



ISBN : 978-979-3984-30-8



PROGRAM STUDI TEKNIK  
GEODESI • PLANOLOGI • LINGKUNGAN • SIPIL • ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Istitut Teknologi Nasional Malang 2010.

# **PERMUKIMAN (SKALA KOTA) RAMAH LINGKUNGAN**

(Studi kasus Perumahan CitraGrand Cibubur)\*

**Oleh : Parino Rahardjo**

Parinor19@gmail.com

Jurusan Perencanaan Kota dan Real Estat

## Abstaraksi

Pendekatan pembangunan berkelanjutan pada pengembangan perumahan bertujuan untuk mencapai kehidupan yang tumbuh dan berkembang selaras, antara lingkungan yang alami dengan manusia yang hidup di dalamnya, *mencukupi kebutuhan generasi sekarang tanpa berkompromi (mengurangi) kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka*”, sebuah interaksi antara tiga sistem, *sistem biologis dan sumberdaya, Sistem Sosial, dan sistem ekonomi*. Pada prinsipnya pengembangan lahan untuk perumahan akan mengubah karakter lingkungan dengan demikian potensi dan karakter lansekap harus mendapat perhatian utama, dan sangat patut untuk dipertimbangkan, antara lain keadaan topografi, vegetasi, sumber air, danau dan rawa, sungai, daerah resapan air, jalur tegangan tinggi dan pipa gas. Dalam pengembangan lahan untuk permukiman idealnya menciptakan lingkungan buatan yang sehat, aman, selaras dengan alam dan menyenangkan, Tujuan penulisan makalah ini untuk mengetahui pola pengembangan perumahan yang dilakukan pengembang, dan metode yang digunakan adalah deskriptif, yang didukung dengan observasi lapangan, dan telaah literatur, Obyek studi yang diamati adalah Perumahan CitraGrand Cibubur. Hasil kajian pada makalah ini mendapatkan pola pengembangan perumahan pada lahan dengan topografi bergelombang dan memiliki danau alami. pengembangan yang dilakukan adalah arah bangunan mengikuti garis kontour dan danau alami yang ada di lindungi.

## Kata kunci :

Karakter dan Potensi Lansekap, Kerapatan Tanaman, Pembangunan Berkelanjutan, Pengembangan Lahan, Ruang Terbuka Hijau,

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan suatu permukiman akan mengubah wajah lingkungan alami maupun buatan di mana proyek itu dilaksanakan. Permukiman baru merupakan wujud keinginan manusia yang selalu ingin memperbaiki kualitas hidupnya, hal ini diawali dengan perencanaan yang bertujuan menciptakan lingkungan yang sehat, aman, dan menyenangkan. Sepantasnya sifat alami lingkungan harus mendapat perhatian yang utama, dan penting untuk dipertimbangkan, seperti potensi dan karakteristik lansekap.

Pengabaian terhadap keselarasan lingkungan alami akan menimbulkan kerugian material maupun moril. Seperti timbulnya bahaya banjir di waktu musim hujan, dan kelangkaan air diwaktu musim kemarau.

Pendekatan pembangunan berkelanjutan dapat mencapai kehidupan yang tumbuh dan berkembang selaras dengan sifat alami dan dengan manusia yang hidup di dalamnya. Istilah *Sustainable development*, bermula dari salah satu permasalahan yang dibahas dalam konpresensi stockholm (UN Conference on the Human Environment) tahun 1972. Menurut Komisi Brundtland, *Sustainable development "adalah pembangunan yang mencukupi kebutuhan generasi sekarang tanpa berkompromi (mengurangi) kemampuan generasi yang*

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

*akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka”* Soeryani, (1997). Konsep ini oleh Stren, While, dan Whiney (1992), dipertajam sebagai sebuah interaksi antara tiga sistem, *Sistem biologis dan sumberdaya, Sistem Sosial, dan sistem ekonomi*, Budiardjo, dan Sujarto (1999).

Dalam permukiman skala kota, idealnya antara satu klaster (cluster) dengan klaster yang lain , pusat aktifitas umum, fasum dan fasos, dapat diakses dengan menggunakan sepeda, berjalan kaki melalui jalan hijau (*greenways*) yang nyaman, aman dan menyenangkan, disamping itu adanya Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan tempat berinteraksi antara penghuni klaster. Hal lain yang menyenangkan dan menimbulkan rasa aman dan nyaman adalah terpisahnya jalan kendaraan dengan jalan untuk pejalan kaki.

CitraGran sebuah permukiman mulai dikembangkan sejak tahun 1997 perumahan yang telah dihuni 1.800 kepala keluarga dan 2.500 unit rumah yang sudah dibangun ini, dilengkapi dengan fasilitas yang sudah tersedia di perumahan, Mal CitraGran Cibubur (dibuka tahun 2002), Kawasan Komersial CitraGran, Family Park CitraGran (dibuka tahun 2000) kolam renang, fitness center, lapangan tenis, spa, salon, dan café, Masjid, Gereja, serta Sekolah Al Zara (TK-SD, Kelompok Bermain Sanggar Bobo dan Tadika Puri. Dari lahan 300 hektar yang tersedia, 180 hektar telah dikembangkan. “Ke depannya, CitraGran tetap fokus mengembangkan hunian dan kawasan komersial. Pada awalnya, luas area adalah 150 hektar, dengan lokasi di daerah Cibubur, Bogor Jawa barat. Lahan permukiman ini sebelumnya adalah perkebunan (ladang) milik penduduk . dengan permukaan lahan yang bergelombang, di dalam lahan ini terdapat sebuah danau kecil (setu).

### **1.1 Tujuan penelitian**

Guna mengetahui seberapa jauh Pengembang Perumahan (Developer) menerapkan prinsip ramah lingkungan dalam pembangunan permukiman skala kota.

### **1.2 Metode**

Dalam penelitian metode yang digunakan adalah deskriptif, yang didukung dengan observasi lapangan, dan telaah litratur,

### **1.3. Obyek Studi**

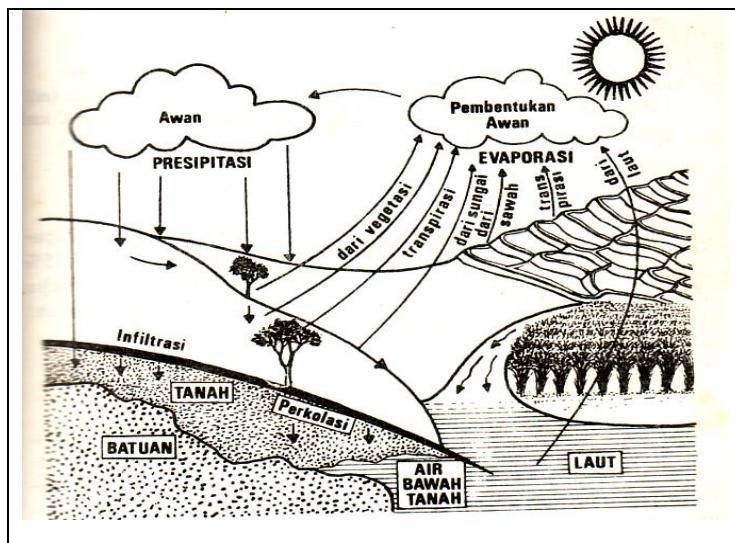
Obyek studi yang diamati adalah Perumahan CitraGrand Cibubur, Kabupaten Bekasi.

## **II. Tinjauan Teori**

Konversi lahan juga akan memiliki dampak terhadap lingkungan, Pembuatan Perumahan dengan skala Kota yang mengkonversi lahan pada daerah lahan pertanian dan perkebunan tentu akan berakibat buruk terhadap proses pembentukan air tanah, karena pada lahan pertanian dan perkebunan air hujan berpotensi untuk memperbarahui *air tanah*, karena dengan adanya pepohonan yang menampung air hujan, lahan tersebut dapat memiliki kemampuan dalam menyimpan air hujan. Berbeda dengan lingkungan buatan semacam perumahan yang kemampuan daya serap terhadap air hujan sangatlah kecil, karena permukaan tanah yang ditutup dengan *perkerasan*, air hujan dialirkan secara langsung melalui permukaan lahan (*Run off*). Disamping itu adanya perumahan yang berpotensi muka air bawah tanahnya menurun, akibat penyedotan air tanah dan berkurangnya cadangan air tanah akibat hilangnya potensi pembaharuan air tanah, karena berkurangnya infiltrasi air hujan yang merembas ke dalam tanah (Hindarko, 2002).

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

Menurut Suripan (2006), vegetasi dengan *Kerapatan tanaman* adalah hal yang lebih penting dibandingkan jenis tanaman. Kerapatan tanaman akan mempengaruhi panjang lintasan aliran permukaan dan luasan lahan yang tertutup. Pada *tanah gundul*, aliran permukaan akan melintas relatif lurus kearah kemiringan lahan, sementara pada lahan bertanaman khususnya pada pertanaman acak, lintasan aliran permukaan akan berbentuk *zig-zag*, sehingga lintasan lebih panjang. Dengan beda tinggi yang sama , akan dihasilkan kemiringan yang lebih landai sehingga kecepatan aliran permukaan lebih kecil, dan energi perusaknya makin kecil. Sebagai gambaran dapat dilihat gambar 1, bagaimana proses daur Hidrologi yang memperlihatkan alam memperbaharui tersedianya air tanah.



Gambar 1 Siklus Hidrologi  
Sumber : Mohamad Soeryani (1987)

Selain berfungsi mempertinggi daya serap air hujan, dan mengurangi tekanan muka tanah dari butiran air hujan, vegetasi memiliki fungsi lain antara lain dapat mengurangi panas yang dipancarkan oleh matahari, dengan jalan menyerap, mengurangi pantulan matahari yang jatuh kepermukaan lahan, mengurangi tekanan angin, sehingga akan mengurangi temperatur udara di sekitar vegetasi itu tumbuh.

Masalah lain yang muncul dari permukiman/Kota adalah masalah buangan limbah rumah tangga. Kawasan industri pada umumnya telah memiliki sistem pengolahan limbah, sedangkan perumahan pengolahan limbah rumah tangga pada umumnya diolah melalui *septiktenk* yang dimiliki oleh setiap rumah. Berlawanan dengan pendapat umum, ternyata *septiktenk* tidak menghasilkan tingkat pengurangan bakteri yang besar. Walaupun air limbah/ekskreta mengalami pengolahan di dalam septic tank, tidak berarti mikroorganisme patogen akan hilang. *Efluent* dari *Septic tank* masih banyak mengandung bakteri karena itu tidak boleh dianggap aman, bahkan berbau busuk. (Kusnoputranto, 1997). Menurut Haryoto pula letak septiktenk tidak kurang dari 15 meter dari sumber air minum sehingga tidak menyebabkan kontaminasi, dan jarak yang lebih jauh akan lebih aman. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan sehubungan dengan faktor jarak tersebut antara lain : Struktur dan jenis tanah, aliran air tanah, keadaan geografis, curah hujan dan lain-lain. Selain itu septic tank tidak boleh terletak

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

dalam jarak 1,5 meter dari garis rumah tinggal, tidak boleh terletak di rawa-rawa, tidak juga di daerah yang sering kebanjiran. Yang menjadi masalah adalah masih banyaknya kawasan perumahan yang memanfaatkan sumur dangkal sebagai sumber air bersih.

Yang menjadi pertanyaan kita adalah, bagaimana upaya membangun perumahan yang **ramah lingkungan** yang memperhatikan daya dukung lingkungan untuk kehidupan yang berkelanjutan. Dalam mengakuisisi lahan untuk *Real estate* (Ralph R. Pisani dan Robert L. Pisani, 1989), ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, antara lain, *Properti Inventory, Environmental Analysis, Utilities ,Regional Inventory, Goverment Regulations, Development*.

Dalam pengembangan lahan idealnya melakukan tahap analisis lingkungan, menurut Kozlowski, (1997) sebagai Konsep ambang batas yang didasarkan pada *obeservasi empiris* yang mengungkapkan bahwa pembangunan permukiman maupun kota, pada umumnya menghadapi keterbatasan fisik yang diperlihatkan oleh berbagai lingkungan alam dan buatan. Dalam ambang batas ini ada faktor lingkungan alami dan buatan yang dikualifikasi untuk **tidak dikembangkan**, antara lain :

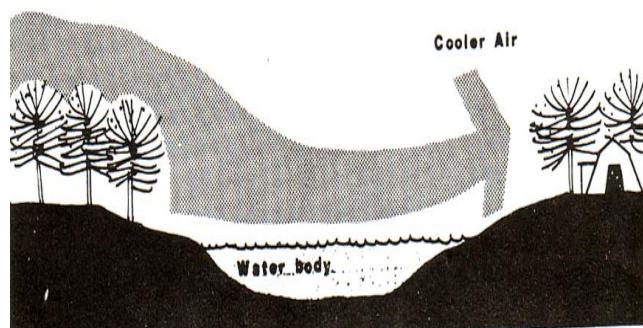
a. Faktor alami :

- landsekap, seperti pemandangan yang terbuka, sungai, pantai , danau, lereng berhutan
- Areal rawa, dan areal yang mudah banjir
- Lereng dengan kemiringan lebih dari 25 %
- Daya dukung yang tidak memadai

b. Faktor buatan :

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

Danau dapat berfungsi sebagai penampungan air hujan, penyedia, dan menjaga keberadaan air tanah berkelanjutan, menurunkan temperatur udara, juga sebagai tempat rekreasi, memancing, dan permainan air lainnya, lihat gambar 2.



Gambar 2 Danau

Sumber : Centre for Landscape Architecture Education and Research, (1977)

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

Dalam pengembangan lahan yang bergelombang ada empat alternatif pendekatan yang dapat dilakukan, seperti terlihat dalam gambar 3, yaitu :

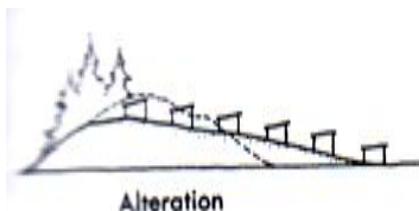
*Preservation*, melakukan pengembangan lahan dengan tidak melakukan perubahan profile/bentuk lahan awal (dengan mempertahankan profil lahan awal).



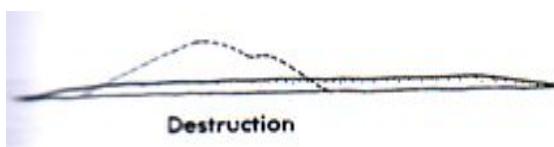
*Accentuation*, mempertegas profil/bentuk lahan.



*Alteration*, Melakukan perubahan bentuk lahan, tetapi mempertahankan adanya lereng dengan melakukan *cut and fill*.



*Destruction*, melakukan perubahan secara total profil/bentuk lahan.



Gambar 3 Alternatif pengembangan lahan pada lahan bergelombang  
Sumber : John Orsmbee Simonds, & Barry W.Starke, 2006

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

### **III. Pembahasan**

#### **Topografi**

Pada prinsipnya Pengembangan lahan di Permukiman CitraGran menggunakan konsep *alteration* yang dalam proses pelaksanaan teknis, dimana bentuk/profil lahan dipertahankan, dalam proses penimbunan (*fill*) & potong (*cut*) dilakukan secara berimbang, sehingga tidak terjadi keluar dan masuk tanah ke lokasi pada proses pembentukan (*grading*) muka lahan.

#### **Vegetasi**

Tanaman yang berada di sepanjang sungai (Cikeas) tetap di pertahankan seperti awal saat lahan permukiman ini masih berupa lahan perkebunan, hal ini terlihat dari profil sungai yang tidak mengalami perubahan. Penanaman tanaman yang terencana berada disepanjang jalan, area rekreasi, taman di daerah publik, dan Klaster, di sepanjang garis sepadan sungai. Secara keseluruhan Permukiman ini sudah cukup hijau. Kondisi ini memungkinkan memberi keteduhan karena berkurangnya temperatur udara, serta memungkinkan berkurangnya aliran permukaan pada saat hujan.

#### **Potensi Lansekap**

Potensi lansekap yang dimiliki permukiman ini adalah, topografi yang bergelombang, danau, dan sungai yang mengalir pada sisi samping lahan. Badan sungai mengalir dilahan dibiarkan tetap seperti semula (alami), dan bebas dari bangunan sejauh +/- 50 meter dari tepi sungai, sedangkan danau (situ) yang ada dipertahankan dan diperbaiki bentuknya, bahkan lahan disekitar danau ini dikembangkan sebagai klaster, dengan danau (situ) sebagai *focal point*. Adanya Ruang Terbuka Hijau (RTH) , dan dipertahankannya danau dapat mengurangi potensi banjir pada Citragran, maupun lingkungan sekitarnya, dan dapat mempertahankan muka air tanah, serta menurunkan suhu udara di sekitarnya.

#### **Sirkulasi**

Jalan orang, dengan jalan kendaraan di Permukiman ini menjadi satu tanpa pembatas, sehingga kurang nyaman dan aman bagi pejalan kaki. Idealnya permukiman ini memiliki \*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

pedestrian bagi pejalan kaki/pengendara sepeda dibatasi dengan sebuah jalur hijau. Dengan demikian antara jalan kendaraan menjadi terpisah dari pejalan kaki maupun pengendara sepeda.

### **Fasum, Fasos**

Sekolah, tempat peribadatan, tempat rekreasi, pusat perbelanjaan. Tempat peribadatan berupa masjid dan gereja, letak fasum dan fasos ini tersebar, dan terdapat dibagian depan dari permukiman ini, dan harus ditempuh dengan kendaraan, karena jarak yang cukup jauh, dari klaster terbelakang +/- 2 Km. Kondisi semacam ini tidak nyaman bagi penghuni, seyogyanya fasum/fasos dapat diakses dengan menggunakan sepeda atau berjalan kaki dengan sarana yang nyaman.

### **Utilitas**

Saluran air hujan. Jaringan saluran air hujan (drainase) cukup memadai untuk mengalirkan air hujan yang jatuh dipermukaan jalan maupun gedung. jaringan listrik, jaringan pipa gas, ditanam di dalam tanah (*underground*). Permukiman ini dilintasi oleh pipa gas, sepanjang jalur pipa di bebasan dari bangunan, dan pipa yang melintas jalan kendaraan diberi pengaman berupa jembatan. Sumber air bersih permukiman ini berasal dari Perusahaan air minum (PAM), sehingga eksplorasi air tanah oleh penghuni permukiman ini dapat dihindari.

### **Pengolahan Limbah rumah tangga**

Pengolahan limbah rumah yang terpusat dan terpadu, permukiman ini tidak memiliki, pengolahan limbah dimiliki oleh tiap rumah berupa septiktank. Dengan kecendrungan rumah yang memiliki keluasan lahan semakin menyempit idealnya permukiman ini memiliki pengolahan limbah secara terpadu guna menghindari peracunan air tanah.

### **Pengolahan sampah**

Sampah Rumah tangga dan sampah restoran pengolahannya belum dilakukan oleh permukiman ini. Sampah langsung dibawa keluar permukiman setelah dikumpulkan di tempat penampungan sementara. Idealnya permukiman dengan luas +/- 300 hektar memiliki sendiri sarana pengolahan sampah yang dapat diproduksi menjadi pupuk kompos, sehingga dapat

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

memperkecil gas emisi karena pengiriman sampah ke tempat pembuangan sampah akhir tidak dilakukan.

### **Hubungan Sosial**

Hubungan antara penghuni di permukiman ini diwujudkan dengan komunitas hijau CitraGran, dan hubungan antara klaster, serta penggunaan jejaring *facebook*. Hubungan dengan masyarakat sekitar, atau penduduk di luar permukiman ini juga terjalin dengan baik.

Lahan permukiman CitraGran dipisah oleh jalan desa yang memotong lahan menjadi dua bagian. Penyatuan lahan ini dilakukan dengan membuat jembatan penghubung diatas jalan desa yang merugikan penduduk kampung, yang pendatang tidak mengetahui kalau lahan CitraGran terbagi dua. Penduduk di luar permukiman ini di beri akses masuk kepermukiman dengan sebuah pintu masuk di daerah jembatan, yang dapat di akses dengan sepeda motor.

### **IV. PENUTUP**

Berdasarkan uraian diatas dapat kita simpulkan bahwa Permukiman CitraGran sudah memenuhi kriteria Ramah lingkungan, walau pun masih dijumpai adanya kekurangan antara lain, belum memiliki pengolahan limbah terpadu, dan pengolahan sampah, serta belum adanya jalan untuk sepeda, dan pejalan kaki.

Secara umum pengembangan lahan permukiman Ramah Lingkungan dapat dicapai dengan beberapa tidakan antara lain :

Memperhatikan potensi lansekap yang ada di dalam, seperti Danau, Rawa, vegetasi, topografi, dan sungai, maupun keunikan lain yang ada pada lahan yang akan dikembangkan

Peranan taman (RTH), pohon, hutan kota, bukan saja sebagai penghias kota/permukiman, tetapi juga menciptakan suasana lingkungan yang nyaman, juga mampu menjaga muka air tanah, dan memberi efek positif bagi hubungan sosial masyarakat yang ada pada permukiman.

Tempat rekreasi, Fasum, Fasos, maupun antara klaster dapat diakses dengan menggunakan sepeda maupun berjalan kaki dengan sarana jalan yang nyaman (*jalan Hijau*)

Pemisahan antara jalan orang, pengendara sepeda dengan kendaraan.

Jalur listrik tegangan tinggi, maupun gas harus jauh dari aktifitas manusia, sedangkan pendistribusian listrik ke tiap rumah di permukiman sebaiknya ditanam di dalam tanah (*underground*)

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang 2010.

Pada perumahan skala kota sebaiknya memiliki tempat pengolahan sampah, menyediakan pengolahan limbah secara terpadu yang dapat dilakukan pada setiap klaster.

Sebaiknya jumlah air hujan yang jatuh dilahan permukiman yang dikembangkan oleh pengembang meresap secara keseluruhan di lokasi lahan, sehingga tidak terjadi aliran permukaan (*run Off*), yang dapat menimbulkan genangan air di permukiman maupun di luar permukiman.

Tindakan meninggikan muka tanah permukiman Real Estat bertujuan menghindari permukiman dari banjir harus dihindari karena akan memindahkan lokasi banjir kedaerah luar permukiman. Bila tindakan dilakukan akan menimbulkan konflik antara warga Permukiman yang berada di real estat dengan warga di luar permukiman.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Budiardjo. E., dan Sujarto. D., (1999), *Kota Berkelanjutan*, Bandung : Alumni,

Chiara. D.J., and Kopelman E. L. (1978). *Site planning Standard*.Terjemahan Januar Hakim. Jakarta :Erlangga

Dieter. E.H., (1995). *Sosiologi Perkotaan*, Jakarta : LP3S

Direktorat Tata kota & Tata Daerah Dan Direktorat Penyelidikan Masalah bangunan (1983). *Pedoman Perencanaan Lingkungan dan Perumahan Kota*, Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidikan masalah bangunan gedung.

Hall. M.J. (1984) ,*Urban Hydrology*, New York : Elsevier Aplied Science Publisher LTD.

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

Kusnoputranto. H., (1997). *Air Limbah dan Ekskreta Manusia, Aspek Kesehatan Masyarakat dan Pengelolaannya* . Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Robinette. G., ed. (1977). *Landscape Planning for Energy Conservation*,, Virginia : Environmental Design Press.

Simmonds. O.J., and Starke. B.w, (2006). *landscape Architecture, A manual of Environmental Planning and Design*, Fourth Edition, New York : McGraw-Hill.

Salim. E., (1986). *Pembangunan berwawasan lingkungan*, Jakarta : LP3ES.

Suripan,. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Yogyakarta :Andi,

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Istitut Teknologi Nasional Malang 2010.

Soeryani. M., (1997). *Pembagunan dan Lingkungan, meniti gagasan dan pelaksanaan Sustainable Development*, Jakarta :Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan (IPPL).

\*Makalah ini telah dipresentasikan pada Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Pembangunan Berkelanjutan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Istitut Teknologi Nasional Malang 2010.