oleh pohon.

“Pohon mengurangi efek buruk terhadap perkotaan dengan mengurangi dan menyaring *stormwater* limpasan permukaan (*run off*). *Stormwater* dapat ditahan oleh daun, cabang dan batang, atau dapat kembali ke atmosfer melalui penguapan. Layanan ini sangat penting di koridor riparian, di mana pohon-pohon memiliki berbagai fungsi mulai dari pengendalian erosi, pengaturan aliran air dan kualitas udara untuk peneduh, tempat tinggal dan tempat mencari makan dan area berkembang biak untuk satwa liar (Hirokawa, 2011, Rode dan Burdett, 2011).”

Menurut Zabel (2007), Soeriaatmadja (1989), Hirokawa (2011), “pohon dapat mengendalikan pencemaran udara akibat gas buang (emisi), sehingga dapat mengurangi serta menghilangkan polutan.” Selain itu pohon mengurangi suhu udara mikro dan menurut Pherson and Rowntree (1993) “vegetasi di sekitar tiap bangunan memberikan penghematan pemanasan 5 hingga 15 persen dan penghematan pendinginan 10 sampai 50 persen.” **B2**= Mengikuti klasifikasi NEA Inggris subhabitat air meliputi badan air alami dan buatan seperti sungai, air tanah danau, rawa, kolam, selokan, kanal dan waduk. Badan air ini memiliki jasa ekosistem (Losco et al., 2012, p. 6). Badan air dengan bentuk danau/*ponds* dapat mengurangi limpasan air permukaan, dengan cara air hujan yang jatuh di area kota baru dialirkan ke danau/*ponds*, dengan adanya air hujan yang ditampung maka

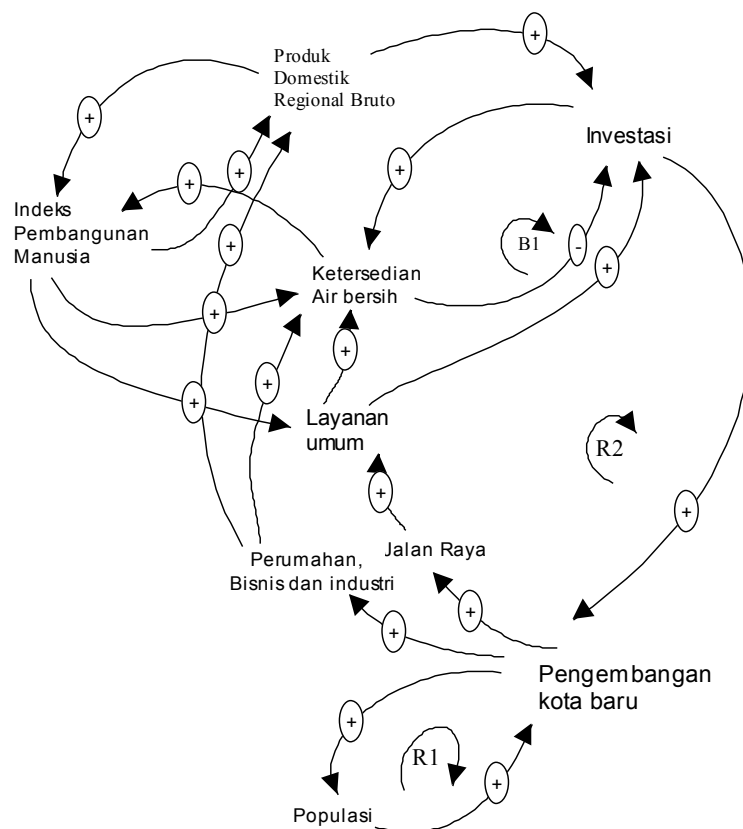
volume air di danau dapat dipertahankan. **B3**= Badan air dengan bentuk danau/*ponds* dapat mempertahankan muka air bawah tanah sebagai upaya konservasi air bawah. Dengan adanya konservasi air bawah tanah maka berkurangnya daya dukung kota baru akibat meluasnya muka lahan kedap (*impervious land surface*) dapat hindari.

Causal Loop diagram (CLD) Integrasi Faktor Lingkungan, Ekonomi, Sosial Pada pengembangan Kota Baru.

Pengembangan kota baru untuk mendapatkan lahan, mengkonversi lingkungan alami. Pada pengembangan kota baru, lahan yang memiliki kemiringan >25 % tidak dikembangkan sebagai lahan terbangun, tetapi tetap dipertahankan sebagai lahan alami dengan mengkonversi sebagai hutan kota. Koefisien dasar bangunan dapat memungkinkan terjadinya infiltrasi air hujan, karena Ruang Terbuka Hijau lebih besar dibandingkan permukaan lahan yang kedap, sehingga dapat berkontribusi terhadap pengurangan limpasan permukaan. Koridor sungai yang mengalir di kota baru dapat memberikan jasa *provisioning* sebagai penyedia bahan baku air bersih. Patch dengan bentuk hutan/taman kota yang dapat diakses oleh seluruh masyarakat memberikan jasa sosial dan budaya, sebagai tempat untuk berinteraksi masyarakat dan edukasi.

R1= Populasi penduduk kota baru meningkat sejalan dengan berkembangnya kota baru dan pertumbuhan kota baru mendorong bertambahnya penduduk. **R2**= Berkembangnya kota baru diiringi dengan pertumbuhan infrastruktur, pusat aktifitas dan produksi, yang diiringi dengan pengembangan jalan raya yang mengakibatkan permukaan lahan kedap air meluas. Meluasnya permukaan lahan kedap air mengakibatkan kapasitas infiltrasi menurun. Limpasan permukaan terjadi akibat, intensitas curah hujan lebih besar dibandingkan kemampuan permukaan lahan meresapkan air kedalam tanah, pada akhirnya berakibat banjir. Limpasan permukaan terjadi akibat tidak terjadinya infiltrasi. Selain banjir ketidak mampuan tanah meresapkan air hujan kedalam tanah mengakibatkan tidak terjadinya pengisian kembali air bawah tanah, sehingga saat air bawah tanah dimanfaatkan sebagai sumber air baku, maka akan terjadi penurunan muka air

bawah tanah (abt) dan daya dukung kota baru dari sisi ketersediaan air bawah tanah menurun. **B1**= Drainase metode vegetatif, pada prinsipnya merupakan drainase alami, pada bidang basah menggunakan tumbuhan. pada prinsipnya metode ini aliran air diperlambat, berdasarkan tabel koefisien kekasaran Manning saluran dengan menggunakan penutup rumput pada saluran basah memiliki koefisien terbesar rata-rata sebesar 0.070. semakin besar koefisien, aliran air semakin lambat (Asdak, 1995). Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan antara lain, (a) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan perusak aliran permukaan (b) meningkatkan kapasitas infiltrasi (Arsyad, 2010). Selain mengalirkan air permukaan, drainase dengan metode vegetatif dapat meresapkan air hujan yang dialirkannya, limpasan permukaan dapat berkurang terjadi infiltrasi, sehingga beban drainase menjadi berkurang.



Ekonomi dan Sosial

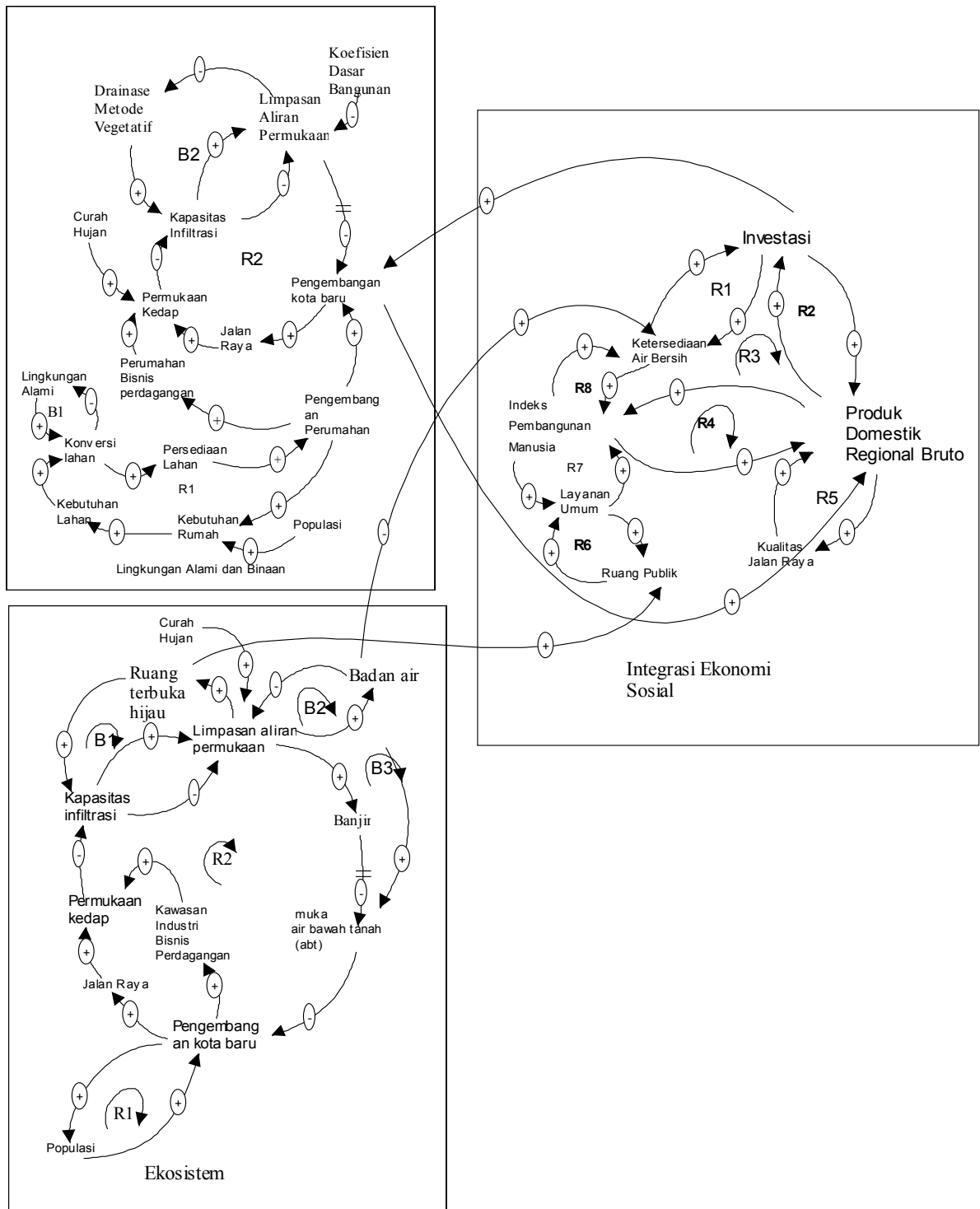
Gambar 4.36 CLD Sub-Sistem Integrasi Ekonomi dan Sosial

Dengan berkurangnya limpasan permukaan maka potensi banjir dapat berkurang dan muka air bawah tanah dapat dipertahankan, sehingga berkurangnya daya dukung kota baru dari kesediaan cadangan air bawah tanah dapat dihindari. Jika mengacu pada indikator kota berkelanjutan yang dikembangkan CIDA (2012). Faktor lingkungan antara lain Ruang Terbuka Hijau, adanya moda transportasi publik, swasta dan sarana bagi pejalan kaki dan pesepeda, ketersediaan air bersih dan pengolahan limbah. Faktor ekonomi, adanya peningkatan produk domestik regional bruto (PDRB). Faktor sosial, kedekatan antara fasilitas sosial dan kebutuhan hidup yang mudah diakses dengan jarak dekat., ketersediaan perumahan bagi seluruh kelompok masyarakat, jalan yang baik, dan sarana pendidikan dan kesehatan.

Causal Loop Diagram (CLD) Pengembangan Kota Baru dengan Pendekatan Ekosistem.

Pada pengembangan kota baru ekosistem dapat memberikan jasa antara lain: Koridor sebagai infrastruktur berbentuk drainase dengan metode vegetatif, dan Ruang Terbuka Hijau linier memberikan jasa regulasi mengurangi limpasan permukaan dan menjaga muka air bawah tanah karena memiliki kapasitas infiltrasi. Koefisien dasar bangunan (KDB), memungkinkan adanya ruang terbuka dengan bentuk taman rumah/kantor dapat mengurangi limpasan permukaan.

Koridor dengan bentuk sungai memiliki jasa *provisioning* penyedia bahan baku untuk air bersih. *Patch* berupa hutan Kota, taman kota, dan badan air berupa danau buatan atau *ponds*, memberikan jasa, antara lain (a) jasa regulasi, selain memperbesar kapasitas infiltrasi sehingga *permeability* meningkat dan pada akhirnya muka air bawah tanah (abt) dapat terjaga. Di samping itu jasa regulasi yang diberikan oleh hutan/taman kota adalah menurunkan suhu mikro, dan mengurangi dampak *urban heat island*, memperkuat struktur tanah agar tidak terjadi longsor, (b) Jasa sosial budaya yang menjadikan hutan dan taman kota, danau menjadi tempat interaksi, rekreasi dan sarana edukasi warga kota baru maupun warga di luar kota baru, memberikan jasa, (c) Jasa pendukung sebagai penampungan air hujan (*reservoir*).



Gambar 4.37. CLD Sistem Pengembangan kota baru

4.6.1. Simulasi Model

Pengembangan kota baru di wilayah Botabek, dimulai dengan pengembangan perumahan untuk memenuhi kebutuhan rumah, yang diikuti dengan pengembangan infrastruktur yang pada akhirnya berkembang menjadi sebuah kota baru. Penyediaan lahan untuk pengembangan kota baru merupakan hasil konversi ladang, perkebunan, lahan pertanian, dan pedesaan. Pengembangan kota baru pada umumnya diawali dengan pengembangan rumah, kemudian infrastruktur, dan sarana pendukung lainnya. Kota baru memiliki ekosistem antara lain: Kawasan Industri, Klaster Perumahan dan Perdagangan, Hutan kota, Taman kota, Pohon jalan, dan Badan air (sungai, danau/*ponds*). Populasi kota baru semakin tumbuh sejalan dengan semakin berkembangnya kota baru, mendorong meluasnya permukaan lahan yang kedap air, mengakibatkan berkurangnya kapasitas infiltrasi, sehingga mengakibatkan limpasan air permukaan yang dapat menimbulkan terjadinya banjir, dengan waktu yang lama akan mengurangi kualitas lingkungan. Pengembangan kota baru yang ideal menjaga dan mengembangkan badan air, antara lain: (1) Sungai yang mengalir di kawasan kota baru dengan cara memelihara dan melindungi garis sempadan sungai sesuai dengan peraturan yang berlaku (2) Menjaga dan mengembangkan danau/*ponds*/empang/rawa yang ada menjadi danau buatan yang berfungsi sebagai *reservoir*, dan tempat rekreasi. Adanya badan air di kota baru, dapat mengurangi terjadinya banjir.

Tabel 4.37 Serial waktu curah hujan dan lahan terbangun tahun 1998 – 2012

Tahun	Sentul City			BSD City			Kota Jababeka		
	Curah Hujan/ Bulan	Lahan Terbangun (m ²)	Persediaan lahan (ha)	Curah Hujan/ Bulan	Lahan Terbangun (m ²)	Persediaan lahan (m ²)	Curah Hujan/ Bulan	Lahan Terbangun (m ²)	Persediaan lahan (m ²)
1998	333	1,690,000	54,730,000	220	1,970,000	67,540,000	201	14,734,800	68,230,000
2000	216	2,125,300	54,290,000	177	6,290,000	63,210,000	137	17,979,400	65,080,000
2005	465	4,793,400	51,630,000	225	13,820,000	55,680,000	124	29,302,100	46,630,000
2009	239	6,708,000	49,710,000	143	18,580,000	50,920,000	153	39,150,000	35,890,000
2012	203	9,074,900	47,350,000	187	26,680,000	50,092,000	113	46,009,500	29,000,000

Sumber: Hasil analisis Citra Satelit Landsat

Pengembangan Hutan Kota di dalam kota baru dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi, sehingga dapat mempertahankan air bawah tanah (abt), dapat mengurangi suhu udara mikro, polusi udara, dan dapat menjadi tempat interaksi

dan rekreasi warga kota baru maupun masyarakat di sekitar kota baru. Drainase dengan metode vegetatif selain dapat menyalurkan air hujan juga memiliki kapasitas infiltrasi, sehingga air hujan tidak saja disalurkan ketempat penampungan sebagai air permukaan, juga dapat disalurkan ke dalam tanah. Dengan adanya hutan/taman kota, danau, dan drainase vegetatif, diharapkan limpasan air permukaan dapat dikurangi dan banjir dapat dihindarkan. Data yang digunakan pada simulasi terdiri data curah hujan, persediaan lahan, lahan terbangun (Tabel 4.37).

Guna menilai apakah simulasi model yang telah dilakukan dapat menirukan fenomena sebenarnya sesuai dengan sistem yang dipelajari, maka perlu dilakukan uji validitas. Model dinyatakan valid bila model terbukti secara ilmiah mampu menirukan kinerja sistem sebenarnya yang dipelajari. Pernyataan ini didasarkan pada hasil uji validasi yang dilakukan terhadap hasil simulasi yang telah dilakukan. Validasi statistik yang dilakukan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*), dengan formula :

$$MSE = 1/n \left[\frac{\sum_{n=1}^n (St - At)}{At} \right]^2 \dots\dots\dots 4.1$$

Di mana : St: Simulasi waktu t
At:Aktual waktu t
N :Jumlah pengamatan

Simulasi pengembangan kota baru menggunakan 3 obyek penelitian yaitu, Sentul City dan BSD City, Kota Jababeka.

4.6.1.1 Simulasi pengembangan Sentul City Tahun 1998 - Tahun 2012 (*Business as usual*).

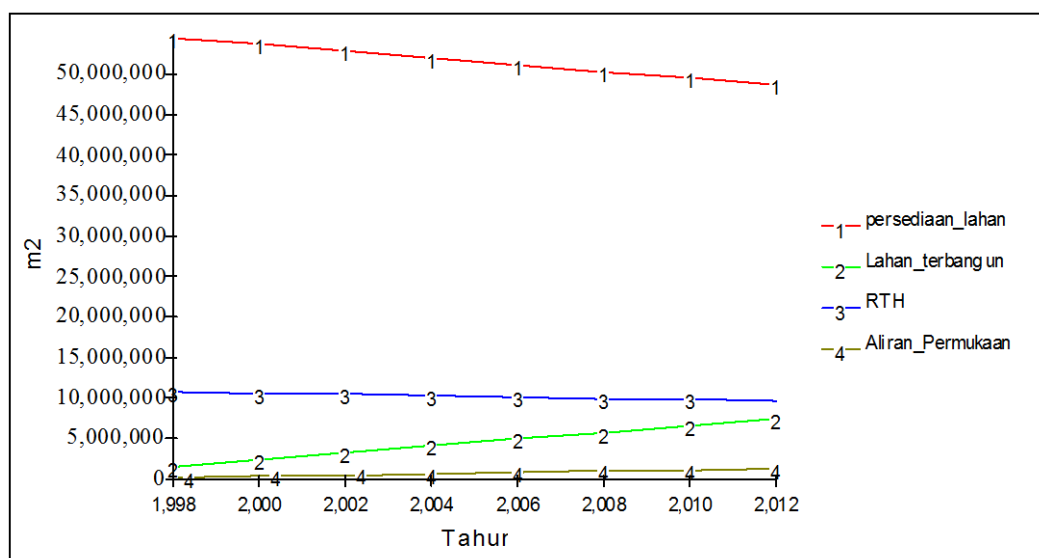
Berdasarkan batas administrasi dan analisis Citra Satelit Kawasan Sentul City luas lahan 56,420,000 m², dan curah hujan sebesar 250 mm/bulan merupakan curah hujan rata-rata pertahun pada periode 20 tahunan, dengan permukaan tanah kedap air seluas 80% dari total luas lahan. Simulasi ini terdiri dari dua skenario, antara lain: Skenario tanpa intervensi, dan skenario dengan intervensi. Simulasi dan

model dengan intervensi merupakan upaya pengurangan limpasan air, dengan intervensi menggunakan taman kota dan hutan kota, drainase alami, dan danau. Simulasi model dapat diketahui adanya hubungan yang erat antara luas tutupan lahan kedap air dengan limpasan limpasan air. Pada tahun 1998, saat skenario pengembangan dilakukan luas lahan terbangun $169,000,000 \text{ m}^2$, sedang persediaan lahan $54,730,000 \text{ m}^2$ dengan asumsi pertumbuhan pengembangan Sentul City sebesar 1%. Pada penghitungan potensi limpasan air, didapat bahwa limpasan sangat dipengaruhi oleh curah hujan dan keluasan tutupan lahan, dengan arti semakin besar curah hujan, maka volume limpasan air juga semakin besar, demikian juga dengan tutupan lahan, semakin luas tutupan lahan maka, volume limpasan semakin besar. Hal ini dapat dibuktikan dengan simulasi yang memperlihatkan semakin luas lahan terbangun, dan mengecilnya persediaan lahan dan Ruang Terbuka Hijau, dengan curah hujan konstan dapat diketahui volume limpasan air terus meningkat. Persediaan lahan berkurang sejalan dengan semakin luasnya lahan terbangun, dan mengakibatkan tutupan lahan kedap air meluas. Meluasnya lahan terbangun mengurangi luasan Ruang Terbuka Hijau, yang pada akhirnya mengakibatkan volume limpasan air permukaan semakin besar. Pada tabel 4.38 limpasan permukaan sejak tahun 1998 sudah terjadi, tetapi karena luas terbuka hijau yang lebih luas dibandingkan dengan luas terbangun, limpasan permukaan tidak mengakibatkan genangan, karena air permukaan lekas surut. Limpasan permukaan terus meningkat namun tidak menimbulkan terjadinya genangan air. Persediaan lahan terus menurun sejalan dengan meningkatnya luas lahan terbangun, demikian juga luas Ruang Terbuka Hijau semakin menurun. Bertambah luasnya lahan terbangun, mengakibatkan meluasnya lahan kedap air, dan kapasitas infiltrasi berkurang, sehingga mengakibatkan limpasan permukaan meningkat, walaupun kecenderungannya terus meningkat limpasan permukaan belum menimbulkan banjir, kondisi ini terjadi karena jumlah persediaan lahan masih lebih besar dibandingkan lahan terbangun (gambar 4.38).

Tabel 4.38. Hasil Simulasi Limpasan Air Permukaan sejak Tahun 1998 sampai Tahun 2012 (*Business as usual*)

Tahun	persediaan_lahan	Lahan terbangun	RTH	Aliran Permukaan
1,998	54,730,000.00	1,690,000.00	21,892,000.00	346,788.00
1,999	54,401,620.00	2,018,380.00	21,760,648.00	414,171.58
2,000	54,073,240.00	2,346,760.00	21,629,296.00	481,555.15
2,001	53,748,800.56	2,671,199.44	21,499,520.22	548,130.13
2,002	53,424,361.12	2,995,638.88	21,369,744.45	614,705.10
2,003	53,103,814.95	3,316,185.05	21,241,525.98	680,481.17
2,004	52,783,268.79	3,636,731.21	21,113,307.51	746,257.24
2,005	52,466,569.17	3,953,430.83	20,986,627.67	811,244.01
2,006	52,149,869.56	4,270,130.44	20,859,947.82	876,230.77
2,007	51,836,970.34	4,583,029.66	20,734,788.14	940,437.69
2,008	51,524,071.13	4,895,928.87	20,609,628.45	1,004,644.60
2,009	51,214,926.70	5,205,073.30	20,485,970.68	1,068,081.04
2,010	50,905,782.27	5,514,217.73	20,362,312.91	1,131,517.48
2,011	50,600,347.58	5,819,652.42	20,240,139.03	1,194,192.68
2,012	50,294,912.89	6,125,087.11	20,117,965.15	1,256,867.88

Saat penelitian dilakukan Sentul City memiliki taman/hutan kota, danau dan *ponds* yang memiliki kapasitas infiltrasi yang berkontribusi terhadap penyerapan air hujan oleh tanah. Dengan adanya kecenderungan peningkatan aliran permukaan maka pengembangan Sentul City di masa mendatang harus tetap menjaga adanya Ruang Terbuka Hijau dan badan air berbentuk danau.



Gambar 4.38 Simulasi Limpasan Air Permukaan tanpa Intervensi

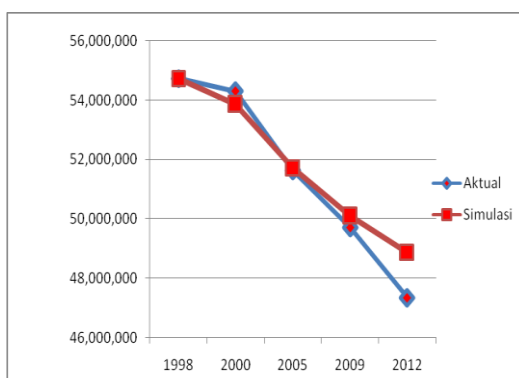
4.6.1.1.2 Validasi Model Sentul City

Validasi statistik yang dilakukan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*), model dinyatakan valid terbukti sama dengan data yang dipelajari (tabel 4.40).

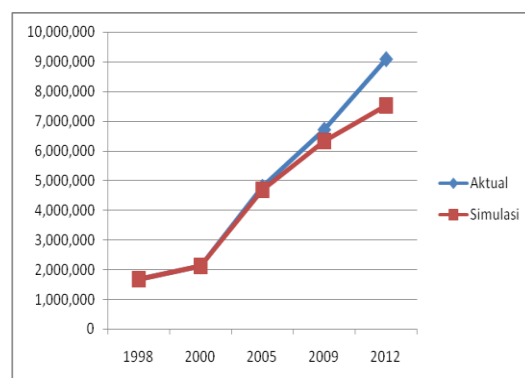
Tabel 4.39 Validasi Model Sentul City

Persediaan Lahan			Lahan Terbangun		
Aktual		Simulasi	Aktual		Simulasi
Tahun	m ²	m ²	Tahun	m ²	m ²
1998	54,730,000	54,730,000	1998	1,690,000	1,690,000
2000	54,290,000	53,850,000	2000	2,125,300	2,570,000
2005	51,630,000	51,720,000	2005	4,793,400	4,890,000
2009	49,710,000	50,080,000	2009	6,708,000	6,330,000
2012	47,350,000	48,80,0009	2012	9,074,000	7,530,000
Total	25,771,000	25,927,000	Total	24,390,000	23,020,000
MSE		0	MSE		0.003

Berdasarkan penghitungan MSE (tabel 4.39), didapat nilai kesalahan 0 pada persediaan lahan dan nilai kesalahan 0.003 pada lahan terbangun. Berarti model yang dibuat sesuai dengan realitas. Hasil MSE ini pada gambar 4.39 dan 4.40 terlihat pola yang sama antara hasil simulasi dengan kondisi sebenarnya (aktual), sehingga dapat dikatakan model yang dibuat memiliki kesesuaian.



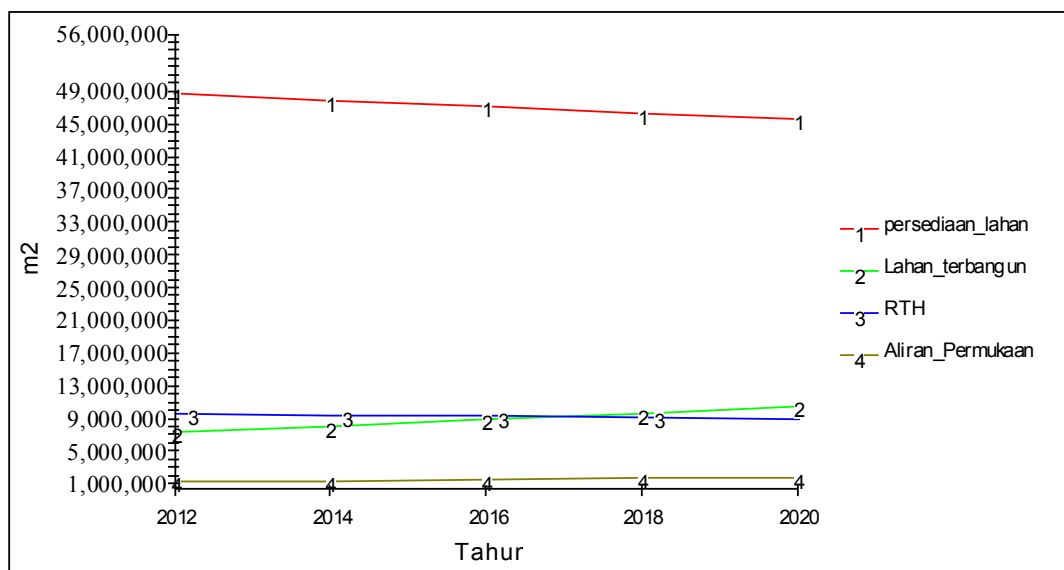
Gambar 4.39 Grafik validasi persediaan lahan Sentul City



Gambar 4.40 Grafik validasi lahan terbangun Sentul City

4.6.1.1.3 Simulasi Proyeksi Pengembangan Sentul City Tahun 2012 – Tahun 2020.

Hasil validasi memperlihatkan model dinyatakan sesuai dengan data yang ada, maka simulasi potensi limpasan air permukaan di Sentul City dapat dilakukan sampai dengan tahun 2040 sejak tahun 2012 untuk melihat apakah volume limpasan air permukaan dapat menjadi sebuah ancaman terhadap Kawasan Sentul City (gambar 4.41 dan tabel 4.40).



Gambar 4.41 Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan Sentul City Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2020.

Proyeksi limpasan air permukaan sampai dengan tahun 2040 belum memperlihatkan pengaruh terhadap potensi terjadinya banjir, hal akibat luas persediaan lahan dengan bentuk ruang terbuka dominan dibandingkan dengan luas lahan terbangun sehingga kapasitas infiltrasi masih besar.

Tabel 4.40 Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan Sentul City dengan Kondisi tanpa Intervensi dari Tahun 2012 sampai Tahun 2020.

Tahun	persediaan_lahan	Lahan_terbangun	RTH	Aliran_Permukaan
2,012	48,886,746.73	7,533,253.27	9,777,349.35	1,545,823.57
2,013	48,495,652.75	7,924,347.25	9,699,130.55	1,626,076.06
2,014	48,104,558.78	8,315,441.22	9,620,911.76	1,706,328.54
2,015	47,719,722.31	8,700,277.69	9,543,944.46	1,785,296.98
2,016	47,334,885.84	9,085,114.16	9,466,977.17	1,864,265.43
2,017	46,956,206.75	9,463,793.25	9,391,241.35	1,941,970.37
2,018	46,577,527.66	9,842,472.34	9,315,505.53	2,019,675.32
2,019	46,204,907.44	10,215,092.56	9,240,981.49	2,096,136.99
2,020	45,832,287.22	10,587,712.78	9,166,457.44	2,172,598.66

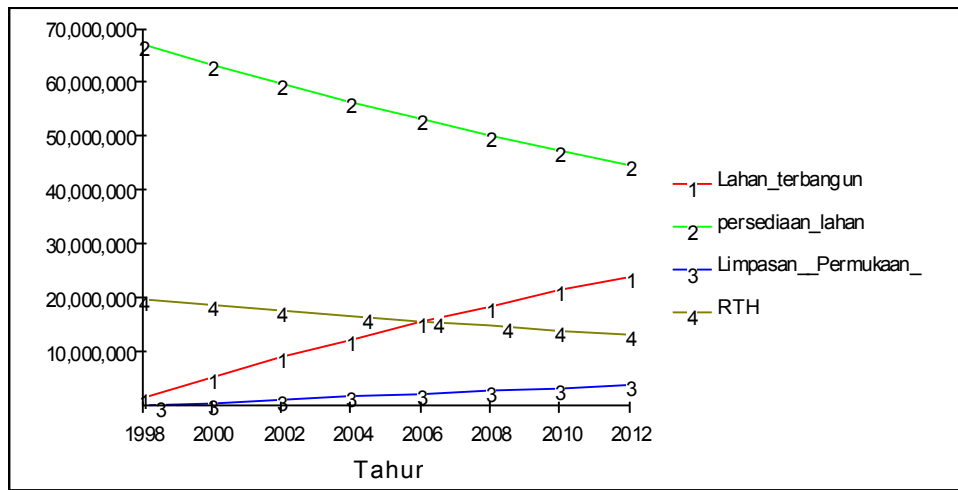
4.6.1.2 Simulasi Pengembangan BSD City tahun 1998 - Tahun (Business as Usual).

Pengembangan BSD City dimulai pada tahun 1989 dengan luas 60,000,000 m², berdasarkan batas administrasi kawasan BSD City dan batas analisis Citra Satelit luas lahan 69,500,000 m². Curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rata-rata, sebesar 190.5 mm/bulan rata-rata pertahun pada periode 20 tahunan, dengan permukaan tanah kedap air seluas 70% dari total luas lahan. Simulasi ini terdiri dari beberapa skenario, antara lain: Skenario tanpa intervensi, sedangkan skenario simulasi dan model menggunakan intervensi terhadap upaya pengurangan limpasan permukaan dengan intervensi menggunakan taman kota dan hutan kota, dan drainase alami, dan danau. Simulasi model dapat diketahui adanya hubungan yang erat antara luas tutupan lahan kedap air dengan limpasan limpasan air. Pada tahun 1998, skenario model pengembangan diasumsikan luas lahan terbangun 1,970,000 m², sedangkan persediaan lahan 67,540,000,000 m². Pertumbuhan pengembangan lahan diasumsikan sebesar 4 %. Simulasi dibatasi sampai dengan tahun 2012. Pada penghitungan potensi limpasan air, didapat bahwa limpasan dipengaruhi oleh curah hujan dan keluasan tutupan lahan. Semakin besar curah hujan, maka volume limpasan permukaan semakin besar, demikian juga dengan tutupan lahan, semakin luas tutupan lahan kedap air volume limpasan permukaan semakin besar.

Tabel 4.41 Hasil Simulasi Limpasan Permukaan BSD City Tahun 1998 sampai dengan 2012 (*Business as usual*).

Tahun	persediaan lahan	Lahan terbangun	RTH	Limpasan Permukaan
1,998	67,543,000.00	1,970,000.00	20,262,900.00	336,870.00
1,999	65,651,796.00	3,861,204.00	19,695,538.80	660,265.88
2,000	63,760,592.00	5,752,408.00	19,128,177.60	983,661.77
2,001	61,975,295.42	7,537,704.58	18,592,588.63	1,288,947.48
2,002	60,189,998.85	9,323,001.15	18,056,999.65	1,594,233.20
2,003	58,504,678.88	11,008,321.12	17,551,403.66	1,882,422.91
2,004	56,819,358.91	12,693,641.09	17,045,807.67	2,170,612.63
2,005	55,228,416.86	14,284,583.14	16,568,525.06	2,442,663.72
2,006	53,637,474.81	15,875,525.19	16,091,242.44	2,714,714.81
2,007	52,135,625.52	17,377,374.48	15,640,687.66	2,971,531.04
2,008	50,633,776.22	18,879,223.78	15,190,132.87	3,228,347.27
2,009	49,216,030.49	20,296,969.51	14,764,809.15	3,470,781.79
2,010	47,798,284.76	21,714,715.24	14,339,485.43	3,713,216.31
2,011	46,459,932.78	23,053,067.22	13,937,979.83	3,942,074.49
2,012	45,121,580.81	24,391,419.19	13,536,474.24	4,170,932.68

Hal ini dapat dibuktikan dengan simulasi yang memperlihatkan semakin luas lahan terbangun, dan mengecilnya persediaan lahan dan Ruang Terbuka Hijau, dengan curah hujan konstan dapat diketahui volume limpasan air terus meningkat. Persediaan lahan berkurang sejalan dengan semakin luasnya lahan terbangun, dan mengakibatkan tutupan lahan kedap air meluas. Meluasnya lahan terbangun mengurangi luasan Ruang Terbuka Hijau, yang pada akhirnya mengakibatkan volume limpasan permukaan semakin besar. Limpasan permukaan sejak tahun 1998 sudah terjadi, tetapi karena luas terbuka hijau lebih luas dibandingkan dengan luas terbangun, limpasan permukaan tidak mengakibatkan genangan, karena air permukaan lekas surut. Limpasan permukaan terus meningkat namun tidak menimbulkan terjadinya genangan air (tabel 4.41 dan gambar 4.42). BSD City memiliki Ruang Terbuka Hijau dengan bentuk taman/hutan kota, danau dan *ponds*. Kecenderungan meningkatnya volume aliran permukaan, di masa mendatang, pengembangan BSD City harus dapat tetap menjaga adanya Ruang Terbuka Hijau dan badan air berbentuk danau.



Gambar 4.42 Simulasi Limpasan Permukaan BSD City dari Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2012

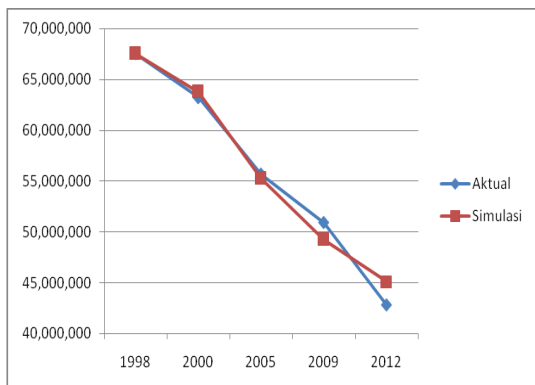
4.6.1.2.1 Validasi Model BSD City

Validasi statistik yang dilakukan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*), model dinyatakan valid terbukti secara ilmiah mampu menirukan kinerja sistem sebenarnya yang dipelajari dengan nilai MSE 0, untuk persediaan lahan dan MSE 0 untuk Lahan terbangun (tabel 4.42).

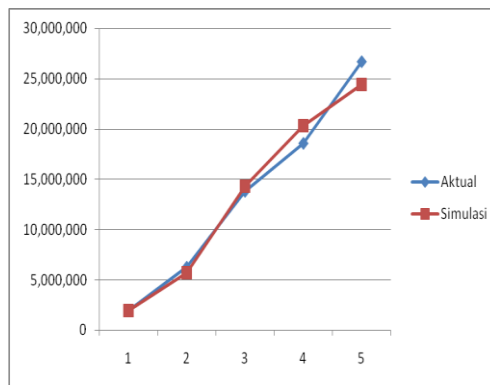
Tabel 4.42 Validasi Model BSD City

Tahun	Persediaan lahan		Lahan terbangun	
	Aktual	Simulasi	Aktual	Simulasi
1998	67,543,000	67,543,000	1,970,000	1,970,000
2000	63,210,000	63,760,592	6,290,000	5,752,408
2005	55,680,000	55,228,419	13,820,000	14,284,583
2009	50,920,000	49,216,030	18,580,000	20,296,969
2012	42,820,000	45,121,580	26,680,000	24,391,419
Total	280,173,000	280,869,621	Total	67,340,000
	Nilai MSE	0		0

Perbandingan antara simulasi dengan data persediaan lahan dan lahan terbangun, kesamaannya diperlihatkan juga pada bentuk visual (gambar 4.43 dan 4.44), terlihat antara garis data aktual dan hasil simulasi berimpit dan bentuk sama.



Gambar 4.43 Grafik validasi persediaan lahan BSD City



Gambar 4.44 Grafik validasi lahan terbangun BSD City

4.6.1.2.2 Simulasi Proyeksi Pengembangan BSD City Tahun 2012 sampai dengan Tahun 2020.

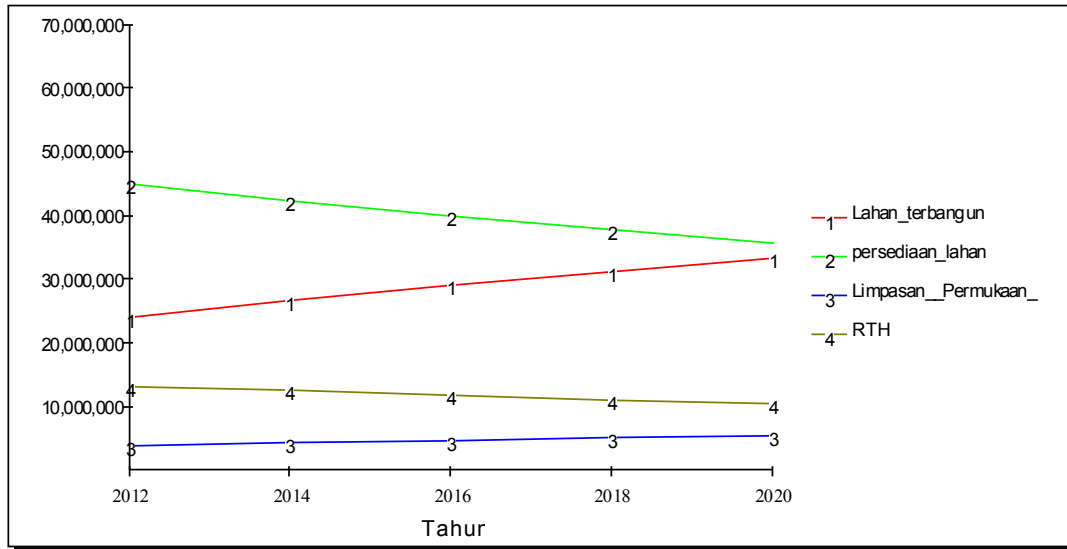
Hasil validasi memperlihatkan model dinyatakan sesuai dengan data yang ada, maka simulasi potensi limpasan di BSD City dapat dilakukan sampai dengan tahun 2020 sejak tahun 2012 untuk melihat apakah volume limpasan air permukaan dapat menjadi sebuah ancaman bagi BSD City (gambar 4.45 dan tabel 4.43).

Tabel 4.43 Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan BSD City dengan Kondisi tanpa Intervensi Tahun 2012 sampai Tahun 2020.

Tahun	persediaan lahan	Lahan terbangun	RTH	Limpasan Permukaan
2,012	45,121,580.81	24,391,419.19	13,536,474.24	4,181,908.82
2,013	43,858,176.55	25,654,823.45	13,157,452.96	4,398,519.48
2,014	42,594,772.28	26,918,227.72	12,778,431.69	4,615,130.14
2,015	41,402,118.66	28,110,881.34	12,420,635.60	4,819,610.61
2,016	40,209,465.04	29,303,534.96	12,062,839.51	5,024,091.07
2,017	39,083,600.01	30,429,399.99	11,725,080.00	5,217,120.63
2,018	37,957,734.99	31,555,265.01	11,387,320.50	5,410,150.19
2,019	36,894,918.41	32,618,081.59	11,068,475.52	5,592,370.09
2,020	35,832,101.83	33,680,898.17	10,749,630.55	5,774,589.99

Hasil simulasi dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2020, terlihat bahwa antara garis persediaan lahan dengan garis lahan terbangun belum bertemu, sehingga dapat diartikan persediaan lahan lebih luas dibandingkan dengan lahan terbangun,

dengan demikian berarti kapasitas infiltrasi masih dapat menerima air hujan yang jatuh, sehingga limpasan permukaan tidak terjadi



Gambar 4.45 Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan BSD City Tahun 2012 - Tahun 2020.

Dengan demikian sampai dengan tahun 2020 belum diperlukan adanya intervensi, namun untuk mengantisipasi tahun mendatang dan untuk mempertahankan air bawah tanah, tetap diperlukan Ruang Terbuka Hijau maupun danau sebagai reservoir, untuk menyimpan air hujan dan sebagai persediaan air baku untuk air bersih

4.6.1.3 Simulasi pengembangan Kota Jababeka Tahun 1998 – Tahun 2012 (*Business as usual*).

Pengembangan Kota Jababeka dimulai pada tahun 1989 dengan total luas lahan 56,000,000 m². Berdasarkan wilayah administrasi kecamatan dan kelurahan di Kawasan Kota Jababeka dan Citra Satelit luas kawasan Kota jababeka adalah 82,960,000 m². Curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rata-rata, sebesar 146 mm/bulan rata-rata pertahun pada periode 20 tahunan, dengan permukaan tanah kedap air seluas 90% dari total luas lahan. Simulasi ini terdiri dari beberapa skenario, antara lain: Skenario tanpa intervensi, sedangkan skenario simulasi dan model menggunakan intervensi terhadap upaya pengurangan limpasan permukaan dengan intervensi menggunakan taman kota dan hutan kota, dan drainase alami,

dan danau. Simulasi model dapat diketahui adanya hubungan yang erat antara luas tutupan lahan kedap air dengan limpasan limpasan air. Pada tahun 1998, skenario model pengembangan diasumsikan luas lahan terbangun 14,734,800,000 m², sedangkan persediaan lahan 68,230,000,000 m². Pertumbuhan pengembangan lahan diasumsikan sebesar 5 %. Simulasi dibatasi sampai dengan tahun 2012. Pada penghitungan potensi limpasan air, didapat bahwa limpasan dipengaruhi oleh curah hujan dan keluasan tutupan lahan. Semakin besar curah hujan, maka volume limpasan permukaan semakin besar, demikian juga dengan tutupan lahan, semakin luas tutupan lahan dan kedap air volume limpasan permukaan semakin besar.

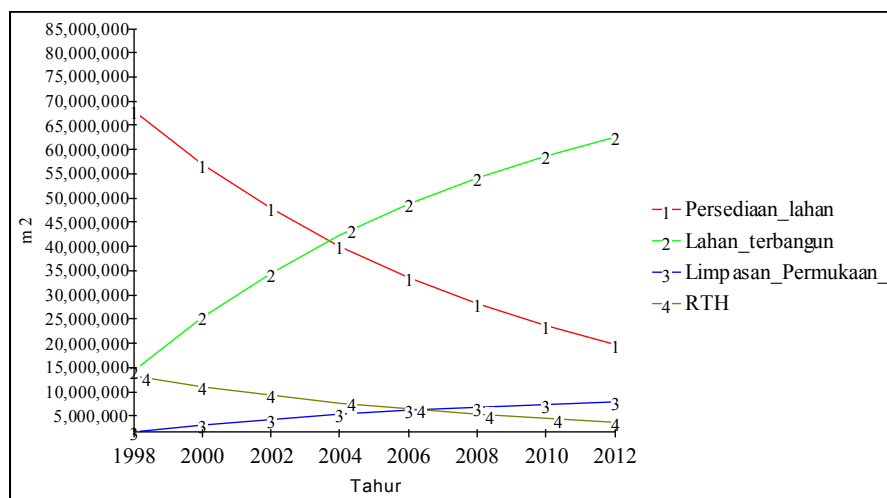
Hal ini dapat dibuktikan dengan simulasi yang memperlihatkan semakin luas lahan terbangun, dan mengecilnya persediaan lahan dan Ruang Terbuka Hijau, didapat volume limpasan air meningkat. Pada tabel 4.4 dapat dilihat bahwa persediaan lahan berkurang sejalan dengan semakin luasnya lahan terbangun, dan mengakibatkan tutupan lahan kedap air meluas. Meluasnya lahan terbangun mengurangi luasan Ruang Terbuka Hijau, yang pada akhirnya mengakibatkan volume limpasan permukaan semakin besar.

Tabel 4.44 Hasil Simulasi Limpasan Permukaan Kota Jababeka
(*Business as Usual*).

Tahun	Persediaan lahan	Lahan terbangun	RTH	Limpasan Permukaan
1,998	68,230,000.00	14,734,800.00	13,646,000.00	1,936,152.72
1,999	62,771,600.00	20,193,200.00	12,554,320.00	2,653,386.48
2,000	57,313,200.00	25,651,600.00	11,462,640.00	3,370,620.24
2,001	52,728,144.00	30,236,656.00	10,545,628.80	3,973,096.60
2,002	48,143,088.00	34,821,712.00	9,628,617.60	4,575,572.96
2,003	44,291,640.96	38,673,159.04	8,858,328.19	5,081,653.10
2,004	40,440,193.92	42,524,606.08	8,088,038.78	5,587,733.24
2,005	37,204,978.41	45,759,821.59	7,440,995.68	6,012,840.56
2,006	33,969,762.89	48,995,037.11	6,793,952.58	6,437,947.88
2,007	31,252,181.86	51,712,618.14	6,250,436.37	6,795,038.02
2,008	28,534,600.83	54,430,199.17	5,706,920.17	7,152,128.17
2,009	26,251,832.76	56,712,967.24	5,250,366.55	7,452,083.89
2,010	23,969,064.70	58,995,735.30	4,793,812.94	7,752,039.62
2,011	22,051,539.52	60,913,260.48	4,410,307.90	8,004,002.43
2,012	20,134,014.35	62,830,785.65	4,026,802.87	8,255,965.23

Bertambah luasnya lahan terbangun menyebabkan luas persediaan lahan dan Ruang Terbuka Hijau, meningkatnya luas lahan terbangun, lahan kedap air meluas dan kapasitas infiltrasi berkurang, sehingga mengakibatkan limpasan permukaan meningkat. Pada tabel 4.44 terlihat pada tahun 2004 luas persediaan lahan dengan luas lahan terbangun hampir sama, pada tahun 2004 terjadi perpotongan garis persediaan lahan dengan lahan terbangun, pada keadaan ini Kawasan Kota Jababeka belum mengalami limpasan permukaan yang menyebabkan terjadinya banjir, walau terlihat limpasan permukaan meningkat sejak tahun 1998 dan pada tahun 2006 garis limpasan permukaan memotong garis Ruang Terbuka Hijau, yang mengartikan bahwa limpasan permukaan terjadi akibat kapasitas infiltrasi berkurang (gambar 4.46).

Berkurangnya luasnya Ruang Terbuka Hijau dan terbatasnya keluasan penampungan air hujan dan Ruang Terbuka Hijau berupa hutan kota atau taman kota yang disebut sebagai *botanical garden* luasnya kurang memadai untuk mengurangi volume limpasan permukaan. Banjir yang melanda Kota Jababeka pada tahun 2010 menjadi bukti bahwa Kota Jababeka rentan terhadap banjir, kondisi ini salah satu penyebabnya adalah tidak adanya penampungan air hujan seperti waduk atau danau dengan kapasitas yang dapat menampung volume limpasan permukaan.



Gambar 4.46 Simulasi Limpasan Permukaan Kota Jababeka (Business as Usual)

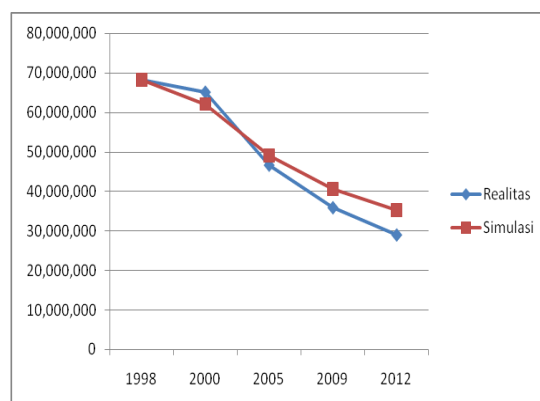
4.6.1.3.1 Validasi Model Kota Jababeka

Validasi statistik yang dilakukan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*), model dinyatakan valid terbukti secara ilmiah mampu menirukan kinerja sistem sebenarnya yang dipelajari (tabel 4.45 dan gambar 4.47 dan 4.48).

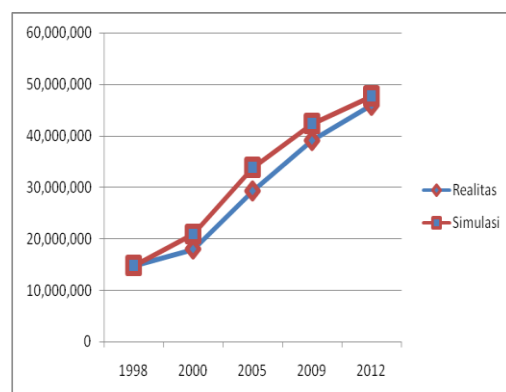
Tabel 4.45 Validasi Model Kota Jababeka

Persediaan Lahan			Lahan Terbangun		
Tahun	Aktual	Simulasi	Tahun	Aktual	Simulasi
	m ²	m ²		m ²	m ²
1998	68,230,000	68,230,000	1998	14,734,800	14,734,800
2000	65,080,000	62,089,300	2000	17,979,400	20,875,500
2005	46,630,000	49,102,422	2005	29,302,100	33,862,377
2009	35,890,000	40,661,716	2009	39,150,000	42,303,082
2012	29,000,000	35,258,604	2012	46,009,500	47,706,195
Total	244,830,000	255,342,042	Total	147,175,800	159,481,954
MSE		0.042936086	MSE		0.083615336

Berdasarkan penghitungan MSE (tabel 4.45), didapat nilai kesalahan 0, yang berarti model yang dibuat sesuai dengan realitas. Hasil MSE ini pada gambar 4.47 dan 4.48 terlihat pola yang sama antara hasil simulasi dengan kondisi sebenarnya (aktual), sehingga dapat dikatakan model yang dibuat memiliki kesesuaian.



Gambar 4.47 Grafik validasi persediaan lahan Kota Jababeka



Gambar 4.48 Grafik validasi lahan terbangun Kota Jababeka

Uji validitas simulasi pengembangan Kota Jababeka memberikan gambaran ada kesesuaian antara model yang dibuat dengan realitas. maka simulasi dilanjutkan untuk melihat volume potensi limpasan permukaan.

4.6.1.3.2 Simulasi Proyeksi Pengembangan Kawasan Kota Jababeka Tahun 2012 - Tahun 2020.

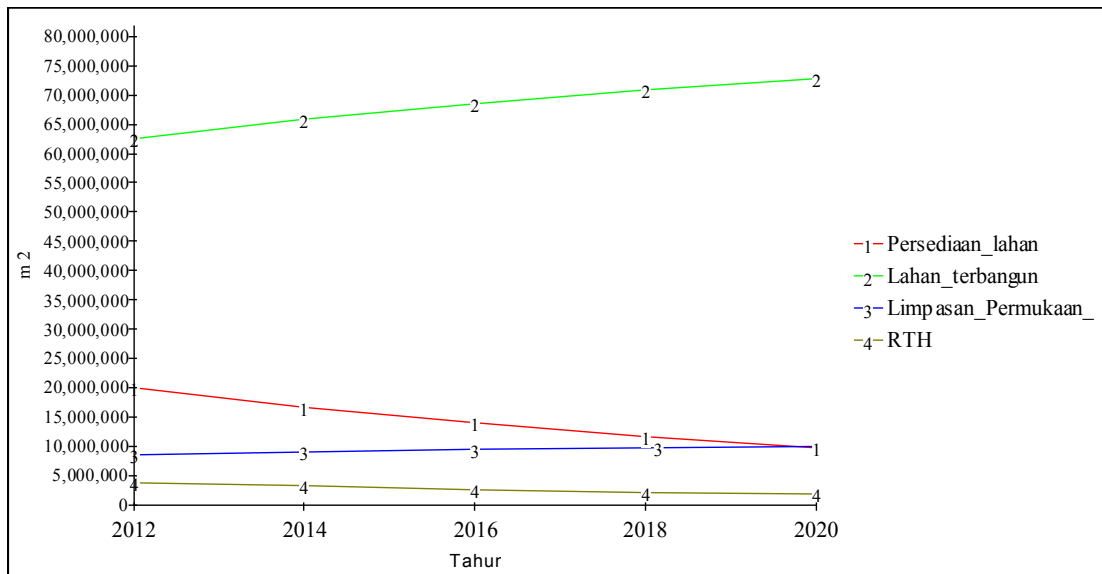
Hasil validasi memperlihatkan model dinyatakan sesuai dengan data yang ada, maka simulasi potensi limpasan di Kawasan Kota Jababeka dapat diproyeksikan sampai dengan tahun 2040 sejak tahun 2012 untuk melihat apakah volume limpasan air permukaan dapat menjadi sebuah ancaman. Simulasi proyeksi limpasan permukaan pada tahun 2016 garis persediaan lahan berpotongan dengan garis limpasan permukaan, kondisi ini menggambarkan bahwa limpasan permukaan dapat menimbulkan terjadinya banjir, hal ini dimungkinkan dengan semakin berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (tabel 4.46 dan gambar 4.49).

Tabel 4.46 Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka dengan Kondisi tanpa Intervensi Tahun 2012-Tahun 2020

Tahun	Persediaan lahan	Lahan terbangun	RTH	Limpasan Permukaan
2012	20,134,014.35	62,830,785.65	4,026,802.87	8,821,442.31
2013	18,523,293.20	64,441,506.80	3,704,658.64	9,047,587.56
2014	16,912,572.05	66,052,227.95	3,382,514.41	9,273,732.80
2015	15,559,566.29	67,405,233.71	3,111,913.26	9,463,694.81
2016	14,206,560.52	68,758,239.48	2,841,312.10	9,653,656.82
2017	13,070,035.68	69,894,764.32	2,614,007.14	9,813,224.91
2018	11,933,510.84	71,031,289.16	2,386,702.17	9,972,793.00
2019	10,978,829.97	71,985,970.03	2,195,765.99	10,106,830.19
2020	10,024,149.10	72,940,650.90	2,004,829.82	10,240,867.39

Undang-undang RI no 26/2007 tentang penataan ruang, menetapkan luas Ruang Terbuka Hijau 30% dari luas total luas kota, 20% merupakan Ruang Terbuka Hijau publik dan 10 % ruang privat. Bila luas Kota Jababeka 56,000,000 m² (5,600 ha), Ruang Terbuka Hijau publik adalah 11,200,000 m² (1,120 ha) dan luas ruang privat 5,600,000 m² (560 ha). Pada hasil simulasi (tabel 4.47) luas Ruang Terbuka Hijau pada tahun 2012 luasannya adalah 4,026,802.87 m². Artinya Ruang

Terbuka Hijau luasannya lebih kecil dibandingkan ketentuan undang-undang 26/2007 tentang penataan ruang. Banjir yang terjadi pada tahun 2010 dan 2012 merupakan indikasi bahwa Kota Jababeka sangat rentan terhadap banjir. Dengan demikian perlu adanya intervensi untuk mengurangi limpasan permukaan.



Gambar 4.49 Hasil Simulasi Proyeksi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka dengan Kondisi tanpa Intervensi sampai tahun 2020.

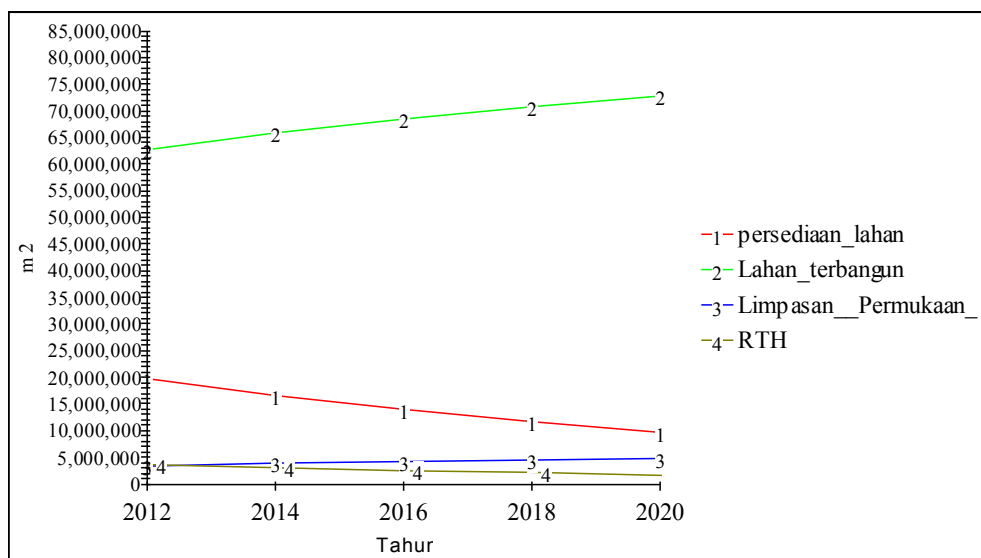
4.6.1.3.3 Simulasi Intervensi Mengurangi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka

Simulasi mengurangi limpasan permukaan dengan intervensi, menggunakan skenario intervensi danau, hutan/taman kota. Diharapkan besar volume limpasan permukaan dapat berkurang. Kondisi ini dimungkinkan karena hutan/taman kota memiliki kapasitas infiltrasi yang baik. Pada skenario intervensi, danau berperan paling besar sebagai wadah penampungan, hal ini terjadi karena morfologi Kota Jababeka dengan muka tanah datar, menjadikan limpasan permukaan berpotensi menjadi genangan air dan mengakibatkan banjir.

Tabel 4.47. Hasil Simulasi Limpasan Air Permukaan Kota Jababeka dengan intervensi Danau, Hutan Kota dan Taman Kota

Tahun	persediaan lahan	Lahan terbangun	RTH	Limpasan Permukaan
2,012	20,134,014.35	62,830,785.65	4,026,802.87	3,695,708.04
2,013	18,523,293.20	64,441,506.80	3,704,658.64	3,931,901.68
2,014	16,912,572.05	66,052,227.95	3,382,514.41	4,168,095.31
2,015	15,559,566.29	67,405,233.71	3,111,913.26	4,366,497.97
2,016	14,206,560.52	68,758,239.48	2,841,312.10	4,564,900.62
2,017	13,070,035.68	69,894,764.32	2,614,007.14	4,731,558.85
2,018	11,933,510.84	71,031,289.16	2,386,702.17	4,898,217.08
2,019	10,978,829.97	71,985,970.03	2,195,765.99	5,038,209.99
2,020	10,024,149.10	72,940,650.90	2,004,829.82	5,178,202.91

Pada tabel 4.47, dengan skenario intervensi danau, hutan/taman kota, drainase alami, terlihat pada tahun 2012 limpasan air permukaan mengalami penurunan menjadi 3,695,708.04 m³ dibandingkan tidak dengan intervensi sebesar 8,821,442.31 m³. Kecenderungan akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan bertambahnya lahan terbangun dan berkurangnya Ruang Terbuka Hijau. Permodelan yang dilakukan pada Kota Jababeka, dapat diketahui curah hujan, permukaan lahan kedap berpengaruh terhadap besar volume limpasan permukaan. Semakin luas lahan kedap air dan menyempitnya Ruang Terbuka Hijau volume limpasan air semakin besar (gambar 4.50).



Gambar 4.50. Simulasi Limpasan Permukaan dengan Intervensi Danau, Hutan/Taman Kota Kota Kota Jababeka

4.7. Keterkaitan antara Hipotesis dengan Pembahasan

Berdasarkan bahasan pada penelitian kota baru yang mencakup pengembangan lahan, ekosistem dan infrastruktur pada pengembangan, hipotesis yang diajukan pada penelitian ini terjawab, antara lain: Pengembangan kota baru mengkaji lanskap alami, seperti keadaan geomorfologi, dan geohidrologi. Pada kawasan yang memiliki kemiringan $>25\%$, tidak dikembangkan, tetapi dikonservasi, sebagai hutan kota, sedangkan rawa atau empang yang ada dikembangkan sebagai danau/*ponds*. Badan air berupa danau/*ponds*, pada kota baru terpelihara dengan baik sehingga ekosistem danau/pond dapat memberi jasa sosial dan budaya sebagai tempat rekreasi dan edukasi. Badan air dengan bentuk sungai memberi jasa provisioning sebagai sumber air baku untuk pengolahan air bersih kebutuhan warga kota-kota baru, maupun warga sekitarnya. Garis sempadan sungai yang ditumbuhi vegetasi dapat mempertahankan sungai tetap alami, sehingga ekosistem sungai tetap dapat memberi jasanya dengan baik. Hutan kota yang terjaga kelestariannya, memiliki kapasitas infiltrasi yang baik sehingga memberi jasa mereduksi volume limpasan permukaan dan menjaga muka air bawah tanah. Model Pengembangan kota baru berkelanjutan selain memperhatikan aspek pengembangan lahan dan ekosistem, juga didukung infrastruktur, antara lain: jalan raya, jalur sepeda, jalur pejalan kaki, berkontribusi untuk mengendalikan limpasan air, dan konservasi air bawah tanah. Hal ini dimungkinkan elevasi muka jalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Ruang Terbuka Hijau linier (bahu jalan) yang ada disepanjang kiri-kanan jalan maupun median tengah, dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi air hujan yang jatuh pada muka jalan. Metode drainase vegetatif, selain mengalirkan air hujan, juga berkontribusi terhadap konservasi air bawah tanah, karena memiliki kapasitas infiltrasi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Simpulan hasil dan pembahasan yang telah disampaikan penulis di atas antara lain:

1. Pola pengembangan kota dipengaruhi oleh bentuk geomorfologi. Lahan yang datar dapat mengoptimalkan penggunaan lahan, sedangkan bentuk permukaan lahan berbukit membatasi penggunaan lahan. Lahan yang memiliki kemiringan $>25\%$ dikonservasi sebagai hutan kota, atau ruang terbuka hijau. Kota baru yang memiliki ratio keluasan ruang terbangun lebih besar dibandingkan ruang terbuka hijau, berpengaruh terhadap potensi limpasan permukaan. Penetapan koefisien dasar bangunan (KDB) $>30\%$, dengan ruang terbuka hijau meningkatkan kapasitas infiltrasi.

Pengembangan kota-kota baru sesuai dengan arahan RTRW kabupaten dan kota dimana kota baru dikembangkan, antara lain: Penyediaan hutan kota atau ruang terbuka hijau sebagai daerah resapan air yang memberikan perlindungan terhadap kawasan di bawahnya, pola pengembangan kota, seperti kepadatan bangunan dan penempatan pusat perdagangan dan bisnis serta industri.

2. Parameter ekosistem pada pengembangan kota baru, yang dapat mendukung kota baru berkelanjutan antara lain: (1) taman kota, (2) hutan kota, (3) ruang terbuka hijau sepanjang jalur tegangan ekstra tinggi (Sutet), (4) danau/kolam (5) ruang terbuka hijau Jalan raya, jalur pejalan kaki, dan pesepeda (6) Drainase alami.
3. Integrasi lingkungan, ekonomi dan sosial,

1) Lingkungan

- a. Kota baru mengembangkan lingkungan alami dan buatan dengan mewujudkan dengan bentuk ruang terbuka hijau berupa taman kota, taman lingkungan di dalam klaster perumahan, hutan kota, ruang terbuka hijau linier pada garis sempadan sungai dan badan jalan. Terbukti kota baru yang memiliki hutan dan taman kota dan pohon di seluruh lokasi perumahan, kawasan bisnis dan perdagangan memiliki iklim mikro yang rendah dibandingkan kawasan yang kerapatan vegetasinya rendah. Adanya ruang terbuka hijau, dengan bentuk hutan/taman kota, taman lingkungan maupun ruang terbuka linier dapat mengurangi limpasan permukaan, karena memiliki kapasitas infiltrasi yang baik, sehingga

dapat mengisi (*Recharge*) air bawah tanah (abt).

- b. Pengolahan air bersih di dalam kota baru memberikan jaminan ketersediaan air bersih bagi warga kota baru dan penduduk di sekitarnya. Pemisahan antara moda angkutan antara kendaraan dengan sepeda dan pejalan kaki belum memadai, sehingga keselamatan dan kenyamanan pesepeda dan pejalan kaki belum optimal. Ketersediaan angkutan umum seperti bus dan kereta api yang menghubungkan kota baru dengan Kota Jakarta dan kota lainnya memberikan kemungkinan penduduk untuk tidak menggunakan kendaraan pribadi.
- c. Pengolahan limbah cair industri maupun domestik di dalam kota baru dapat menghindari terjadinya pencemaran air bawah tanah, maupun air permukaan pada kawasan industri. Dari tiga kota baru yang memiliki kawasan industri ada 2 kota dan memiliki pengolahan limbah cair yang terintegrasi, sedang dari tiga kota baru satu kota baru yang memiliki pengolahan limbah cair domestik. Pengolahan limbah padat domestik dari tiga kota baru, satu kota baru yang memiliki pengolahan limbah.

2) Ekonomi

Kecamatan/kota, yang merupakan lokasi kota baru dikembangkan, Ekonominya mengalami peningkatan terlihat dengan peningkatan pendapatan domestik regional bruto (PDRB) kecamatan dan kota.

4. Sosial

- a) Fasilitas pendukung kota pada umumnya memiliki jangkauan yang dekat dengan klaster perumahan <2 km, antara lain: sekolah, rumah sakit, pusat perbelanjaan, tempat rekreasi, pusat bisnis, transportasi umum. Satu kota baru telah mengembangkan perumahan yang untuk kelompok sosial menengah kebawah dengan bentuk rumah susun sewa bagi buruh yang bekerja di kawasan industri di dalam kota baru tersebut. Pada umumnya kualitas jalan di kota baru sangat baik, sehingga mobilitas warga lancar. Hutan taman kota yang ada di kota baru seluruhnya dapat dimasuki oleh seluruh warga kota baru maupun masyarakat di sekitar kota baru.
- b) Tingkat kesejahteraan penduduk di kawasan kota baru berdasarkan nilai indeks pembangunan manusia (IPM) pada kecamatan/kota lokasi kota baru memiliki indeks yang baik >70, berarti dengan adanya kota baru di lingkungan administratif kecamatan/kota yang bersangkutan memiliki nilai positif bagi warga masyarakat di sekitarnya.
- c) Simulasi dengan kondisi tanpa intervensi membuktikan adanya hubungan yang erat antara luas tutupan lahan kedap air dengan limpasan aliran air permukaan. Semakin luas lahan terbangun dengan tutupan lahan yang kedap air meluas, mengakibatkan volume limpasan air permukaan semakin besar. Intervensi Ruang terbuka hijau (Taman Kota/Hutan Kota),

drainase alami, dan danau sebagai upaya untuk mengurangi limpasan air permukaan berhasil mengurangi limpasan air permukaan dan dapat mengurangi potensi banjir.

5.2. Saran

Sentul City:

Mempertahankan Ruang Terbuka Hijau seluas 60 % dan membuat reservoir dengan bentuk danau buatan yang dapat menampung hujan sebagai cadangan pesediaan air baku. Mengembangkan jalur pejalan kaki yang menerus sepanjang jalan Arteri Sekunder. Membuat pengolahan limbah padat domestik

BSD City

Membangun danau/ponds pada lokasi tersebar, terutama pada pengembangan Sisi Barat Sungai Cisadane, mengembangkan garis sempadan sungai sepanjang 100 meter pada sisi Barat dan Timur Sungai Cisadane sebagai Hutan Kota atau *Botanical garden* dan mengembangkan ruang terbuka hijau linier di sepanjang saluran ekstra tinggi, untuk mengoptimalkan penampungan aliran permukaan ruang terbuka hijau elevasinya lebih rendah dibandingkan lingkungan sekitarnya. Untuk meningkatkan kualitas lingkungan pengolahan limbah domestik dibuat secara komunal dan untuk meningkat kapasitas infiltrasi pada pengembangan BSD selanjutnya elevasi jalan dibuat lebih tinggi dibandingkan bahu jalan.

Kota Jababeka

Membangun hutan kota/taman kota dan reservoir dengan bentuk danau buatan atau waduk yang dapat menampung air hujan dengan luasan sesuai UU 26/2007 tentang penataan ruang. Membuat penampungan dan mengolah limbah padat domestik padat di dalam kota.

Secara umum ketiga kota baru disarankan membantu penataan permukiman masyarakat lokal, untuk menghindari perbedaan yang lebar antara permukiman masyarakat lokal dengan permukiman kota baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboliņa, K. (2005). Urban Sustainability Indicator Development Criteria. *University of Latvia. Faculty of Geography and Earth Sciences*.
<www.uobabylon.edu.iq/>.10/2/2013, pukul 20:45:15
- Abd-Allah, M.A. (2007). Modelling Urban Dynamics Using Geographic Information Systems, Remote Sensing and Urban Growth Models. *Faculty Of Engineering , Cairo Univercity Giza, Egypt*.
<<http://faculty.ksu.edu.sa/default.aspx>>. 18/2/2013, pukul 22:35:25
- About.Com Walking. (2013). How Far Is That: Walking Miles and Time.
<<http://walking.about.com/cs/fitnesswalking>> 22/09/2013, pukul 23:11.
- Aguirre, M.C.G., Álvarez. R., and Aceves. F. (2012). *Geology and Geomorphology in LandscapeEcological Analysis for Forest Conservation and Hazard and Risk Assessment, Illustrated with Mexican Case Histories*. EARTH SCIENCES Proceeding Edited by Imran Ahmad Dar Published by InTech Janeza Tridine ijeka, Croatia Copyright © 2012 InTec.
<http://cdn.intechopen.com/>. 21/3/2013, pukul 21:25: 16
- Alberti, M., and Paul. W. (2000). An integrated urban development and ecological simulation model. < <http://www.urbansim.org/pub/Research/> > 23/4/2012, pukul 20:25:15.
- Alberti, M. (2005). The effect of Urban Paterns on Ecosystem Function. *International Regional Science Review* 28, 2: 168–192 (April 2005).
<<http://pages.towson.edu/bfath/Papers/Alberti>> 9/12/2012, pukul 23:10:11.
- Alabi, M.O. (2009), Revitalizing urban public open spaces, through, vegetative enclaves in Lokoja, Nigeria. *Journal of Geography and Regional Planning Vol. 2(3), pp. 051-054, March, 2009*. © 2009 Academic Journals.
<<http://www.academicjournals.org/JGRP ISSN 2070-1845>> 11/11/2012/, Pukul 21:15: 10.
- Antrop, M. (2000). Geography and landscape science. Special Issue: 29th-International Geographical Congress. <http://www.geoweb.ugent.be> .
14/11/2013, pukul 22 : 15: 08.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. edisi 2. Bogor: IPB Press
- Arifin, H. S., Nobukazu. N. (2011). Landscape ecology and urban biodiversity in tropical Indonesian Cities. International Consortium of Landscape and Ecological Engineering. springer.

Armah, F.A., Yawson. D.O., Pappoe.A.A.N.M. (2010).A Systems Dynamics Approach to Explore Traffic Congestion and Air Pollution Link in the City of Accra, Ghana. *Sustainability*. ISSN 2071-1050. www.mdpi.com/journal/. 12/08/2013, pukul 21:14:10

Asli & Ghamari. (2012). Devising sustainability criteria in new towns of Iran. *Life Science Journal*. <<http://www.lifesciencesite.com>> 12/09/2012, pukul 20:30:15.

Asdak. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.Yogyakarta: Gajah Mada Press.

Axella, Suryani. (2012). Aplikasi Model Sistem Dinamik untuk Menganalisis Permintaan dan Ketersediaan Listrik Sektor Industri(Studi Kasus : Jawa Timur). *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 1, (Sept, 2012) ISSN: 2301-9271. <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/1039/496>

Bastian, O. (2001). Landscape Ecology – towards a unified discipline? Landscape Ecology. © 2002 Kluwer Academic Publishers. <http://carmelacanzonieri.com>. /21/10/ 2013, pukul 21:35:10.

Badan Standarisasi Nasional. (2002). Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial, , SNI 19-6728.1-2002. <http://www.bakosurtanal.go.id/assets/> 15/2/2015, pukul, 16:35:50

Bolund, P., Hunhammar. S. (1999). Ecosystem services in urban area. <www.eve.ucdavis.edu>10/09/2012, pukul 21:15:30.

Bo Yang, Ming-Han Li. (2010). Ecological engineering in a new town development: Drainage design in The Woodlands, Texas. Utah State University DigitalCommons@USU. <http://digitalcommons.usu.edu/cgi>

Carmel,Y., Z. Naveh. (2002), The Paradigm of Landscape and the Paradigm of Ecosystem Implications for Land Planning and Management in the Mediterranean Region. *Journal of Mediterranean Ecology* vol.3, No 2-3 2002,© Firma Effa Publisher, Reggio Emilia. I. <<http://envgis.technion.ac.il/publications>> 10/09/2012, 23:15:20.

Canadian International Development Agency & Sustainable Cities (CIDA). (2012). Indicator for sustainability, How cities are monitoring evaluating their success. <http://www.mayorsinnovation.org/> 28/2/2015, pukul 18:46:16.

Daldjoeni. (2003). *Geographi Kota dan Desa*. Bandung: Alumni .

Daniels, Corinne. (2011). Explaining walking distance to public transport: the dominance of public transport supply. *World Symposium on Transport and Land Use Research, Whistler Canada*. www.cts.umn.edu/events/wstlur/symposium 09/11/2013, pukul 22:05:10.

Deakin, I.M. (2011). Sustainable Urban Development. *Edinburgh Napier University*. <[https://docs.google.com/- https://eearchrepository.napier.ac.uk](https://docs.google.com/-https://eearchrepository.napier.ac.uk)> 15/12/2012, pukul 9:55:10

Dizdaroglu. D. (2013). A micro level indexing model for assessment of sustainable urban Ecosystem. *Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland*. <<http://eprints.qut.edu.au>> 12/5/2014, pukul 20:11:10.

Dizdaroglu, Didem, Yigitcanlar, Tan, Dawes, Les A. (2010), Assessing The Sustainability Of Urban ecosystem & An Inovatif Approach. *QUT Digital Repository*: <www.eprints.qut.edu>. 10/12/2013, pukul 22:05:30.

Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi. (1992). Laporan Penyelidikan Geologi Lingkungan Untuk menunjang Pembangunan Wisata Agro PT Fajar Marga Permai di Daerah Pasar Maung Kecamatan Citeureup Kabupaten DT II Bogor Provinsi Jawa Barat. Bandung: PT Fajar Marga Permai.

Departemen Kehutanan. (2010). Statistik Pembangunan Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung tahun 2010. Departemen Kehutanan, Direktorat Jenderal Rehabilitasi lahan dan Perhutanan social, Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung. <http://www.dephut.go.id/uploads/files/stat_BPDASCTW_2009.pdf> 25/3/2014, pukul 21:05:55.

Departemen permukiman dan prasarana wilayah (2004) Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Kawasan Perkotaan. Pd. T-18-2004-B. <http://www1.pu.go.id/> 25/3/2013, pukul 21:05:35.

Departemen Kehutanan. (2010). Penyusunan Rencana Detail Penanganan Banjir di Wilayah Jobodetabekjur. Departemen Kehutanan, Direktorat Jenderal Rehabilitasi lahan dan Perhutanan sosial, Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung. <<http://bebasbanjir2025.wordpress.com/ciliwung>> 24/3/2013, pukul 23:05:55.

Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi. (1992). Laporan Penyelidikan Geologi Lingkungan untuk menunjang Pembangunan Wisata Agro PT Fajar Marga Permai di Daerah Pasar Maung Kecamatan Citeureup Kabupaten DT II Bogor Provinsi Jawa Barat. Bandung: PT Fajar Marga Permai.

Djamal, I. Z. (1992). *Ekosistem, Komunitas, Lingkungan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Doick, Hutchings. (2013). Air temperature regulation by urban trees and green infrastructure. Forest Research. <http://www.forestry.gov.uk/pdf> 21/11/2013, pukul 19:30:25.

Duany, A. Jeff. S, Mike. L. (2010). *The Smart Growth Manual*. New York: GrawHill.

ElSawah, at.al. (2012). Using system dynamics for environmental modelling: Lessons learn from six case studies. International Congress on Environmental Modelling and Software Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig. <http://www.iemss.org/society/index.php/iemss-2012-proceedings> .12/7/2015, pukul 19:20:08.

Fasade Utama. (2011). Kajian Hidrologi Kota Tangerang Selatan. Tangerang Selatan: BLHD Tangerang Selatan.

Firman, T. (2004). New Town Development in Jakarta Metropolitan Region (JMR): a Perspective of Spatial Segregation. *Habitat International*. Vol 28 p, 349–368. <<http://www.gla.ac.uk/media/> & <https://www.zotero.org/tom>> 19/9/2013, pukul 18:25:10.

Forman and Gordon (1986). *Landscape Ecology*. New York : John Willey & Sons. Inc

Golany, G. (1976). *New Town Planning: Principles And Practice*. New York: John Wiley & Sons.

Gauzin, D. Miller. (2002). *Sustainable architecture & Urbanism*. Boston: Birk Hauser.

Girardet, H., Miguel. M. (2009). *A Renewable World*. London: Green book Ltd .

Gunther, C. (1995). *Real Esatate Fundamentals*. Callary Beach: Bricar Publishing.

Gulo, W. (2003). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Grasindo.

Hammer, S., at al. (2011) Cities and Green Growth: A Conceptual Framework, *OECD Regional Development Working Papers* 2011/08, *OECD Publishing*. <<http://dx.doi.org/10.1787/5kg0tflmzx34-en>> 15/08/2013, pukul 23:05:21.

Haughton, H., Colin.H. (1994). *Sustainable Cities*. London: Jessica Kingsley Publisher Ltd.

Haughton, G. (1997). Developing Sustainable Urban development models. *Elsevier Science Ltd. Printed in Great Britain*. <<http://people.plan.aau.dk/>> 21/7/2010. 18:30:55.

Hald, M. (2009). Sustainable Urban Development and the Chinese Eco-City Concepts, Strategies, Policies and Assessments. *Fridtjof Nansen Institute*. 978-82-7613-559-6-online version. ISSN 1504-9744. <www.fnin.no> 12/12/2012, 19:30:35.

Handmer, J.W., Norton., Dovers. (2001). *Ecologi, Uncertainty, and Policy,managing Ecosystem for Sustainability*. Essex: Pearson Education Limited.

Hidayat, I.W. (2010). *The Ecological Role Of Trees and Their Interactions in Forming The Micro Climate Amenities of Environment*. Jurnal Bumi Lestari volume 19, halaman 182-190. [file:///C:/](file:///C:/http://ojs.unud.ac.id/) & <http://ojs.unud.ac.id/> 11/6/2016, pukul 22:15:25

Huang Luxin, Du Shu. (2010). The Integrated Urban Ecosystem and Urban Sustainability. 46th ISOCARP Congress 2010, Nairobi Kenya. <www.isocarp.net/Data/case_studies> 10/10/2013. Pukul 21:15:55.

Independent Commision on Population and Quality of Life. (1996). *Kepedulian Masa Depan*. Terjemahan: Mohamad Soerjani. Jakarta: Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan.

Indrajaya, Y., Handayani. W. (2008). Potensi Hutan Pinus merkusii Jungh. et de Vriese Sebagai Pengendali Tanah Longsor di Jawa (Potency of Merkus Pine (Pinus merkusii Jungh. et de Vriese) Forest as Landslide Control in Java). Info Hutan Vol. V No. 3 : 231-240, 2008. http://forda-mof.org/files/4_yonky_klm.pdf. 21/2/2013, pukul 17:50:15.

Indikator Kesejahteraan Rakyat Kota Tangerang Selatan Tahun 2015. Badan Pusat Statistik Kota Tangerang Selatan. <http://tangselkota.bps.go.id>. 12/12/2016, pukul 19:35:30.

Jayadinata, T. J. (1999). *Tata Guna Tanah Dalam Perencanaan Pedesaan Perkotaan, dan Wilayah*. Bandung: ITB.

Jabareen, Y.R. (2006). Sustainable Urban Forms : Their Typologies, Models, and Concept. <<http://jpe.sagepub.com>> 11/12/2012, pukul 20:15:10.

Jim, Chen. (2002). Comprehensive Greenspace Planning Based on landscape Ecology Principles in Compact Nanjing City, China. <http://carmelacanzonieri.com/>. 2/20/2012, pukul 12:15.

Peng Kang, Linyu Xu. (2010). The urban ecological regulation based on ecological carrying capacity. *Procedia, Environment Sciences*. <www.sciencedirect.com> 12/10/2013, pukul 19:45:55.

Kozlowski, J. (1997). *Pendekatan Ambang Batas dalam Perencanaan Kota dan Lingkungan, Teori dan Praktek*, Terjemahan: Bambang Purbowaseso. Jakarta: UI-PRESS.

Kondrad, P. C., Booth. B.D. (2005). Hydrologic Changes in Urban Streams and Their Ecological Significance. *American Fisheries Society Symposium* 47:157–177, the American Fisheries Society. <www.fishsciences.net/> 12/11/2012, pukul 19:35:14.

Kabupaten Bogor dalam angka tahun 2013. Badan Statistik Kabupaten Bogor. <http://bogorkab.bps.go.id>. 12/3/ 2016, pukul 21: 30:15.

Kabupaten Bogor. (2008) Peraturan daerah kabupaten bogor. No19 tahun 2008 tentang rencana tata ruang wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005-2025.

<http://werdhapura.penataanruang.net/kabupaten.15/2/2014>, pukul 20:12:15.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2009). Undang-undang tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Nomor 32 tahun 2009. www.setneg.go.id/ 27/3/2013, pukul 22:05:55.

Kementerian Pekerjaan Umum (2007). Undang-Undang Penataan Ruang No: 26 Th 2007 <www.penataanruang.net> 24/11/2014, pukul 22:05:50.

Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). Peraturan Pemerintah No: 38/2011. Tentang Sungai. <<http://sda.pu.go.id>> 25/3/2014, pukul 22:05:55.

Kecamatan Cikarang Utara Dalam Angka Tahun 2015. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi. <http://bekasikab.bps.go.id/index.php/publikasi> 12/2/ 2016, pukul 22:10:15

Kota Tangerang Selatan. (2011). peraturan daerah kota tangerang selatan, No15 tahun 2011.tentang rencana tata ruang wilayah Kota Tangerang Selatan tahun 2011 – 2031. http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/files/kota_tangerang%20selatan

Kota Tangerang Selatan dalam angka Tahun 2013. Badan Pusat Statistik Kota Tangerang Selatan 2013. <http://bappeda.bantenprov.go.id>

Kabupaten Bekasi. (2011). peraturan daerah kota tangerang selatan, No12 tahun 2011.tentang rencana tata ruang wilayah Kabupaten Bekasi tahun 2011 – 2031 <http://werdhapura.penataanruang.net/kabupaten>. 12/8/2013, pukul 21:30:25

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No :05/PRT/m/2008. (2008). Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan. <http://www.bkprn.org/> 25/3/2014, pukul 20:09:55.

Lee Chang Moo, Ahn Kun-Hyuck. (2005). Five new towns in the Seoul metropolitan area and their attractions in non-working trips: Implications on self-containment of new towns. <www.elsevier.com/locate/ & <http://www.arch.columbia.edu>> 7/09/2013, pukul 21:10:25.

Leitao, A.B., Jack.A, (2002). Applyng Landscape Ecological Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape And Urban Planning. <https://www.researchgate.net/publication/>. 6/08/2013, pukul 20:11:10.

Lowry, J.H. Jr. (2010). Spatial Analysis of Urbanization in the Salt Lake Valley: An Urban Ecosystem Perspective. *Utah State University*. <<http://digitalcommons.usu.edu/>>. 7/9/2012, pukul 20:15:25.

Losco. et al. (2012). River-Based Ecosystem Services In The City: An Economic Point Of View. *HENVI Workshop 2012*; Ecosystem services in urban areas <www.helsinki.fi/henvi/.../03_HENVI_Workshop> 2/7/2014, pukul 19:30:15.

Maria, A. (1997). Introduction To Modeling And Simulation. Proceeding of the 1997 Winter Simulation Conference, (ed). Androdottir, Healy, Whitres, & Nelson. <http://www.inf.utfsm.cl/> 5/6/2012, pukul 8:30:05.

MacAdam. (2012). Green Infrastructure for Southwestern Neighborhoods. Version 1.2 *Watershed Management Group*. <<https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/>> 17/09/2013, pukul 15:25:05.

Mafuta, C., Formo, R. K., Nellemann, C., and Li, F. (ed). 2011. *Green Hills, Blue Cities: An Ecosystems Approach to Water Resources Management for African Cities*. A Rapid Response Assessme. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. <http://www.preventionweb.net/>

Marzukhi, M.A., Dasimah. O., Oliver Ling Hoon Leh., Muhammad. S.H. (2011). Malaysian Urban Indicators Network A Sustainable. *European Journal of Social Sciences – Volume 25, Number 1*. <<http://www.eurojournals.com>> 18/07/2013, pukul 8:55:17.

Marten, G.G. (2001). *Human Ecology*. London: Earthscan Publication.

Miller, Jr. G.T. (2006). *Environmental Science*. Eleventh Edition. Belmont: Thomson.

Munishi, P.K.T., Mhagama, M. Muheto., R. Andrew, S.M. (2008). The role urban forestry for mitigation climate changes in Tanzania. *Tanzania Journal of Forestry and Nature Conservation*, Volume 77. <<http://www.ajol.info/index.>> 16/08/2013, pukul 7:15:35.

Millar, P. ed. (2010). The Need to Reduce Impervious Cover to Prevent Flooding and Protect Water Quality. State of Rhode Island, Department of Environmental Management, 2008, <http://www.dem.ri.gov/programs/bpoladm/>

National Tropical Botanical Garden. <http://www.ntbg.org/plants/plant>. 28/5/2014, pukul 20:25:35.

Naryanto. (2008). Potensi Air Tanah di Daerah Cikarang dan Sekitarnya, Kabupaten Bekasi Berdasarkan Analisis Pengukuran Geolistrik. *JAI Vol.4, No.1 2008*. <http://digilib.bppt.go.id>.

Newman, P., Isabella. J. (2008). *Cities as Sustainable Ecosystems, Principle and Practice*. Washington DC: Island Press.

Odum, E. P. (1983). *Basic Ecology*. New York: CBS College Publishing.

Pisani, L.R. (1989). *Investing in Land How to be a Successful Developer*. New York: John Wiley & Sons.

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup-ITB. (2000). Analisis Dampak Lingkungan Pembangunan Perumahan Bukit Sentul. Bandung: PT Bukit Sentul Tbk.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, No : 41 /PRT/M/2007.(2007). Pedoman Kawasan Budi Daya. <www.penataanruang.com> 20/3/2014, pukul 20:05:50

Pergub DKI no122 /2005. (2005). Pengelolaan limbah domestik di provinsi DKI Jakarta.. <http://bplhd.jakarta.go.id/peraturan/pergub/pergu.25/6/2015>, pukul 19:21:33.

PT Jababeka Tbk . (2013). *Laporan Tahunan 2013*..< www.jababeka.com> 21/4/2013, pukul 22:05:35.

PT Bumi Serpong Damai Tbk .(2013) *Laporan Tahunan.2013*. <www.bsdcity.com> 25/7/2014, pukul 22:05:45.

DHV Environment and Transportation .(2005) *Sustainable safe road design A practical manual*. < <http://www.mnt>>. 28/4/2014, pukul 22:10:35.

PT Sentul City Tbk .(2012). *Laporan Tahunan 2012*.<www.sentulcity.co.id> 25/3/2014, pukul 22:05:55.

PT Sentul City Tbk .(2013). *Laporan Tahunan 2013*. <www.sentulcity.co.id> 25/3/2014, pukul 22:35:10

Pokja AMPL Kota Tangerang Selatan Buku. 2011 Putih Sanitasi Kota Tangerang Selatan. Pemerintah Kota Tangerang Selatan. <http://ppsp.nawasis.info/> 25/3/2014, pukul 22:05:55.

Profil Kecamatan Babakanmadang. Kecamatan Babakan Mandang. <http://kecamatanbabakanmadang.bogorkab.go> 14/2/ 2016, pukul 23:15:21

Purnomo, H. (2012). *Permodelan dan Simulasi untuk Pengelolaan Adaktif Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Bogor: IPB Press.

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup-ITB. (2000). Analisis Dampak Lingkungan Pembangunan Perumahan Bukit Sentul. PT Bukit Sentul Tbk.

Rasoolimanesh, S.M., Nurwati. B., Mastura. J. (2011). Achievement to Sustainable Urban Development. *Journal of Sustainable Development*. <www.ccsenet.org/jsd> 12/11/2012, pukul 19:10:15

Rao, R. (1997). An Approach to Open Space Planning Based on the Principles of Landscape Ecology: An Application to Greater Roanoke Area. *Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Landscape Architecture*. <https://theses.lib.vt.edu/> . 14/11/2013, pukul 21:05:55.

Ratcliffe, J., Michael. S., and Miles K. (2009). *Urban Planning and Real Estate Development*, Third Edition. London: Roudledge Taylor & Francis Group.

Roberts, P., Ravetz. J., George. C. (2009). *Environment and the City*. NewYork: Routledge.

Rodriguez. (2007). Hydrogeologi Of Ponds, Pools, and Playa-Lakes Of Southern Spain . *Wetlands*, Vol. 27, No. 4, December 2007, pp. 819–830.

Rogers, R.P., Jalal. F.K., Boyd. A. J. (2008). *An introduction to sustainable development*. London: Earthscan.

Robinette, Ed (1977). *Landscape Planning for Energy Conservation*. Reston, Virginia: Environmental Design Press.

Rode, P., and Burdett. (2011) *Cities: investing in energy and resource efficiency. Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication. United Nations Environment Programme*, pp. 453-492. ISBN 9789280731439.<<http://www.unep.org/greeneconomy/greeneconomyreport> 17/2/2014, pukul 20:15:10.

Rossi, Gastaldi, Gecchele (2012). Comparison of fuzzy-based and AHP methods in sustainability evaluation: a case of traffic pollution-reducing policies. SpringerLink.com. <http://download.springer.com/static/pdf/461/>

Salim, E. (1986). *Pembangunan berwawasan lingkungan*. Jakarta: LP3ES.

Sarukhan, J., Whyte. A, ed. (2005). *Ecosystems And Human Well-Being*. Washington DC: World Resources Institute.

Salman, A., Salman. Q. (2009). Indicator Sustainable urban Development. Celebrating Geographical Diversity: *Herodot Conference, 28-31a May 2009: Ayvalik, Balikesir. Turkey*.<[://www.herodot.net/conferences/Ayvalik](http://www.herodot.net/conferences/Ayvalik)> 18/3/2013. 21:15:05.

Schoon, N. (2001).*The Chosen City*. New York: Spoon Press.

Schroder, B. (2006). Pattern, process, and function in landscape ecology and catchment hydrology – how can quantitative landscape ecology support

predictions in ungauged basins?. Hydrology and Earth System Sciences. Copernicus GmbH on behalf of the European Geosciences Union. <https://hal.archives-ouverte>. 25/9/2013, pukul 17:30:50.

Simmonds, O.J., Starke. (2006). *Landscape Architecture, A manual of Environmental Planning and Design*, Fourth Edition. New York: McGraw-Hill.

Singapore Botanical Garden.(2014)., <https://www.sbg.org.sg> 22/6/2014, pukul 20:05:35.

Srinivas, H. (2003). The Ecosystems Approach to Urban Environmental Management, Operationalizing the Cities as Sustainable Ecosystems (CASE) Initiative. <http://www.unep.or.jp/ietc/Focus/eco.pdf>. Jam 13.45, 2/2/2015, pukul 16:30:20.

Soesilo, B., Karunisa.(2014). *Permodelan System Dynamics Untuk Berbagai Bidang Ilmu Pengatahuan Kebijakan Pemerintah dan Bisnis*. Jakarta: Lemabaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Soeryani, M., Rofiq. A., Rozy. M. (1987). *Lingkungan: Sumber Daya Alam dan Kependudukan dalam Pembangunan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Perss).

Soegandhy, A. (1999). *Penataan Ruang dalam Lingkungan Hidup*. Jakarta: Gramedia.

Soeriaatmadja, R.E. (1989). *Ilmu Lingkungan*, edisi keempat. Bandung: ITB.

Statistik Daerah Kabupaten Bekasi Tahun 2015. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi. <http://bekasikab.bps.go.id/index.php/publikasi>. 12 Febuari 2016, pukul 21: 50:30.

Statistik Daerah Cikarang Selatan Tahun 2015. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi. <http://bekasikab.bps.go.id/index.php/publikasi> 14 Febuari 2016, pukul 19:05:15.

Statistik Daerah Cikarang Timur Tahun 2015. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi. <http://bekasikab.bps.go.id/index.php/publikasi> 14 Febuari 2016, pukul 19:30:15.

Suzuki, H., A. Dastur., S., Moffatt., N. Yabuki. (2009). *Eco² Cities-Ecological Cities as Economic Cities*. Washington DC: The Intenational Bank for Reconstruction and Development/The World Bank .

Sustainable safe road desing A Practical Manual. (2005). DHV Environmental And Transportation. <http://www.mnt> . 28/4/12, pukul 22:10:35.

Thawaites, K.P., Sergio.R, Ombreta, Mark. edit. (2007). *Urban Sustainability, through Environmental design*. New York: Routledge. .

Thorgeirsdottir, B.H. (2010). New Town Development A New Approach in Planning for New Towns A case study of urban growth of Almere The Netherlands. *Wageningen University*, <http://edepot.wur.nl/>. 11/12/2012, pukul 21:25:05

Todes, A., Karam.A., Klug.N., Malaza.N., 2010. Beyond master planning? New approaches to spatial planning in Ekurhuleni, South Africa. *Habitat International.journal*. *Habitat International* 34 (2010) 414-420. www.elsevier.com/locate/habitat . 14/9/2014, pukul 17:45:25.

United State Environmental Protection Agency (2003). Managing Urban Runoff.. http://water.epa.gov/polwaste/nps/urban_facts.cfm. 25/6/2015, pukul 22:30:05.

United Nations publication. (2007). Sustainable Infrastructure in Asia. Overview and Proceedings. ISBN: 978-92-1-120507-7. <www.unescap.org/esd>25/7/2014, pukul 22:05:55.

Wania, Bruse, Blond, Weber. (2012). Analysing the influence of different street vegetation on traffic-induced particle dispersion using microscale simulations. *journal of Environmental Management* 9. Elsevier. <www.elsevier.com/locate/jenvman> 11/12/2014, pukul 22:10:15.

Ward, Malard, Tockner, 2002, Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors, *Landscape Ecology* 17 (Suppl. 1): 35–45, 2002. © 2002 *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands*. <http://www.carmelacanzonieri.com/> . 28/8/2015, pukul 21:15:20

Xuewen Tan. (2010). New Town Policy & Development in China. *The Chinese Economy*, vol. 43, no. 3, May–June 2010, pp. 47–58. <<http://rdi.cass.cn/uploadfile/2010115165300>> 28/8/2013, pukul 17:15:22.

Zabel. (2007). Street Trees: A New Hampshire Primer. *Benefits and Implementation Considerations*. Rockefeller Center at Dartmouth College *Policy Research Shop A Center for Public Policy and the Social Sciences*.<<http://policyresearch.dartmouth.edu>> 14/09/2013, pukul 21:15:05.

Zali, N., Soltani.A. (2012). An Investigation of New Towns Effects in Environmental Order (Case Study: East Azerbaijan Province of Iran). *IJNES International Journal of Natural and Engineering Sciences* 6 (3) : 37-41, 2012.ISSN: 1307-1149, E-ISSN: 2146-0086. <http://isicenter.org/>. 22/4/2013, pukul 22:13:30.

Zipperer, Wu, Pouyat dan Pickett.(2000). The Appication Of Ecological principles to To Urban and urbanizing landscapes. <http://leml.asu.edu/jingle/> 25/6/2013, pukul 21:10:20.

LAMPIRAN 1

PENGHITUNGAN LIMPASAN AIR PERMUKAAN

Sentul City 1998

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang
1	2	3	4 = 2 X 3
1 Hutan Lindung	70	726.28	50,840
2 Kebun campuran	80	3725	298,000
3 Semak balukar	78	842.5	65,715
4 Lahan Terbangun	90	169	15,210
5 Sawah	78	42.34	3,303
6 Lahan Terbuka	86	49.3	4,240
7 Lhn Pert lhn kerng	81	51.38	132
8 Badan Air	1	36.2	37
Total		5642	437,477
	Cn Rerata	77.53925913	
Q =	$\frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$	dimana :	
		Q = limpasan permukaan (mm)	
		P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 333.50 mm,	
		terjadi pada tahun 1998	
		S = perbedaan antara curah hujan dan <i>runn off</i>	
Q	$\frac{25400}{CN}$	-254	
	$\frac{25400}{78}$	-254	
S			
Q	P (1)	2	S (3)
	333.5	0.2	72
	333.5	0.8	72
Q	$\frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$	$\frac{101,825}{391.1}$	$\frac{4 = 2 \times 3}{(P - 0.2 S)^2}$
		260	
Limpasan air (Q)=	Q X 0.001 X A =	260	0.001 56,420,000 14,669,200 m³

Sentul City 2000

Tata Guna Lahan		Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang
1	2	3	4 = 2 X 3	
1 Hutan Lindung	70	451	31,570	
2 Kebun campuran	80	2520	201,600	
3 Semak balukar	78	2303	179,634	
4 Lahan Terbangun	90	212.53	19,128	
5 Sawah	78	40	3,120	
6 Lahan Terbuka	86	76.3	6,562	
7 Lhn Pert lhn kerng	81	6.57	88	
8 Badan Air	1	32.6	34	
Total		5642	441,735	
	Cn Rerata	78.29398618		
Q =	$\frac{(P-0.2 S)^2}{(P+0.8 S)}$		dimana :	
	25400		Q = limpasan permukaan (mm)	
			P = curah hujan Rerata bulana (mm) = 216.25 mm,	
			terjadi pada tahun 1998	
			S = perbedaan antara curah hujan <i>darunn off</i>	
S	$\frac{CN}{25400}$	-254	71.64102564	
	78			
Q	P (1)	2	S (3)	4=2X3
	216.25	0.2	71.6	14.32
				(P- 0,2 S) ²
	216.25	0.8	71.6	57.28
				(P+0,8 S)
Q	$\frac{(P-0.2 S)^2}{(P+0.8 S)}$	$\frac{40,776}{273.53}$	149	
Limpasan air (Q)	Q X 0.001 X A =	149	0.001	56,420,000 8,406,580 m³

Sentul City 2005

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang
1	2	3	4=2X3
1 Hutan Lindung	70	293.18	20,523
2 Kebun campuran	80	3750.12	300,010
3 Semak balukar	78	1007.03	78,548
4 Lahan Terbangun	90	479.34	43,141
5 Sawah	78	27	2,106
6 Lahan Terbuka	86	44.77	3,850
7 Lhn Pert lhn kereng	81	8.46	685
8 Badan Air	1	32.1	32
Total		5,642	448,895
	Cn	79.56304856	
Q =	$\frac{(P-0,2 S)^2}{(P+0,8 S)}$	dimana :	
		Q = limpasan permukaan (mm)	
		P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 465.83 mm,	
		terjadi pada tahun 2005	
		S = perbedaan antara curah hujan dan <i>runn off</i>	
S	$\frac{25400 - CN}{80}$	63.5	
	-254		
Q	$\frac{(P-0,2 S)^2}{(P+0,8 S)}$		
	2	S (3)	4=2X3
	0.2	64	12.8
			(P- 0,2 S) ²
			205,390
			(P+0,8 S)
	0.8	64	51.2
			517.2
Q	$\frac{(P-0,2 S)^2}{(P+0,8 S)}$	397	
	$\frac{205,390}{517.2}$		
Limpasan air (Q)=	Q X 0.001 X A =	397	0.001 56,420,000 22,398,740 m³

Sentul City 2009

Tata guna lahan	Cn	Luas TGL	Cn tertimbang	
1	2	3	4=2X3	
1 Hutan Lindung	70	286.32	20,042	
2 Kebun campuran	80	3437.2	274,976	
3 Semak balukar	78	1155.58	90,135	
4 Lahan Terbangun	90	670.8	60,372	
5 Sawah	78	20	1,560	
6 Lahan Terbuka	86	40.6	3,492	
7 Lhn Pert lhn kerng	81	6	486	
8 Badan Air	1	25.5	26	
Total		5642	451,089	
		79.9519213		
Q =	$\frac{(P-0,2 S)^2}{(P+0,8 S)}$		dimana :	
	25400	-254	Q = limpasan permukaan (mm)	
	CN		P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 239 mm,	
			terjadi pada tahun 2009	
S			S = perbedaan antara curah hujan dan <i>runn off</i>	
	25400			
S	80	-254	63.5	
	P (I)	-2	S (3)	4= 2X3
	239	0.2	63.5	12.7
Q				(P- 0,2 S) ²
	1	2	3	4=2X3
	239	0.8	63.5	50.8
				5=1+4
				289.8
Q =	$\frac{(P-0,2 S)^2}{(P+0,8 S)}$	$\frac{51,212}{289.8}$	177	
Limpasan air (Q) =	177	0.001	56,420,000	9,986,340 m ³

Sentul 2012

Tata guna lahan	Cn	Luas	Cn rerata
1	2	3	4
Tata guna lahan			
1 Hutan Lindung	70	264.24	18,497
2 Kebun campuran	80	2800.25	224,020
3 Semak balukar	78	1624.56	126,716
4 Lahan Terbangun	89	907.49	80,767
5 Sawah	78	8.73	681
6 Lahan Terbuka	86	11.79	1,014
7 Lhn Pert lhn kerng	81	4.68	379
8 Badan Air	1	20.26	20
Total		5642	452,093

Cn rerata 80.12997341

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

25400

-254

CN

25400

-254

80

P (1)

2

S (3)

$(P - 0.2 S)^2$

Q

203.25

0.2

64

12.8

36,271

$(P + 0.8 S)$

203.25

0.8

64

51.2

254.45

Q

$$\frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

36,271

143

254.45

Limpasan air (Q) = **Q X 0.001 X A =** 143 0.001 56,420,000 **8,068,060 m³**

dimana :

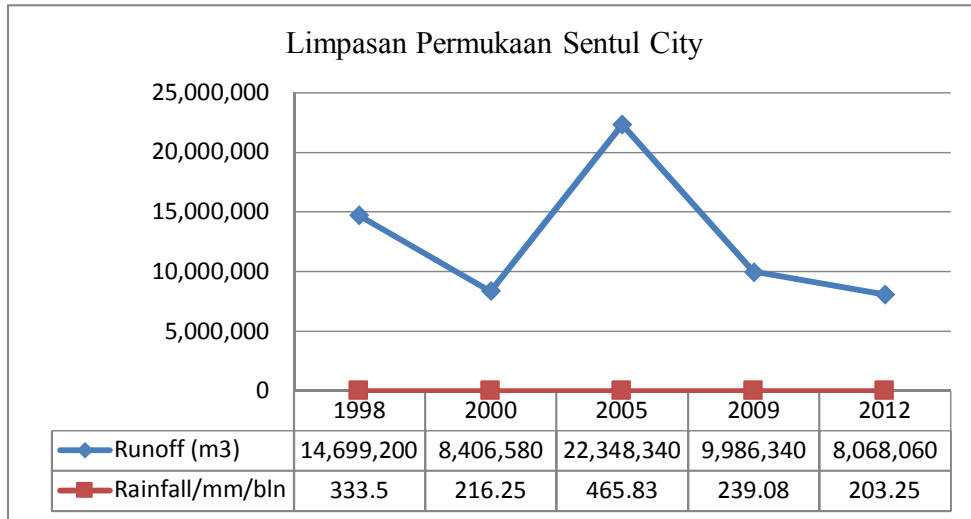
Q = limpasan permukaan (mm)

P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 203.25 mm, terjadi pada tahun 2012

S = perbedaan antara curah hujan dan *runn off*

63.5

Tahun	Rainfall/mm/bln	Runoff (m ³)
1998	333.5	14,699,200
2000	216.25	8,406,580
2005	465.83	22,348,340
2009	239.08	9,986,340
2012	203.25	8,068,060



LAMPIRAN 2

PENGHITUNGAN LIMPASAN AIR PERMUKAAN KAWASAN BSD City BSD City 1998

Tata Guna Lahan 1	Cn 2	Luas TGL 3	Cn Tertimban 4 = 2 X 3	
1 Hutan Lindung				
2 Kebun campuran	80	5,134	410,695.20	
3 Semak balukar	78	258	20,133.36	
4 Lahan Terbangur	92	197	18,091.80	
5 Sawah	78	409	31,884.84	
6 Lahan Terbuka	86	197	16,981.56	
7 Lhn Pert lhn kerng	81	565	45,752.04	
8 Badan Air	1	191	190.62	
Total		6,950	543,729.42	Cn Rerata 78.232648

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

P = curah hujan rerata bulanan (mm) = **217.67** mm,
pada tahu 1998

S = perbedaan antara curah hujan dan limpasan

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{78} - 254 = \mathbf{71.64102564}$$

Q	P (1)	2	S (3)	4 = 2 X 3	(P-0.2S) ²
	217.67	0.2	72	14.4	41,319
					(P+0.8S)

Q2	217.67	0.8	72	57.6	275.27
----	---------------	-----	----	------	--------

Q _{q1}		41,319		150	mm
Q _{q2}		275.27			

Limpasan air (Q)	(Q X 0.001) X A) =	150	0.001	69,500,000	10,432,118 m³
-------------------------	---------------------------	-----	-------	------------	---------------------------------

BSD City 2000

Tata Guna Lahan 1	Cn 2	Luas TGL 3	Cn Tertimban 4 = 2 X 3		
1 Hutan Lindung					
2 Kebun campuran	80	4,866	389,268.00		
3 Semak balukar	78	566	44,185.44		
4 Lahan Terbangun	92	629	57,852.36		
5 Sawah	78	157	12,207.78		
6 Lahan Terbuka	86	162	13,924.26		
7 Lhn Pert lhn kerng	81	362	29,291.22		
8 Badan Air	1	209	208.80		
Total		6,950	546,937.86	Cn Rerata	78.696095

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

P = curah hujan rerata (mm) = 177 mm, pada tahun 2000.

S = perbedaan antara curah hujan dan limpasan

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{79} - 254 = 67.51898734$$

Q	P	S			
Q1	1	2	3	4 = 2 X 3	5 = (1-4)2
	177	0.2	68	13.6	26,700
	1	2	3	4 = 2 X 3	5 = 1 + 4
	177	0.8	68	54.4	231.4
Q q1		26,700			
Q q2		231.4	115		

limpasan air (Q) =	(Q X 0.001) X A =	115	0.001	69,500,000	7,992,500 m ³
--------------------	-------------------	-----	-------	------------	--------------------------

BSD City 2005

sumber: Landsat

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimban
1	2	3	4 = 2 X 3
1 Hutan Lindung			0.00
2 Kebun campuran	80	4,490	359,200.00
3 Semak balukar	78	337	26,286.00
4 Lahan Terbangun	92	1,382	127,144.00
5 Sawah	78	124	9,672.00
6 Lahan Terbuka	86	224	21,930.00
7 Lhn Pert lhn kerng	81	255	11,178.00
8 Badan Air	1	138	555,410.00
Total		6,950	Cn Rerata 79.915108

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

P = curah hujan rerata (mm) = 208 mm, pada tahun 2005

S = perbedaan antara curah hujan dan limpasan

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{80} - 254 = 63.5$$

Q	P (1)	2	S (3)	4 = 2 X 3	(P-0.2S) ²
	208	0.2	63.5	12.7	38,142

	1	2	3	4 = 2 X 3	(P+0.8S)
Q2	208	0.8	63.5	50.8	258.8

Q _{q1}	38,142	147
Q _{q2}	258.8	

Limpasan air (Q) =	(Q X 0.001) X A =	147	0.001	69,500,000	10,242,949 m ³
--------------------	-------------------	-----	-------	------------	---------------------------

BSD 2009

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimban
1	2	3	4 = 2 X 3
1 Hutan Lindung			
2 Kebun campuran	80	3567.18	285,374.40
3 Semak balukar	78	533.5	41,613.00
4 Lahan Terbangun	92	1,858	170,936.00
5 Sawah	78	98.32	7,668.96
6 Lahan Terbuka	86	397	34,142.00
7 Lhn Pert lhn kerng	81	363	29,403.00
8 Badan Air	1	133	133.00
Total		6950	569,270.36
Q =	(P- 0,2 S)²	dimana :	Cn Rerata 81.909404
S=	(P+0,8 S)	Q = limpasan permukaan (mm)	
	25400	P = curah hujan rerata (mm) = 132 mm, pada tahun 2009	
	CN	S = perbedaan antara curah hujan dan limpasan	
S =	25400		
	82	55.75609756	
Q	P (1)	S	4 = 2 X 3 (P-0.2S)²
	132	0.2	11.2 14,593
			(P+0.8S)2
Q2	132	0.8	44.8 176.8
Q q1	14,593	83	
Q q2	176.8		
Limpasan air (Q)=	(Q X 0.001) X A) =	83	0.001 69,500,000 5,736,360 m³

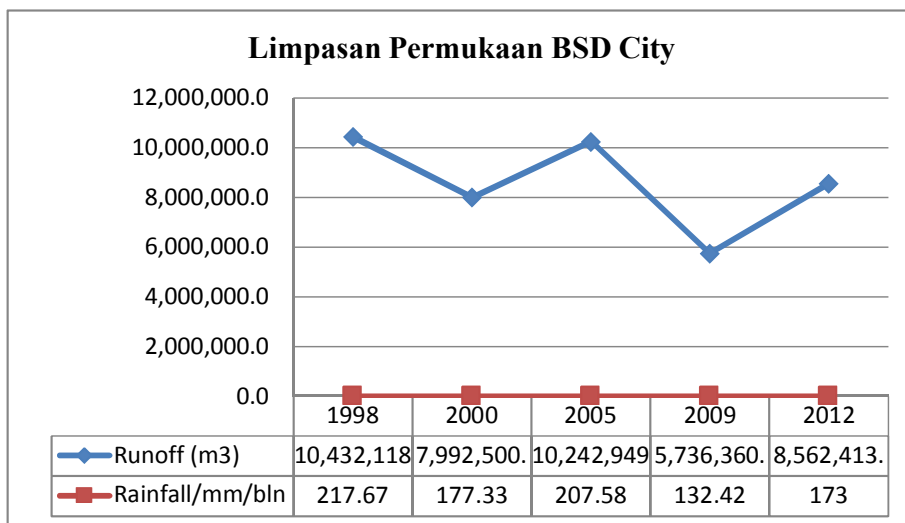
BSD 2012

sumber: Landsat

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimban			
1	2	3	4 = 2 X 3			
1 Hutan Lindung						
2 Kebun campuran	80	3,184	254,720.00			
3 Semak balukar	78	432	33,696.00			
4 Lahan Terbangun	92	2,668	245,456.00			
5 Sawah	78	20	1,563.90			
6 Lahan Terbuka	86	414	35,575.62			
7 Lhn Pert lhn kerng	81	110	8,885.70			
8 Badan Air	1	123	122.85			
Total		6,950	580,020	Cn Rerata	83.452883	
Q =	$\frac{(P-0.2 S)^2}{(P+0.8 S)}$	dimana :				
S=	$\frac{25400}{CN}$	-254	Q = limpasan permukaan (mm)			
	CN		P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 173 mm, pada tahun 2012			
S =	$\frac{25400}{83}$	-254	S = perbedaan antara curah hujan dan limpasan			
			52.02409639			
Q	P (1)	2	S (3)	4 = 2 X 3	$(P-0.2S)^2$	
Q1	1	2	3		5 = (1-4)2	
	173	0.2	52	10.4	26,439	
	1	2	3	4 = 2 X 3	5 = 1 + 4	
Q2	173	0.8	52	41.6	214.6	
Q q1		26,439		123	mm	
Q q2		214.6				
Limpasan air (Q)	(Q X 0.001) X A) =		123	0.001	69,500,000	8,562,413 m³

Tren Limpasan Air Permukaan BSD City

Tahun	Runoff (m ³)	ainfall/mm/bln
1998	10,432,118.0	217.67
2000	7,992,500.0	177.33
2005	10,242,949.0	207.58
2009	5,736,360.0	132.42
2012	8,562,413.0	173



LAMPIRAN 3

PENGHITUNGAN LIMPASAN AIR PERMUKAAN KAWASAN KOTA JABABEKA

Kota Jababeka 1998

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang			
1	2	3	4 = 2 X 3			
1 Hutan Lindung						
2 Kebun campuran	80	336.6	26,928.00			
3 Semak balukar	78	439.92	34,313.76			
4 Lahan Terbangun	96	1,473	141,454.08			
5 Sawah	78	2547.18	198,680.04			
6 Lahan Terbuka	86	3107.61	267,254.46			
7 Lhn Pert lhn kerng	81	367.38	29,757.78			
8 Badan Air	1	23.94	23.94			
Total		8,296	698,412.06	Cn Rerata	84.185487	
Q =	(P- 0,2 S) ²	dimana :				
	(P+0,8 S)	Q = limpasan permukaan (mm)				
S =	25400	-254	P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 202.92 mm, tahun 1998			
	CN	S = perbedaan antara curah hujan dan limpasan				
S =	25400	-254	48			
	84					
Q	P	S	4 = 2 X 3	(P-0.2S) ²		
	202.92	0.2	48	9.6	37,373	
					(p+0.8S)	
	202.92	0.8	48	38.4	241.32	
Q	q1	37,373	1	mm		
	q2	241.32				
Limpasan air (Q) =		(Q X 0.001 X A) =		1	0.001	82,960,000 m ³

Kota Jababeka 2000

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang		
1	2	3	4 = 2 X 3		
1 Hutan Lindung					
2 Kebun campuran	80	2025.09	162,007.20		
3 Semak balukar	78	277.65	21,656.70		
4 Lahan Terbangun	96	1787.94	171,642.24		
5 Sawah	78	275.4	21,481.20		
6 Lahan Terbuka	86	1701.99	146,371.14		
7 Lhn Pert lhn kerng	81	2207.16	178,779.96		
8 Badan Air	1	20.88	20.88		
Total		8,296	701,959.32	Cn Rerata	84.613068

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 140 mm, pada tahun 2000

S = perbedaan antara curah hujan dan runn off

$$S = \frac{25400}{85} - 254 = 44.82352941$$

	P (1)	2	S (3)	4 = 2 X 3	(P-0.2S) ²
Q1	140	0.2	45	9	16,215
Q2	140	0.8	45	36	176

$$Q = \frac{q1}{q2} = \frac{0}{0} \quad \#DIV/0!$$

$$\text{Limpasan air (Q)} = (Q \times 0.001 \times A) = \#DIV/0! \quad 0.001 \quad 82,960,000 \quad \text{m}^3$$

Kota Jababeka 2005

sumber: Landsat

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang		
1	2				
1 Hutan Lindung					
2 Kebun campuran	80	2474.55	197,964.00		
3 Semak balukar	78	542.07	42,281.46		
4 Lahan Terbangun	96	3633.1	348,777.60		
5 Sawah	78	691.2	53,913.60		
6 Lahan Terbuka	79	843.03	66,599.37		
7 Lhn Pert lhn kerng	81	108.36	8,777.16		
8 Badan Air	1	3.69	3.69		
Total		8,296	718,316.88	Cn Rerata	86.585931

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

P = curah hujan rerata (mm) = 124 mm, pada tahun 2005

S = perbedaan antara curah hujan dan runn off

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{87} - 254$$

$$37.95402299$$

Q	P (1)	2	S (3)	4 = 2 X 3	(P-0.2S) ²
	124	0.2	38	7.6	13,549
					(P+0.8S)
	124	<u>0.8</u>	38	30.4	154.4
Q q1		13,549	88		mm
Q q2		154			

$$\text{Limpasan permukaan (Q) (Q X 0.001 X A) = } 88 \times 0.001 \times 82,960,000 \text{ m}^3$$

Kota Jababeka 2009

	Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang	
	1	2	3	4 = 2 X 3	
1	Hutan Lindung				
2	Kebun campuran	80	799	63,920.00	
3	Semak balukar	78	675.2	52,665.60	
4	Lahan Terbangun	96	4707	451,872.00	
5	Sawah	78	1256	97,968.00	
6	Lahan Terbuka	79	757	59,803.00	
7	Lhn Pert lhn kerng	81	98	7,938.00	
8	Badan Air	1	3.8	3.80	
	Total		8,296	734,170.40	Cn Rerata 88.496914

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

P = curah hujan rerata bulanan (mm) = 153 mm, pada tahun 2009

S = perbedaan antara curah hujan dan runn off

$$S = \frac{25400}{88} - 254$$

34.63636364

Q	P (1)	2	S (3)	4 = 2 X 3	$(P - 0.2S)^2$
	153	0.2	35	7	21,316
					$(P + 0.8S)$

Q2	153	0.8	35	28	181
----	-----	-----	----	----	------------

$$Q = \frac{q1}{q2} = \frac{21,316}{181} = 118$$

Limpasan air (Q) =	(Q X 0.001 X A) =	118	0.001	82,960,000	m³
---------------------------	--------------------------	-----	-------	------------	----------------------

Kota Jababeka 2012

sumber: Landsat

Tata Guna Lahan	Cn	Luas TGL	Cn Tertimbang		
1	2	3	4 = 2 X 3		
1 Hutan Lindung					
2 Kebun campuran	80	144.27	11,541.60		
3 Semak belukar	78	735.75	57,388.50		
4 Lahan Terbangun	96	5395.95	518,011.20		
5 Sawah	78	1398.96	109,118.88		
6 Lahan Terbuka	79	532.17	42,041.43		
7 Lhn Pert lhn kerng	81	85.32	6,910.92		
8 Badan Air	1	3.69	3.69		
Total		8,296	745,016	Cn Rerata	89.803079

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

P = curah hujan rerata bulanan (mm) = **113** mm, pada tahun 2012

S = perbedaan antara curah hujan dan runn off

$$\frac{25400}{90} - 254 = 28$$

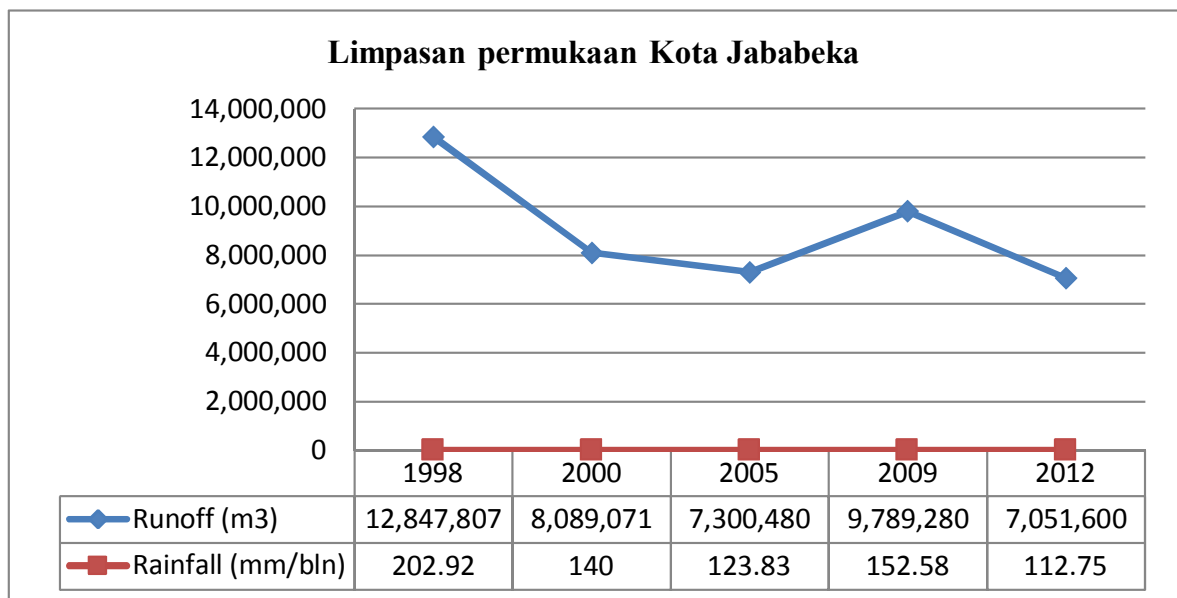
Q	P	S	4 = 2 X 3	(P-0.2S) ²
	113	0.2	5.6	11,535
	113	0.8	22.4	135.4

Q q1	11,535	85
q2	135	

Limpasan air =	(Q X 0.001 X A) =	85	0.001	82,960,000	m³
-----------------------	--------------------------	----	-------	------------	----------------------

Tren Limpasan Aliran Permukaan

Tahun	Runoff (m ³)	ainfall (mm/bln)
1998	12,847,807	202.92
2000	8,089,071	140
2005	7,300,480	123.83
2009	9,789,280	152.58
2012	7,051,600	112.75



Lampiran 4

Tabel Bilangan Kurva (CN) Aliran Permukaan untuk Berbagai Komplek Tanah-Penutup Tanah (Kondisi Kandungan Air tanah Sebelumnya II, dan $I a = 0,2 S$)

Penggunaan Tanah /Perlakuan/kondisi Hidrologi		Kelompok Hidrologi Tanah			
		A	B	C	D
1. Permukiman	% Rata-rata kedap air				
Luas Kapling (m ²)					
500 dan lebih kecil	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84
2.Tempat parkir diaspal, atap, dan Jalan aspal, dll		98	98	98	98
3 Jalan Umum					
a)Beraspal dan saluran pembuangan air		98	98	98	98
b)Kerikil		76	85	89	91
c)Tanah		72	82	87	86
4.Perdagangan dan Pertokoan (85%kedap)		89	92	84	95
5.Daerah Industri (72% kedap)		81	88	91	93
6.Tempat terbuka padang Golf,padang rumput yang dipelihara, kuburan, taman, dll :					
a)Kondisi baik: 75% atau lebih tertutup rumput		39	61	74	80
b)Kondisi sedang: 50%-75% tertutup rumput		49	69	79	84
7.Padang rumput dipotong baik		30	58	71	78
8.Hutan-buruk		45	66	77	83
Hutan Sedang		36	60	73	79
Hutan Baik		25	55	70	77

Sumber :Arsyad (2010)

Equation Kota Jababeka *System Dynamic*

```

init    Lahan_terbangun = 14734800

flow    Lahan_terbangun = +dt*Tutupan_lahan

init    persediaan_lahan = 68230000

flow    persediaan_lahan = -dt*pengembangan_lahan

aux     pengembangan_lahan =
persediaan_lahan*pertumbuhan_pengembangan_lahan*rasio_pengemb
_lahan

aux     Tutupan_lahan = pengembangan_lahan*1

aux     Aliran_Permukaan_ = Permukaan_Kedap*Curah_Hujan

aux     Aliran_Permukaan_2 = jalan_raya*Curah_Hujan

aux     drainase = Pngb_Permhnperdag*Rasio_drainase

aux     Drainase_Kot = Infrastruktur*Rasio_Drainase_Kot

aux     Hutkot = RTH*0.1

aux     Infil_Drain = drainase*Curah_Hujan*0.001

aux     Infil_Drainkot = Drainase_Kot*Curah_Hujan*0.001

aux     Infiltrasi_Hutkot = Hutkot*Curah_Hujan

aux     Infiltrasi_Tamkot = Tamkot*Curah_Hujan

aux     Infrastruktur = Lahan_terbangun*Rasio_Infra

aux     jalan_raya = Infrastruktur*KDB

aux     Limpasan__Permukaan_ =
(Aliran_Permukaan_+Aliran_Permukaan_2)-
(Infil_Drainkot+Infiltrasi_Hutkot+Infiltrasi_Tamkot+Danau)

aux     Permukaan_Kedap = Pngb_Permhnperdag*KDB_

```



```
aux    Pngb_Permhnperdag = Lahan_terbangun*Rasio_  
aux    RTH = persediaan_lahan*Rasio_hijau  
aux    Tamkot = RTH*0.1  
const  CN_Hutkot = 0.50  
const  CN_Tamkot = 0.60  
const  Curah_Hujan = 0.156  
const  Danau = 5000000  
const  KDB = 0.90  
const  KDB_ = 0.90  
const  pertumbuhan_pengembangan_lahan = 0.10  
const  Rasio_ = 0.90  
const  Rasio_drainase = 0.10  
const  Rasio_Drainase_Kot = 0.10  
const  Rasio_hijau = 0.20  
const  Rasio_Infra = 0.10  
const  rasio_pengemb_lahan = 0.80
```

EQUATIONS

init Lahan_terbangun = 850000

flow Lahan_terbangun = +dt*Tutupan_lahan

init persediaan_lahan = 23330000

flow persediaan_lahan = -dt*pengembangan_lahan

doc persediaan_lahan = luas lahan yang tersedia untuk pengembangan kota baru

aux pengembangan_lahan =
persediaan_lahan*pertumbuhan_pengembangan_lahan*rasio_pengemb_lahan

aux Tutupan_lahan = pengembangan_lahan*1

doc Tutupan_lahan = tutupan lahan yang dikembangkan berupa lingkungan alami dan buatan

aux Aliran_Air_Permukaan = Aliran_Permukaan_2+Aliran_Permukaan1_

aux Aliran_Permukaan_2 = permukaan_kedap_*CN2*Curah_Hujan*0.001

doc Aliran_Permukaan_2 = Jumlah Volume curah hujan yang jatuh di permukaan yang kedap air seperti muka jalan

aux Aliran_Permukaan1_ = Permukaan_Kedap*CN_1*Curah_Hujan*0.001

doc Aliran_Permukaan1_ = jumlah volume curah hujan yang jatuh di permukaan kedap air dan menjadi aliran permukaan

aux Infrastruktur = Lahan_terbangun*Rasio_Infra

doc Infrastruktur = Infrastruktur berupa pengolahan limbah padat dan cair, jalan , dan drainase

aux Permukaan_Kedap = Pngb_Permhnperdag*KDB_

doc Permukaan_Kedap = luas dasar bangunan pada suatu klaster atau pusat bisnis dan perdagangan

aux permukaan_kedap_ = Infrastruktur*KDB

doc permukaan_kedap_ = Luas permukaan jalan dan luas lantai dasar bangunan

aux Pngb_Permhnperdag = Lahan_terbangun*Rasio_

doc Pngb_Permhnperdag = Klaster Perumahan, dan perdagangan dengan luas 70
% terhadap luas total lahan terbangun

aux RTH = persediaan_lahan*Rasio_hijau

doc RTH = luas RTH terhadap luas keseluruhan kota baru

const CN_1 = 0.80

const CN2 = 0.90

const Curah_Hujan = 250

const KDB = 0.90

const KDB_ = 0.70

const pertumbuhan_pengembangan_lahan = 0.03

doc pertumbuhan_pengembangan_lahan = pertumbuhan pengembangan dalam
satu tahun

const Rasio_ = 0.70

const Rasio_hijau = 0.20

const Rasio_Infra = 0.30

const rasio_pengemb_lahan = 0.80

Daftar Pertanyaan dan Pengamatan lapangan

Kepada yth Bapak/ibu/ Sdr

Dalam rangka penelitian yang saya lakukan untuk menyelesaikan studi tingkat Doktoral (S3) pada ilmu lingkungan Universitas Indonesia mengenai perumahan yang berkelanjutan dengan judul: ***Model pengembangan kota berkelanjutan dengan pendekatan ekosistem pada pengembangan perumahan di wilayah Bogor, Tangerang Selatan dan Bekasi.***

Bersama ini saya memohon bantuan dari bapak/ibu/sdr/i untuk meluangkan waktu mengisi daftar pertanyaan yang telah saya sediakan. Jawaban bapak/ibu/sdr/i sangat berguna untuk melengkapi data yang akan digunakan pada penelitian ini.

Atas bantuan dan waktu yang bapak/ibu/sdr/I berikan saya mengucapkan banyak terima kasih.

Hormat saya (peneliti)

Parino Rahardjo

A. Pertanyaan untuk responden**a) Sosial**

Mohon dicontreng kolom jawaban pertanyaan (✓)

Penghuni (Profil Responden)

Nama Klaster :

Pekerjaan Responden:

Jumlah anggota keluarga:

1. Sudah berapa lama Bapak/ibu tinggal di perumahan ini:

a) 1 Tahun	a) 2 Tahun	a) 3 Tahun	a) 4 Tahun	a) >5 Tahun
------------	------------	------------	------------	-------------

2. Sebelum tinggal di perumahan ini, dimana anda tinggal:

a) Jakarta	b) Luar Jakarta	c) Lain kota:
------------	-----------------	---------------------

3. Menurut Bapak/ibu/sdr/i bagaimanakah taman yang ada di dalam klaster ini apakah keluasan dan fasilitas yang ada didalamnya memadai, sebagai tempat bermain untuk anak-anak dan olah raga:

a) Sangat memadai	b) Memadai	c) Cukup memadai	d) Kurang memadai	e) Sangat Kurang Memadai
-------------------	------------	------------------	-------------------	--------------------------

4. Apakah Bapak/Ibu pernah berkunjung ke Taman Kota (Taman Utama) yang ada di Perumahan ini:

a) ya	b) Tidak
-------	----------

5. Kegiatan apa saja yang Bapak/ibu lakukan di Taman Kota tersebut:

1. Bermain dengan anak.	1. Berolah Raga.	2. Membaca.	3. Bersantai.	4. Mengobrol dengan sesama penghuni.
-------------------------	------------------	-------------	---------------	--------------------------------------

6. Apakah kebutuhan hidup sehari tersedia di perumahan:

a)tersedia	b) Tersedia	c) Cukup tersedia	d) Tidak tersedia	e) Sangat tersedia
------------	-------------	-------------------	-------------------	--------------------

b) Lingkungan

1. Saat musim penghujan apakah terjadi genangan air di klaster bapak/ibu/sdr/i:

a) Ya	b) Tidak
-------	----------

2. Jika terjadi berapa lama genangan tersebut terjadi:

a) < 1 Jam	b) +/- 1 Jam	c) >1 Jam
------------	--------------	-----------

3. Air bersih yang bapak/ibu/sdr/i gunakan setiap hari bersumber dari:

a) Pompa air yang ada di rumah	b) PDAM
--------------------------------	---------

4. Jika kemarau apakah pompa rumah masih dapat mengeluarkan air dengan baik.

a) ya	b) tidak
-------	----------

5. Jika Kemarau tiba apakah pasokan dari PDAM apakah kualitas air pasokan tersebut buruk.

a) Ya	b) Tidak
-------	----------

B. Daftar Obyek observasi lapangan**a).Kondisi awal**

No	Observasi	Catatatan
1	Sejak tahun berapa perumahan dikembangkan	
2	Apakah di dalam lahan yang dikembangkan terdapat pedesaan.	
3	Bila ada, apakah desa tersebut di bebaskan (masuk dalam kawasan perumahan)	
4	Jika tidak di bebaskan bagaimana akses keluar masuk, desa tersebut	
5	Jika disekitar perumahan sudah ada permukiman yang telah ada lebih awal ada, bagaimana akses permukiman tersebut terhadap perumahan.	
6	Apakah di dalam lahan yang dikembangkan terdapat danau, rawa, empang, kebun, sungai, tegalan, sawah, pedesaan.	

b).Tahap Perencanaan

No	Observasi	Catatan
1	Bagaimana kaitan antara tata ruang wilayah kota inti (kabupaten) dengan Perumahan.	
2	Berapa besar prosentase untuk ruang terbuka hijau yang di rencanakan.	
3	Apakah direncanakan adanya Hutan Kota	
4	Apakah di rencanakan adanya Taman Kota	
5	Apakah setiap Klaster memiliki taman	
6	Di dalam lahan yang dikembangkan adakah pohon (<i>existing plant</i>) di pertahankan seperti semula (keberadaannya tetap seperti semula).	
7	Berapa besar kerapatan vegetasi Dalam pengembangan lahan, pematangan lahan (<i>grading</i>) apakah dilakukan pemerataan lahan, (<i>land Degradation</i>), dengan cara cut & Fill pada lahan yang berkontur, penggurugan rawa, danau, empang.	
8	Bagai mana dengan penanganan sungai yang melintas di dalam lahan, apakah di biarkan secara alami, atau diperbaiki (badan sungai di perkeras, atau lebar sungai di tambah atau di persempit).	

c) Keadaan lingkungan Perumahan

No	Observasi	Catatan
1	Apakah ada danau, <i>ponds, pools</i> .	
2	Jika ada berapa luasnya dan apakah fungsinya	
3	Apakah ada sungai yang mengalir di Perumahan.	

Lampiran 7

4	Bagaimana keadaan sungai tersebut	
5	Adakah Hutan Kota	
6	Kalau ada berapa luasnya dan bagaimana kerapatan vegetasinya	
7	Kalau ada apakah hutan kota dapat di akses oleh warga kota	
8	Adakah Taman Kota	
9	Adakah Taman di dalam klaster	
10	Kalau ada berapa luasnya dan bagaimana fasilitasnya	
11	Bagaimana kondisi jalan Utama (primer), berapa lebarnya, bagaimana badan jalannya	
12	Apakah pada badan jalan di lengkapi dengan drainase, jalur telephone, gas, listrik, internet.	
13	Apakah ada pedestrian, berapa lebarnya	
14	Bagaimana kondisi jalan sekunder, berapa lebarnya, bagaimana badan jalannya	
15	Apakah pada badan jalan dilengkapi dengan drainase, jalur telephone, gas, listrik, dan Telephone, Internet	
16	Bagaimana kondisi jalan tersier (jalan dalam klaster, berapa lebarnya, bagaimana badan jalannya).	
17	Apakah ketiga kelas jalan (Primer, sekunder, tersier) dilengkapi dengan pedestrian, jika ada berapa lebarnya, dan apakah pedestrian pada ketiga kelas jalan ini menerus (terintegrasi)	
18	Bagaimana dengan jalur sepeda apakah di rencanakan secara khusus terpisah dengan jalan kendaraan	
19	Apakah moda transportasi umum di rencanakan secara terintegrasi (Misalnya antara bus dengan Kereta api, angkutan kota, dan angkutan lainnya).	
20	Apakah ada <i>Park & Ride</i> , pada terminal bus & Stasiun Kereta api.	
21	Apakah perumahan mengolah air bersih sendiri untuk kepentingan penghuni perumahan.	
22	Sumber air bersih berasal dari mana?, kalau tidak dari mana sumber air bersih penduduk	
23	Bagaimana pengolahan limbah domestik (Cair & Padat).	