

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00201810502, 30 April 2018

Pencipta

Nama : **Mega Waty**
Alamat : **Jl Pemuda 2 No 42 RT 010/000 Samarinda, Samarinda, Kalimantan Timur, 75117**
Kewarganegaraan : **Indonesia**

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Mega Waty**
Alamat : **Jl Pemuda 2 No 42 RT 010/000, Samarinda, Kalimantan Timur, 75117**
Kewarganegaraan : **Indonesia**
Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Material Waste Proyek Konstruksi Jalan**

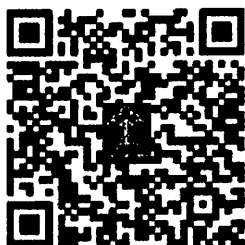
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **29 Agustus 2017, di Jakarta**

Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia; terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.**

Nomor pencatatan : **000106872**

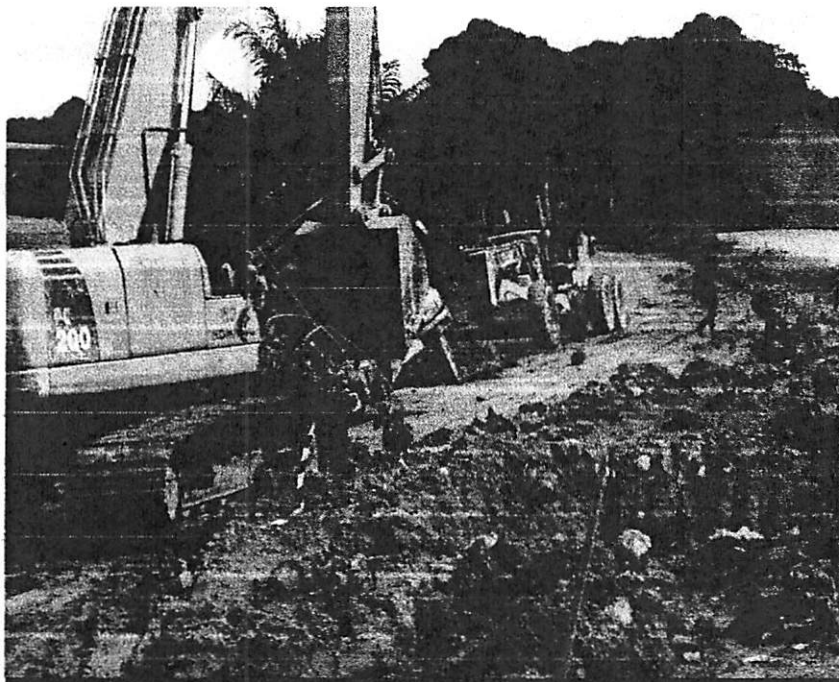
adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

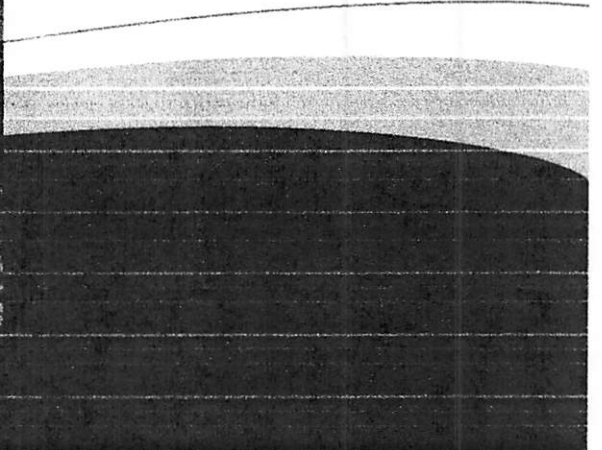


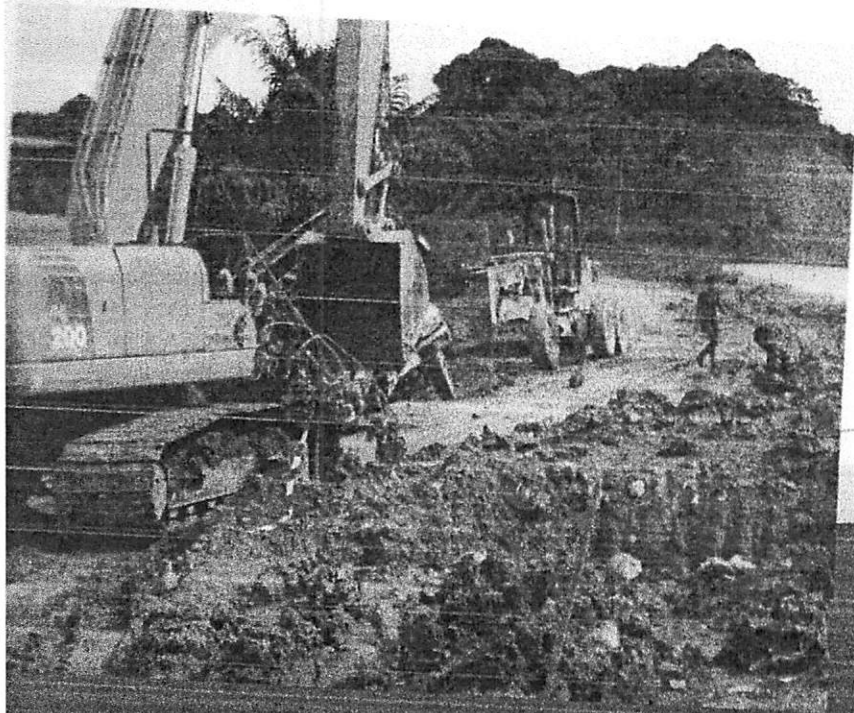
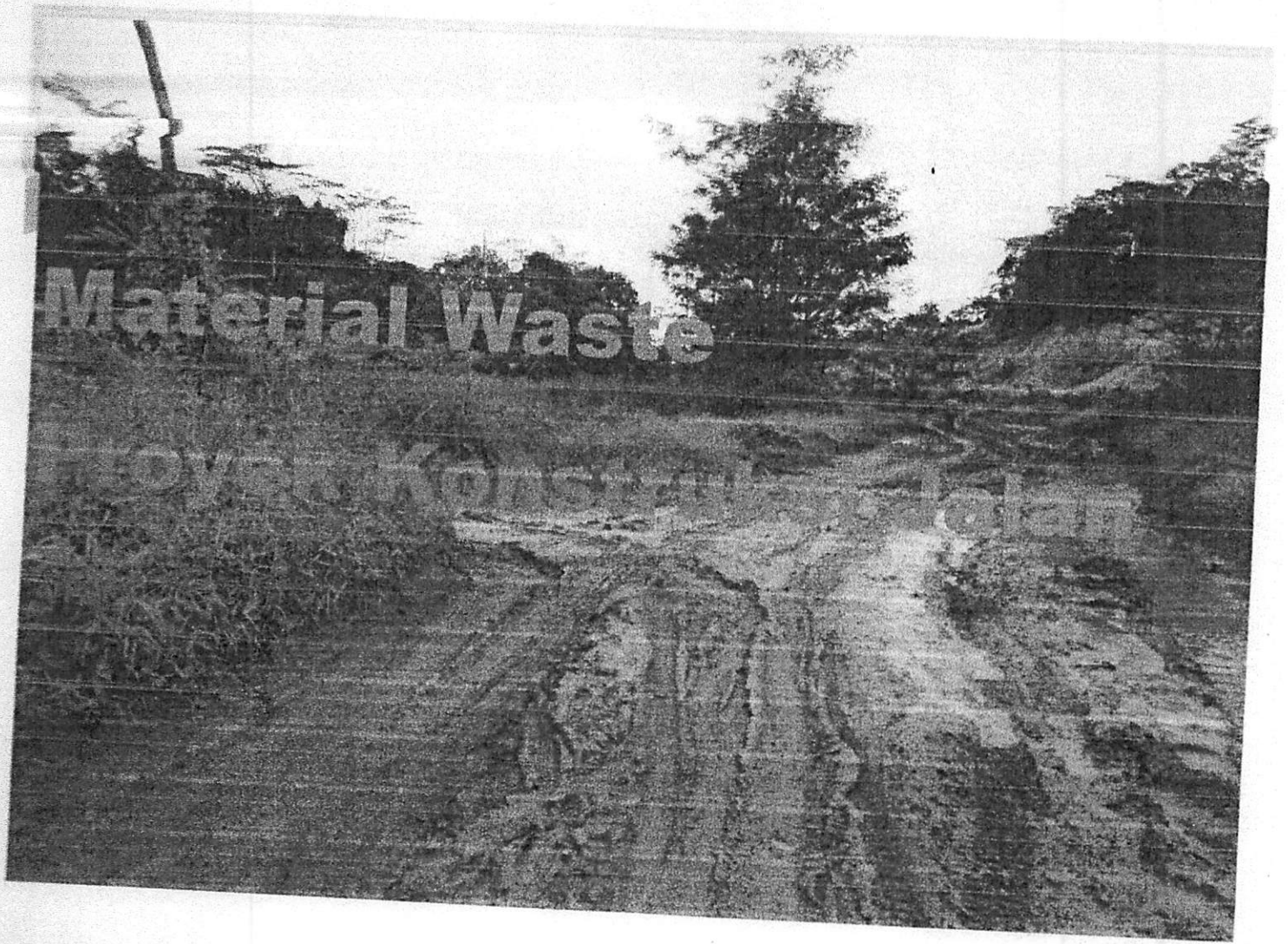
a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001



Mega Waty



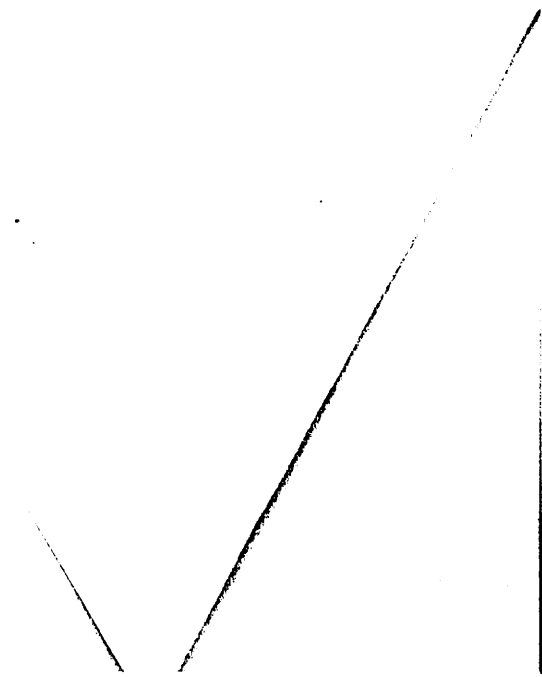


MATERIAL WASTE.

PROYEK KONSTRUKSI JALAN

MEGA WATY

2018



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul Material Waste Proyek Konstruksi Jalan .

Keseharian penulis yang berkecimpung dalam dunia akademik dan dalam manajemen konstruksi dan oleh karena itu penulis mengangkat masalah *waste* material yang banyak dihadapi dalam manajemen konstruksi pada proyek jalan sebagai topik buku ini.

Buku ini menulis tentang material waste yang sering terjadi pada konstruksi jalan. Definisi dan penjelasan mengenai material waste serta jenis dan penyebab material waste dan metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini.

Demikian penulis buku ini bermanfaat baik bagi para praktisi maupun bagi dunia akademis.

Jakarta, 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel.....	iv
Daftar Gambar.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 MATERIAL KONSTRUKSI	6
BAB 3 PROYEK KONSTRUKSI JALAN	39
BAB 4 LOKASI PENELITIAN	43
BAB 5 METODE PENGUMPULAN DATA	47
BAB 6 METODE ANALISIS DATA.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Total Volume <i>Waste</i> dan Proporsional dari <i>Waste</i> dan Pembongkaran EU (Eurostat 2010).....	7
Tabel 2.2	Sumber dan Penyebab Terjadi Material <i>Waste</i> Konstruksi (Bossink, 1996).....	15
Tabel 2.3	Sumber dan Penyebab Terjadi Material <i>Waste</i> Konstruksi (Ekanayake, 2000).....	17
Tabel 2.4	Variabel Penyebab Material <i>Waste</i>	18
Tabel 2.5	Faktor Penyebab dan Cara Meminimalisasi Material <i>Waste</i> (Farmoso et al, 2002).....	22
Tabel 2.6	Matriks Penelitian Terdahulu, Kelebihan/ Kelemahan dan Solusi.....	29
Tabel 6.1	Gradasi Lapis Pondasi Agregat.....	51
Tabel 6.2	Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perluasan <i>Theory Of Planned Behaviour</i> (Loosemore, 2001).....	20
Gambar 6.1	Diagram Sumber dan Penyebab <i>Material Waste</i>	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material waste merupakan istilah dari besarnya persentase *waste material* yang terjadi dan merupakan salah satu permasalahan yang serius pada pelaksanaan proyek konstruksi jalan. Material sebagai salah satu komponen yang mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya proyek (Ritz, 1994) di dalam penelitian Intan et al, (2005) yang menyatakan bahwa material turut memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan suatu proyek.

Material waste selalu terjadi dimana mana. Baik di kota besar maupun di kota kecil. Material waste selalu terjadi pada saat dilaksanakan pekerjaan konstruksi. Baik proyek gedung maupun proyek jalan. Begitu banyaknya dan seringnya hal ini terjadi.

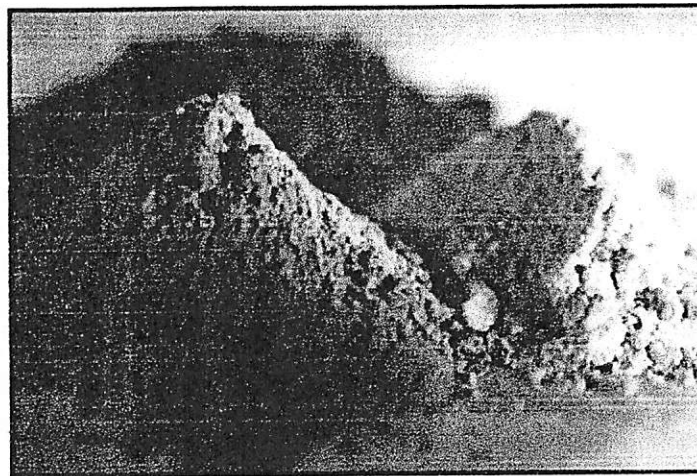


Waste dalam bidang konstruksi dapat diartikan sebagai kehilangan atau kerugian berbagai sumber daya yaitu material, waktu (yang berkaitan dengan tenaga kerja dan peralatan) dan modal, yang di akibatkan oleh kegiatan-kegiatan yang membutuhkan biaya secara langsung maupun tidak langsung tetapi tidak menambah nilai kepada produk akhir bagi pihak pengguna jasa konstruksi (Formoso et al, 2002). *Material waste* pada proyek konstruksi tidak hanya berfokus pada pemborosan material di lokasi proyek, tetapi

juga berhubungan dengan sejumlah aktivitas lain seperti tahapan kerja yang tidak di butuhkan, *repair* dan *rework*, keterlambatan jadwal, penanganan material yang buruk, pemilihan metode konstruksi, waktu tunggu, peralatan, pergerakan pekerja dan kurangnya keamanan (Alwi et al, 2002) di dalam penelitian Sari (2006).

Material waste konstruksi dapat mencapai 63% dari seluruh *waste* konstruksi di Kanada yang di hasilkan dari konstruksi jalan dan jembatan (Christensen, 1994), juga di Amerika Serikat menyimpulkan bahwa kontributor utama dari *waste* sebesar 123 juta ton yang di hasilkan (USEPA,1998) yang terbesar berasal dari konstruksi jalan dan jembatan dalam penelitian Thompson et al, (2011).

Environmental Protection Agency's 2006 menggambarkan bahwa *waste* konstruksi dan pembongkaran meningkat di Irlandia mendekati 17 juta ton (EPA 2007) dalam buku *Guidelines for The Management of Waste From National Road Construction Project, 2008*. Umumnya *material waste* mencapai 5%-10% dari total material, Masudi et al, (2011). Estimasi perhitungan *waste* konstruksi di China pada tahun 2010 mencapai 800 juta ton/ tahun oleh Gao et al, 2011 di dalam penelitian Zhang et al, 2013.



Dalam penelitian Sari (2006) menurut Alwi et al, (2002), saat ini pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek konstruksi hanya mendefinisikan *waste* atau sebagai pemborosan fisik (material), sehingga diperlukan pemahaman yang lebih baik tentang konsep dari *waste* dan kemampuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang terjadi beserta penyebabnya. Pengukuran *waste* adalah cara yang efektif untuk menilai kinerja dari sistem produksi karena umumnya memungkinkan area perbaikan yang potensial dan penyebab dari ketidak efisiensi akan dapat diidentifikasi (Formoso et al, 2002).

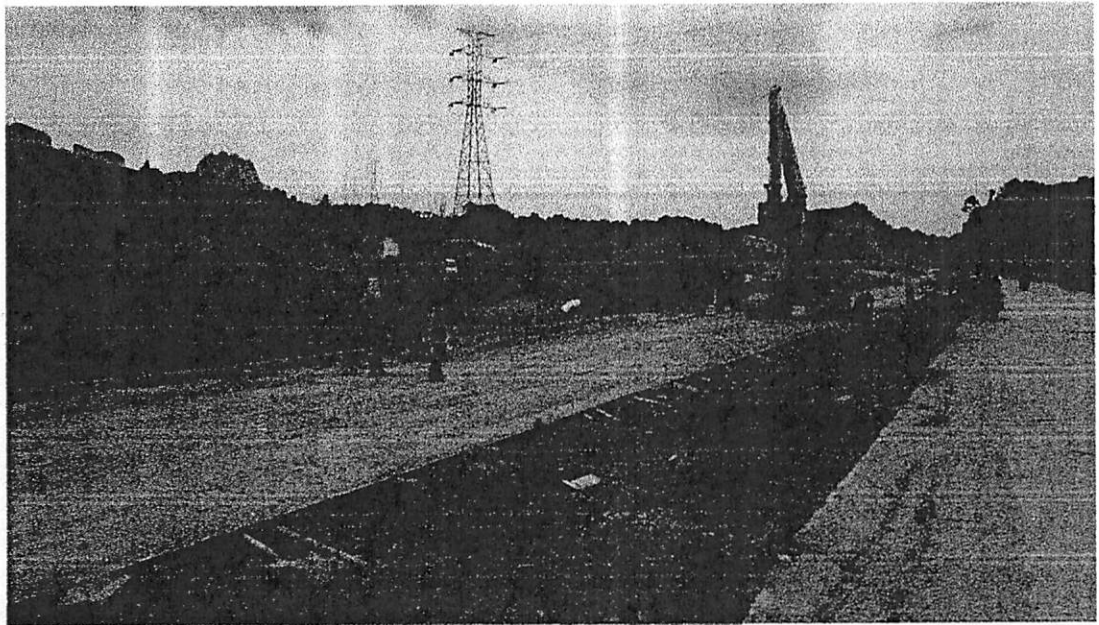
Usaha memperkecil (minimalisasi) *material waste* konstruksi akan membantu meningkatkan profit kontraktor dan mengurangi dampak lingkungan, karena itu perlu

dilakukan perhitungan yang teliti dan tepat dalam menentukan jumlah kebutuhan material yang akan digunakan dalam proyek serta dilakukan evaluasi terhadap penggunaan material tersebut.

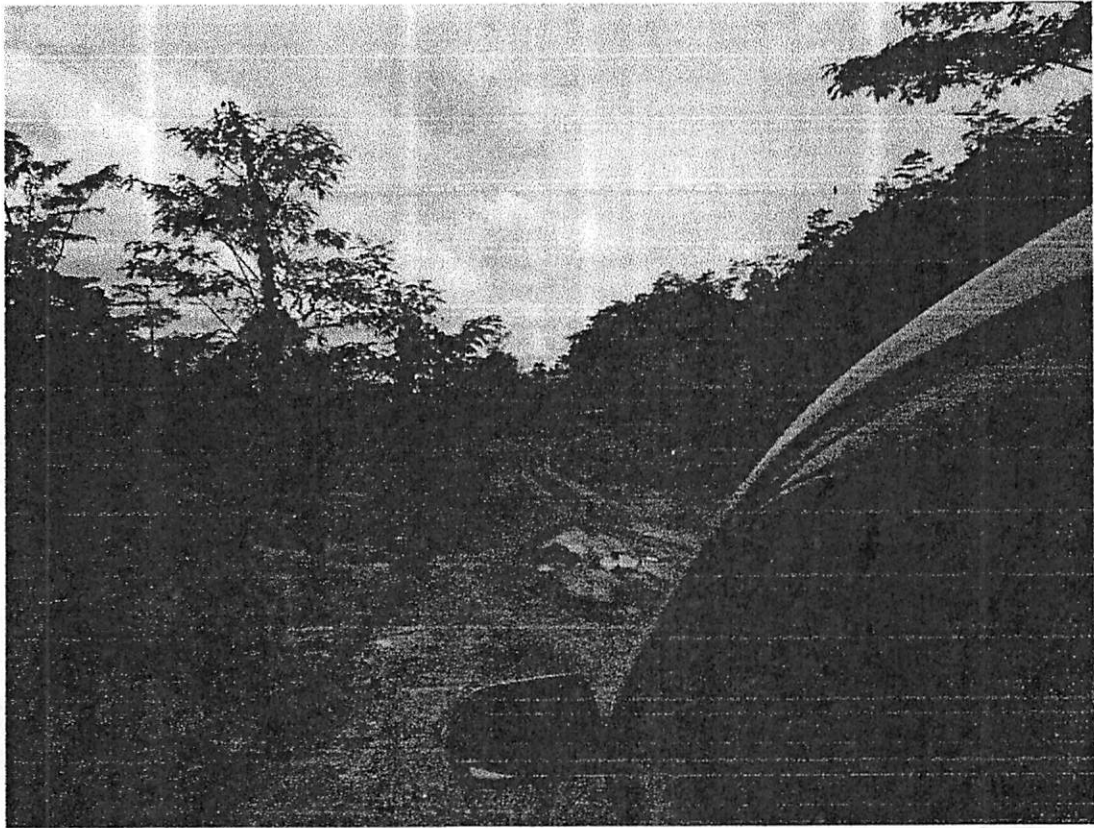
1.2 Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini identifikasi masalah yang beraneka ragam yang dihadapi adalah:

1. Pengukuran *waste* dalam dunia konstruksi gedung dilakukan di Brazil. Perhitungan kuantitas *waste* untuk bahan tertentu misalnya semen menghasilkan *waste* yang bervariasi dari 6,4% hingga 247,1% untuk *site* yang berbeda. Bahan *material waste* yang paling banyak kuantitasnya adalah semen, pasir, batu pecah dan plester gypsum (Formoso et al, 2002).
2. Penelitian dari Suryanto Intan (2005) menyatakan penelitian terhadap kuantitas *material waste* yang paling banyak pada proyek gedung yakni batu bata dan pasir sebesar 12,51% dan pasir 11,39%. Hasil penelitian berdasarkan kuesioner menunjukkan bahwa *material waste* yang terbesar pada batu bata dan pasir yakni 9,78%–13,10% dan 10,41%–12,83%. Dari kedelapan jenis material yang secara signifikan mempengaruhi 80% biaya *material waste* adalah besi beton, keramik, semen, beton ready mix, dan batu bata. Total biaya *material waste* yang terjadi 3,68%.
3. Penelitian dilakukan pada proyek jalan di Kalimantan Timur dengan menghasilkan *waste* terbesar pada material yakni semen yang terbesar, diikuti pasir, batu gunung, timbunan tanah, beton ready mix. Penelitian dilakukan dengan penelitian langsung yakni dengan menganalisa yang terjadi di lapangan, juga yang dilakukan dengan menggunakan kuesioner. Hasil yang didapat dari kuesioner maupun dari lapangan menghasilkan nilai persentase yang mirip, yakni antara 6%-10% (Waty, 2015). Penelitian dilakukan dari bulan Januari hingga September 2015. Juga menghasilkan validasi untuk faktor penyebab pada proyek jalan yakni dengan sumber: desain, pengadaan material, pelaksanaan, yang menghasilkan faktor penyebab antara lain: informasi gambar yang kurang jelas, pendetailan gambar yang rumit, pemesanan melebihi kebutuhan dan pemesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil, cuaca buruk dan kecerobohan pekerja di lapangan (Waty, 2015). Total biaya *waste* yang terjadi: 6.86%.



4. Penelitian terakhir pada proyek jalan di Ring Road 3 Kalimantan Timur menunjukkan bahwa *waste* terbesar terjadi pada: agregat B, pasir, batu gunung, agregat A masing-masing sebesar 20% kemudian diikuti dengan baja tulangan 10%, Agregat S 5%, beton ready mix 4% dan beton kurus 1%. Total *material waste* sebesar 5,3% terhadap keseluruhan nilai proyek. Juga menghasilkan faktor penyebab pada proyek jalan yakni dengan sumber: desain, pengadaan material, pelaksanaan, penanganan yang menghasilkan faktor penyebab antara lain: informasi gambar yang kurang jelas, pendetailan gambar yang rumit, pemesanan melebihi kebutuhan dan pemesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil, cuaca buruk dan penanganan yang tidak hati-hati, penekanan pada waktu, penekanan pada biaya. Penelitian dilakukan dari bulan Oktober hingga Desember 2015.



Dengan melihat keempat hal tersebut maka dilakukan penelitian untuk proyek konstruksi jalan karena besarnya *waste* yang terjadi pada proyek jalan lebih besar, seperti agregat B, agregat A dan lainnya hingga mencapai 20% dan merata hampir ke segala bahan material bila dibandingkan dengan konstruksi gedung, kebaruan didapatkan karena melihat identifikasi masalah pada identifikasi keempat tersebut.

Melihat kondisi tersebut, kontraktor Indonesia perlu melakukan inovasi untuk mengurangi terjadinya *material waste* yang berlebih disebabkan oleh perubahan desain atau kesalahan dalam melakukan pemotongan material (Formoso et al, 2002). Hal ini menjadi perhatian yang sangat penting mengingat *material waste* berdampak langsung terhadap biaya yang dapat mengakibatkan *cost overrun*.

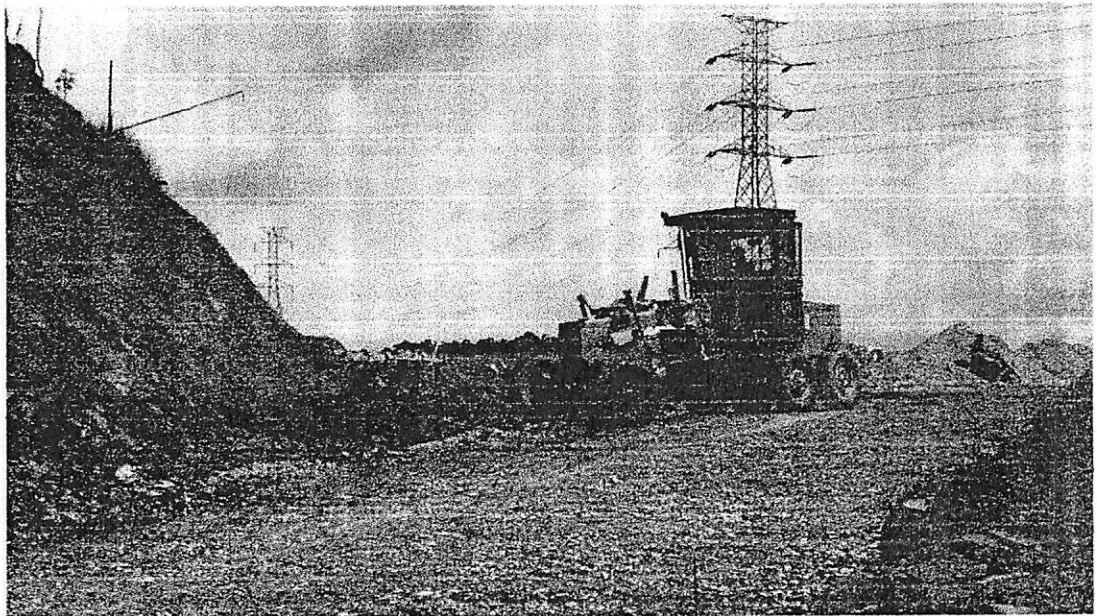
BAB 2

MATERIAL KONSTRUKSI

2.1 Material Konstruksi

Material konstruksi merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan (Nugraha, 1985). Pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di lapangan sering terjadi *material waste* yang cukup besar, sehingga upaya untuk meminimalisi *material waste* penting untuk diterapkan. Material yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar (Gavilan, 1994), yaitu:

1. *Consumable Material*, merupakan material yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan, misalnya semen, pasir, kerikil, batu pecah, baja tulangan, keramik, cat dan lain- lain.
2. *Non-Consumable Material*, merupakan material penunjang dalam proses konstruksi, dan bukan merupakan bagian fisik bangunan setelah bangunan, biasanya material ini bisa dipakai ulang dan pada akhir proyek akan menjadi *material waste* juga, misalnya: perancah, bekisting, dinding penahan sementara, dan lain-lain.



Meningkatnya jumlah total *waste* dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini yakni:

Tabel 2.1 Total Volume *Waste* dan Proporsional dari *Waste* dan Pembongkaran EU
(Eurostat 2010)

NEGARA	TOTAL <i>WASTE</i> (Mil.Tonnes)	CONSTRUCTION AND DEMOLITION <i>WASTE</i> / TOTAL <i>WASTE</i> (%)
EU-27	2570	33
Belgium	44	7
Bulgaria	166	NA
Czech Republic	24	39
Denmark	14	15
Germany	364	53
Estonia	19	2
Ireland	20	8
Greece	69	10
Spain	138	28
France	355	73
Italy	179	39
Cyprus	2	45
Latvia	1	1
Lithuania	6	6
Luxembourg	10	84
Hungary	16	20
Malta	1	77
Netherlands	119	66
Austria	35	26
Poland	159	13
Portugal	38	29
Romania	219	NA
Slovenia	5	30
Slovakia	11	17
Finland	104	24
Sweden	118	8
United Kingdom	334	30

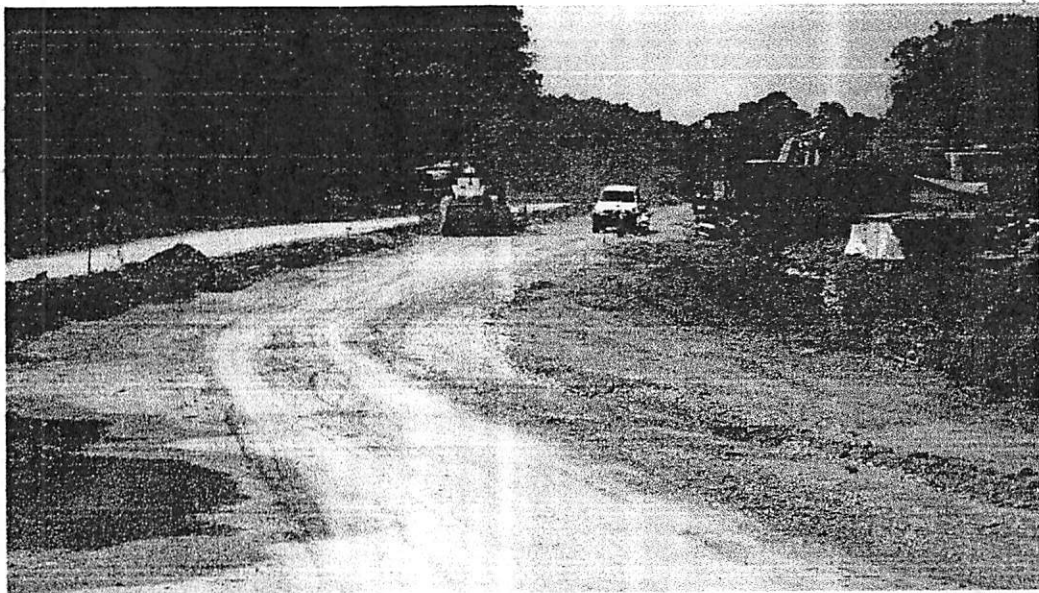
Sumber: Kozlovskaja dan Spisakova, 2013

Arus penggunaan material konstruksi mulai sejak pengiriman ke lokasi, proses konstruksi, sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari ke empat posisi di bawah ini (Gavilan, 1994), yaitu:

1. Struktur fisik bangunan
2. Kelebihan material (*Leftover*)
3. Digunakan kembali pada proyek yang sama (*Reuse*)
4. *Material waste*

Material waste ini akan terus bertambah sesuai dengan perkembangan pembangunan yang dilaksanakan, selain mempengaruhi biaya proyek juga akan menimbulkan permasalahan baru yang dapat mengganggu lingkungan proyek dan sekitarnya. Pengendalian besarnya kuantitas *material waste* tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara (Gavilan, 1994), yaitu:

1. Mencari jalan untuk memakai kembali *material waste* tersebut.
2. Mendaur ulang *material waste* tersebut menjadi barang yang berguna.
3. Memusnahkan material waste dengan cara pembakaran.
4. Mencari cara untuk mengurangi *material waste* yang timbul.

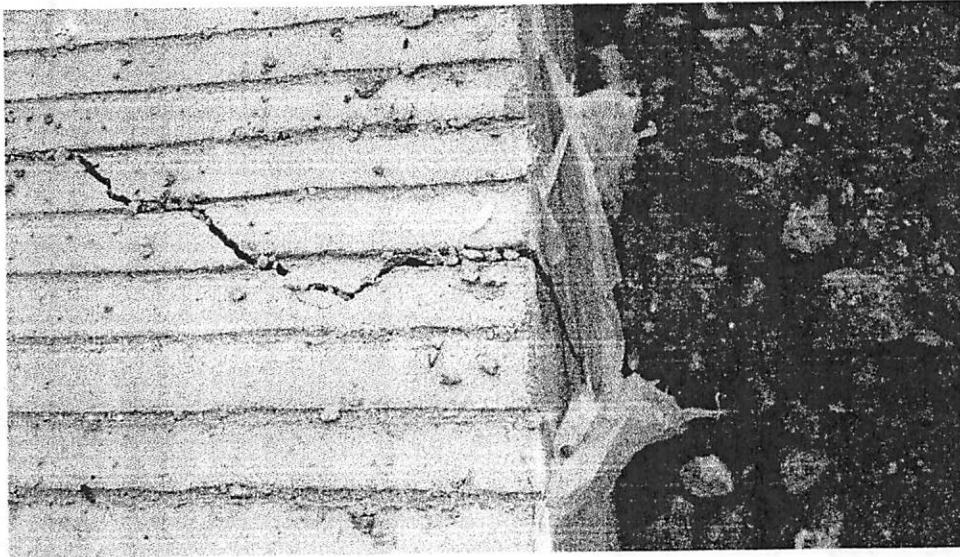


2.2 *Material Waste*

Material waste yang terjadi dalam pelaksanaan konstruksi cukup tinggi dan sangat sulit diukur secara sistematis (Formoso et al, 2002). Pada saat ini, jenis bahan yang dapat digunakan untuk konstruksi sipil sangat beragam dan semakin berkembang dari segi kualitas maupun estetika keindahannya. Peningkatan kualitas umumnya untuk mendapatkan bahan yang semakin kuat dengan daya tahan tinggi tetapi harganya tetap atau sering kali lebih murah, sedangkan dari segi keindahannya berupa tersedianya berbagai macam bentuk dan varian bahan konstruksi di pasaran.

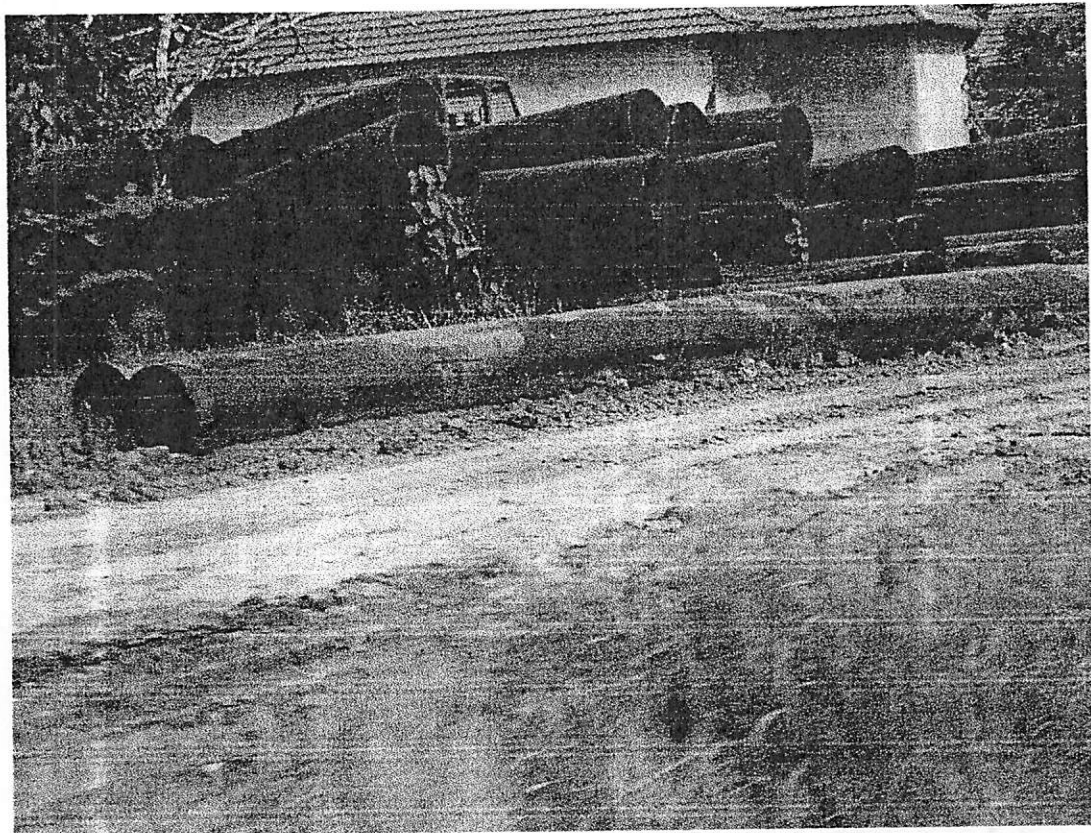
Jenis lain dari bahan di luar dari *material waste* juga perlu diketahui. Dalam penelitian Intan et al, (2005) menyatakan Skoyles (1976), membuat perbedaan antara *material waste* langsung dan *material waste* tidak langsung. *Material waste* langsung

terdiri dari hilangnya bahan karena rusak dan tidak dapat digunakan lagi. Sebaliknya *material waste* tidak langsung terjadi ketika bahan secara fisik tidak hilang melainkan pemborosan biaya untuk bahan material semakin banyak, misalnya karena penggunaan bahan material beton lebih tebal dari desain pengerjaan yang telah ditentukan.



Pengeluaran biaya untuk mengontrol *material waste* sejak awal akan lebih menguntungkan dibandingkan dengan pengeluaran biaya akibat *material waste*. Menurut Tchobanoglous et al, 1993, *material waste* yang timbul selama pelaksanaan konstruksi dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu:

1. *Demolition Waste* adalah *material waste* yang timbul dari hasil pembongkaran atau penghancuran bangunan lama.
2. *Construction Waste* adalah *material waste* konstruksi yang berasal dari pembangunan atau renovasi bangunan milik pribadi, komersil, dan struktur lainnya. *Material waste* tersebut berupa sampah yang terdiri dari beton, batu bata, plesteran kayu, sirap, pipa, dan komponen listrik. *Construction Waste* dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan tipenya, yaitu: *Direct Waste* dan *Indirect Waste*.



2.3. *Direct Waste*

Direct waste adalah *material waste* yang timbul di proyek karena rusak dan tidak dapat digunakan lagi yang terdiri dari:

1. *Transport & Delivery Waste*

Semua *material waste* yang terjadi pada saat melakukan transport material di dalam lokasi pekerjaan, termasuk pembongkaran dan penempatan pada tempat penyimpanan seperti membuang/ melempar semen, agregat pada saat dipindahkan.

2. *Site Storage Waste*

Material waste yang terjadi karena penumpukkan/ penyiraman material pada tempat yang tidak aman terutama untuk material pasir dan batu pecah, atau pada tempat dalam kondisi yang lembab terutama untuk material semen.

3. *Conversion Waste*

Material waste yang terjadi karena pemotongan bahan dengan bentuk yang tidak ekonomis seperti material besi beton, dan sebagainya.

4. *Fixing Waste*

Material waste yang tercecer, rusak atau terbuang selama pemakaian di lapangan seperti pasir, semen, dan sebagainya.

5. *Cutting Waste*

Material waste yang dihasilkan karena pemotongan bahan seperti, tiang pancang, besi beton, pipa drainase dan sebagainya.

6. *Application dan Residu Waste*

Material waste yang terjadi seperti mortar yang jatuh/ tercecer pada saat pelaksanaan atau mortar yang tertinggi dan telah mengeras pada akhir pekerjaan.

7. *Criminal Waste*

Material waste yang terjadi karena pencurian atau tindakan perusakan (*vandalism*) di lokasi proyek.

8. *Wrong Use Waste*

Pemakaian tipe atau kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi dalam kontrak, maka pihak direksi akan memerintah kontraktor untuk menggantikan material tersebut yang sesuai dengan kontrak, sehingga menyebabkan terjadinya *material waste* di lapangan.



9. Management Waste

Terjadinya *material waste* disebabkan karena pengambilan keputusan yang salah atau keragu-raguan dalam mengambil keputusan, hal ini terjadi karena organisasi proyek yang lemah, atau kurangnya pengawasan.

2.4 Indirect Waste

Indirect Waste adalah *material waste* yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*Moneter Loss*), terjadi kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan, dan tidak terjadi *material waste* secara fisik di lapangan. *Indirect Waste* ini dapat dibagi atas tiga jenis yaitu:

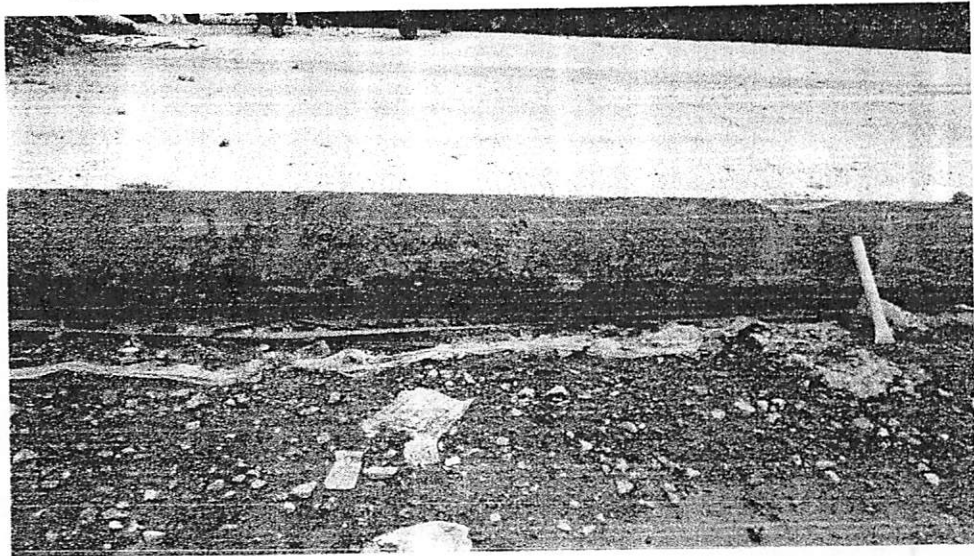
1. Substitution Waste

Material waste yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula, sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan biaya yang dapat disebabkan karena tiga alasan:

- a. Terlalu banyak material yang dibeli
- b. Material yang rusak
- c. Makin bertambahnya kebutuhan material tertentu

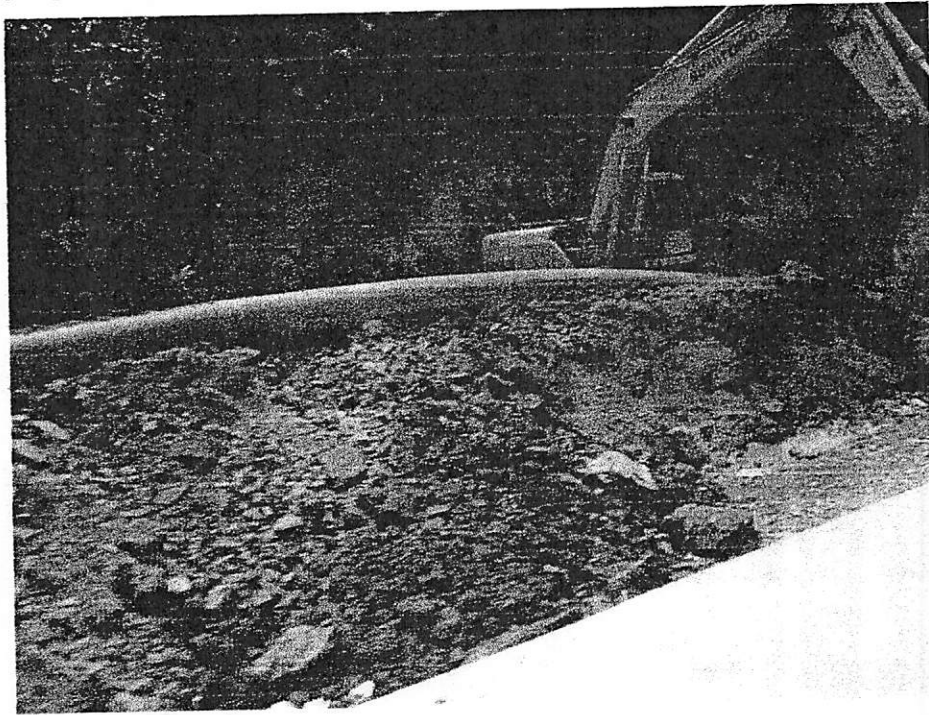
2. Production Waste

Material waste yang disebabkan karena pemakaian material yang berlebihan dan kontraktor tidak berhak mengklaim atas kelebihan volume tersebut karena dasar pembayaran berdasarkan volume kontrak, contoh pasangan slab lantai beton yang ketebalannya tidak rata menyebabkan pemakaian beton *ready mix* yang berlebihan sehingga menyebabkan lebih tebal dari yang ditentukan.



3. *Negligence Waste*

Material waste yang terjadi karena kesalahan di lokasi (*Site Error*), sehingga kontraktor menggunakan material lebih dari yang ditentukan, misalnya penggalian pondasi yang terlalu lebar atau dalam yang disebabkan kesalahan/ kecerobohan pekerja, sehingga mengakibatkan kelebihan pemakaian volume beton pada waktu pengecoran pondasi.



2.5 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya *Material Waste*

Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *material waste* di lapangan. *Material waste* yang terjadi dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa penyebab. Gavilan dan Bernold, (1994), membedakan sumber-sumber yang dapat menyebabkan terjadinya *material waste* konstruksi atas enam kategori yaitu:

1. Desain.
2. Pengadaan material.
3. Penanganan material.
4. Pelaksanaan.

Perubahan desain

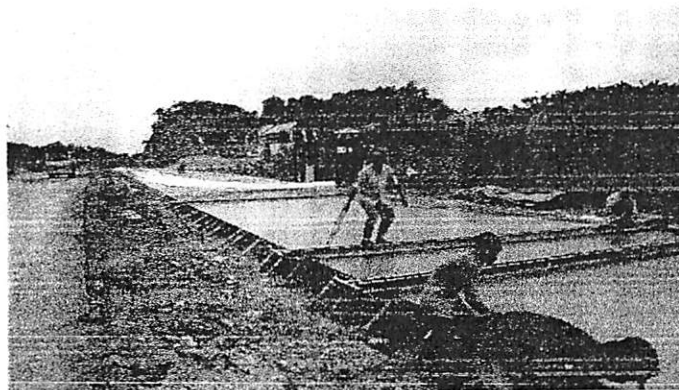
- Memilih spesifikasi produk
- Memilih produk yang berkualitas rendah
- Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan
- Desainer tidak mengenal dengan baik jenis-jenis produk yang lain
- Pendetailan gambar yang rumit
- Informasi gambar yang kurang
- Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengetahuan tentang konstruksi

Pengadaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dan sebagainya - Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil - Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi - Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi - Pengemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan
Penanganan Material	<ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan akibat transportasi ke/ di lokasi proyek - Penyimpanan yang keliru menyebabkan kerusakan - Material yang tidak di kemas dengan baik - Membuang/ melempar material - Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/ kurang - Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan ke dalam gudang

Tabel 2.2 Sumber dan Penyebab Terjadi *Material Waste* Konstruksi (Bossink, 1996)
(Lanjutan)

Sumber	Penyebab
Pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja - Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik - Cuaca yang buruk - Kecelakaan pekerja di lapangan - Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti - Metode untuk menempatkan pondasi - Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna - Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor - Kecerobohan dalam mencampur, mengolah dan menggunakan material kerja yang tidak akurat, dan lain- lain - Pengukuran dimensi yang tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume
Residual (Sisa)	<ul style="list-style-type: none"> - Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi - Kesalahan pada saat memotong material - Kesalahan pesanan barang, karena tidak menguasai spesifikasi - Pengepakan - Material waste karena proses pemakaian
Lain-lain	<ul style="list-style-type: none"> - Kehilangan akibat pencurian - Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap material waste.

Ekanaye dan Ofori, (2000) melakukan survey kuesioner pada semua kontraktor bangunan yang masuk tiga kategori finansial terbesar (G6, G7, dan G8) dari *The Building and Construction Authority (BCA)* di Singapura, menyimpulkan faktor-faktor penyebab terjadinya *material waste* konstruksi pada keempat sumber tersebut di atas, dapat dilihat pada Tabel 2.4.



Tabel 2.3 Sumber dan Penyebab Terjadi *Material Waste* Konstruksi (Ekanayake, 2000)

Sumber	Penyebab
Desain	<ul style="list-style-type: none"> - Kurang adanya koordinasi dengan bagian- bagian yang terkait - Perubahan desain pada saat konstruksi berlangsung - Desainer yang tidak berpengalaman dalam menentukan urutan dan metode konstruksi - Tidak memperhatikan ukuran standarisasi yang ada - Perencana tidak menguasai produk-produk alternatif - Pendetailan gambar yang rumit - Informasi gambar yang kurang - Dokumen kontrak yang keliru - Dokumen kontrak yang tidak komplit - Memilih produk yang berkualitas rendah
Pengadaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesalahan pemesanan - Membeli produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi - Kekurangan dari kemungkinan pesanan dalam jumlah kecil
Penanganan Material	<ul style="list-style-type: none"> - Kerusakan selama transportasi - Penyimpanan yang tidak benar sehingga terjadi kerusakan - Material yang terkirim dalam kondisi tidak padat - Menggunakan material apa saja untuk keperluan menutup tempat kerja - Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/ kasar - Pencurian
Pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesalahan yang dibuat oleh pekerja, atau karena kurang terampil - Kesalahan karena kelalaian - Kerusakan pekerjaan karena kurang terampil - Menggunakan material yang salah, sehingga perlu diganti - Jumlah yang dibutuhkan tidak jelas karena perencanaan tidak jelas - Peralatan tidak berfungsi dengan baik - Cuaca yang buruk - Informasi yang terlambat sampai ke kontraktor mengenai tipe dan ukuran material yang akan dipasang

Tabel 2.4 Variabel Penyebab *Material Waste*

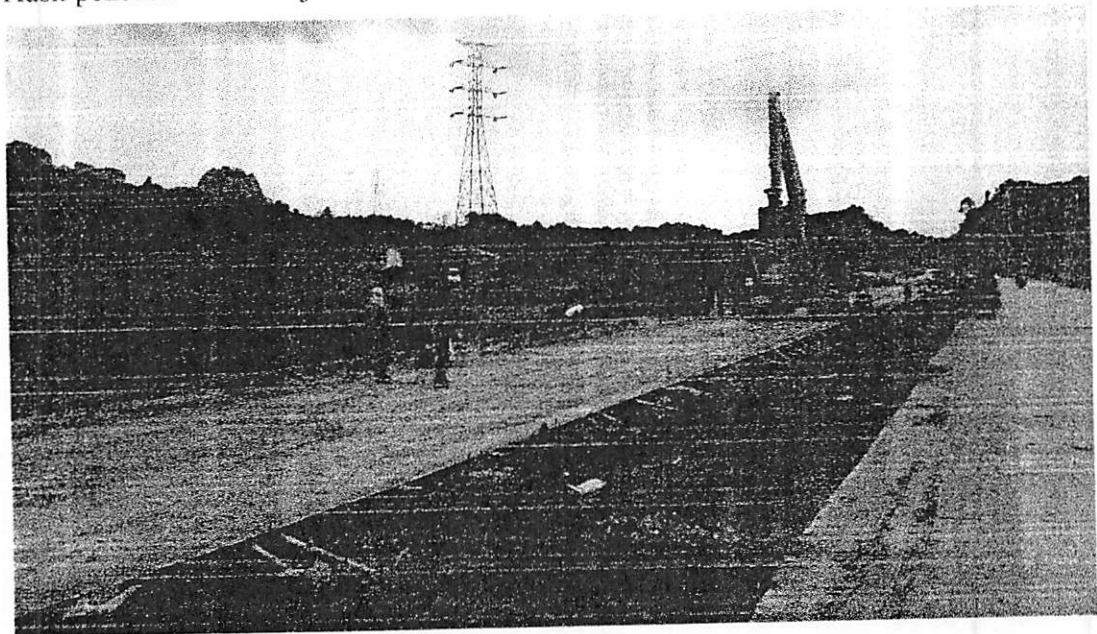
NO	VARIABEL	SUMBER
1	Perubahan desain	Ekanayake dan Ofori, (2000)
2	Kurangnya informasi dalam gambar	Ekanayake dan Ofori.(2000)
3	Kurang lengkapnya informasi masalah tipe dan ukuran material pada dokumen material	Pola dan Ballard,(2004)
4	Kesalahan dalam dokumen kontrak	Ekanayake dan Ofori, (2000)
5	Pemilihan produk berkualitas rendah	Ekanayake dan Ofori, (2000)
6	Kurangnya pemahaman produk alternatif	Ekanayake dan Ofori, (2000)
7	Kurangnya pengetahuan tentang ukuran standar yang tersedia dipasar	Ekanayake dan Ofori,(2000)
8	Pemesanan material tidak memenuhi kebutuhan proyek	Polar dan Ballard, (2004)
9	Kurangnya desain	Alwi et al, 2002
10	Kesalahan Pemesanan (terlalu banyak atau sedikit)	Ekanayake dan Ofori, (2000)
11	Kurangnya kemungkinan untuk pemesanan jumlah kecil	Ekanayake dan Ofori (2000)
12	Menunggu material	Alwi et al, 2002
13	Perencanaan konstruksi tidak sempurna	Polar dan Ballard (2004)
14	Kerusakan material ditempat	Alwi et al, 2002
15	Kesalahan penyusunan material di lapangan	Alwi et al, 2002
16	Material tidak memenuhi spesifikasi	Alwi et al, 2002
17	Penanganan material yang tidak perlu	Alwi et al, 2002
18	Material yang digunakan longgar	Ekanayake dan Ofori, (2000)
19	Penyimpanan material tidak pantas/ buruk	Ekanayake dan Ofori, (2000)
20	Perbaikan pekerjaan finishing	Alwi et al, 2002
21	Penundaan jadwal	Alwi et al, 2002
22	Tukang lambat/ tidak efektif	Alwi et al, 2002
23	Kurangnya pengawasan/ kualitas buruk	Alwi et al, 2002
24	Perbaikan pada pekerjaan struktur	Alwi et al, 2002
25	Perbaikan pada bekisting/ perancah	Alwi et al, 2002
26	Peralatan sering pecah/ rusak	Alwi et al. 2002
27	Menunggu tukang	Alwi et al, 2002
28	Peralatan tidak dapat diandalkan	Alwi et al, 2002
29	Perbaikan pekerjaan pondasi	Alwi et al, 2002

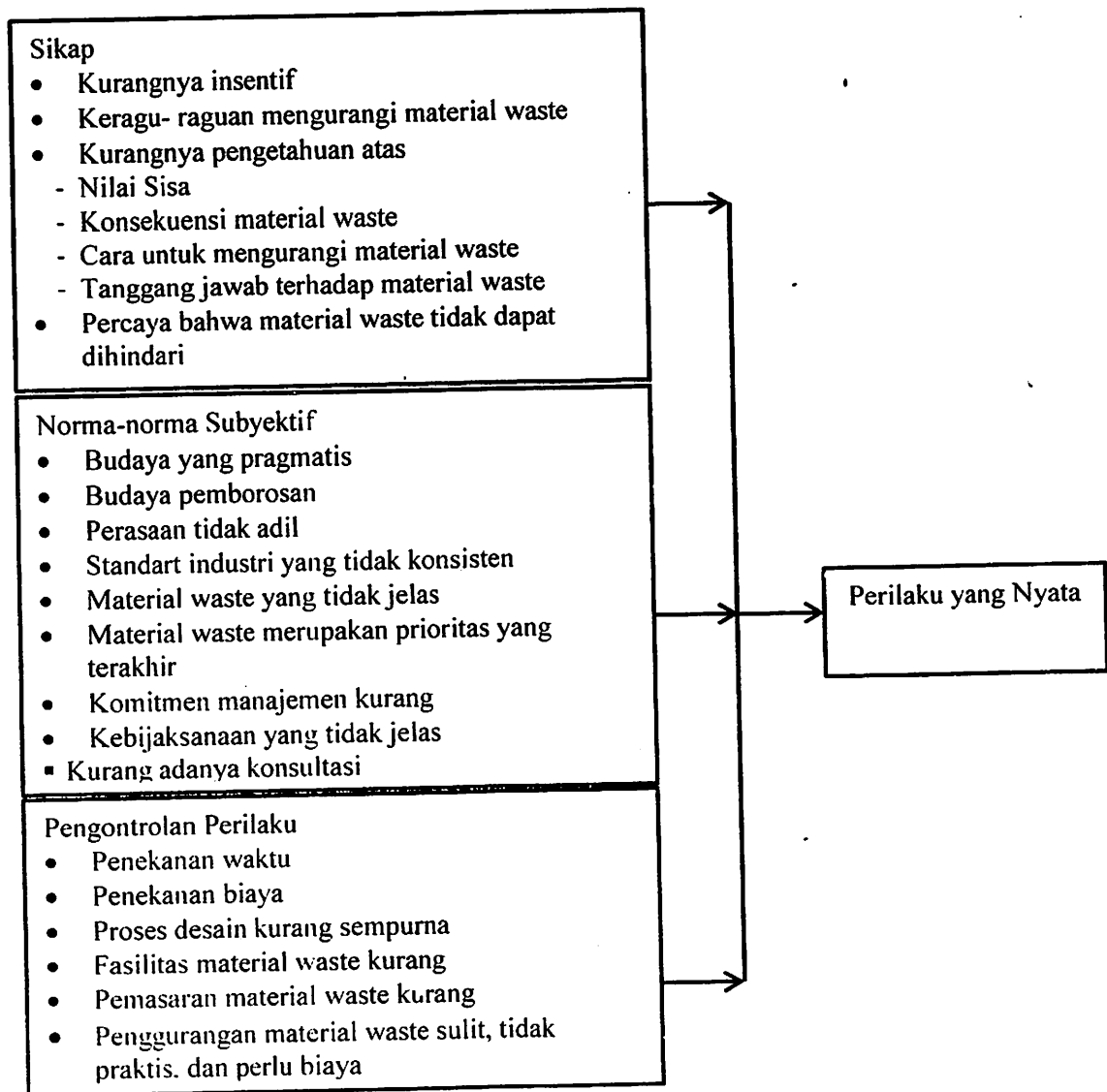
Tabel 2.4 Variabel Penyebab *Material Waste* Lanjutan

NO	VARIABEL	SUMBER
30	Keceelakaan berlebihan ditempat kerja	Alwi et al, 2002
31	Menunggu instruksi	Alwi et al, 2002
32	Menunggu perbaikan peralatan	Alwi et al, 2002
33	Cuaca	Alwi et al, 2002
34	Kesalahan pekerjaan	Polar dan Ballard, (2004)
35	Lambatnya gambar revisi dan distribusi	Alwi et al, 2002

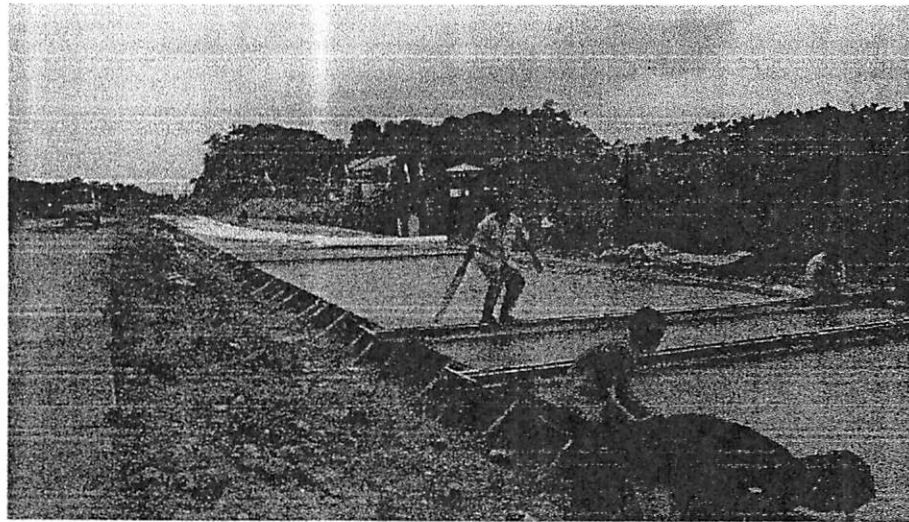
(Sumber: Trisiana et al,2011)

Perubahan perilaku manusia dapat mempengaruhi secara signifikan *material waste* yang terjadi di lapangan, penelitian ini dilakukan oleh Teo dan Loosemore (2001), berdasarkan "*Theory Of Planned Behaviour*" oleh Ajzen. Tujuan penelitian ini untuk memberi rekomendasi dan membantu para manajer di lapangan untuk mengetahui sikap dan perilaku para pekerja yang dapat mempengaruhi terjadinya *material waste* di lapangan. Hasil penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 2.1





Gambar 2.1 Peluasan *Theory Of Planned Behaviour* (Loosemore, 2001)



Formoso et al, 2002 di dalam papernya "*Material waste In Building Industry: Main Causes and Prevention*", memaparkan hasil studi lapangan mengenai Material waste di dalam industri konstruksi. Studi ini dibagi atas 2 bagian.

Studi pertama dikembangkan di *Federal University Of Rio Grand Do Sul (UFRGS)* di Brazil, antara April 1992 sampai dengan Juni 1993 yang meneliti 7 jenis bahan bangunan di lima lokasi yang berbeda.

Studi kedua meneliti 18 jenis bahan bangunan pada 69 lokasi. Penelitian ini merupakan hasil kerjasama diantara 15 Universitas di Brasil, antara bulan Oktober 1996 sampai dengan Mei 1998.

Faktor-faktor penyebab dan cara meminimalisasi *material waste* hasil penelitian dari kedua studi tersebut, diringkas dalam Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.5 Faktor Penyebab dan Cara Meminimalisasi *Material Waste*
(Farmoso et al. 2002)

NO	JENIS MATERIAL	FAKTOR PENYEBAB	CARA MEMINIMALISASI
1.	Beton Ready Mix	<ul style="list-style-type: none"> - Volume beton dari supplier kurang - Terjadi deviasi dimensi struktur saat pengecoran 	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan perhitungan volume BRM setelah menempati bekisting - Melakukan constructability pada elemen- elemen struktur, dan desain sistem bekisting yang lebih sempurna - Menggunakan alat ukur yang lebih teliti
2.	Besi Beton	<ul style="list-style-type: none"> - Desain yang kurang sempurna - Pemotongan bahan yang tidak optimal - Jumlah stok yang berlebihan 	<ul style="list-style-type: none"> - Tingkatkan kapasitas desain - Tingkatkan sistem pengontrolan
3.	Semen (Dalam bentuk Mortar)	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran bata yang bervariasi - Terjadi deviasi dimensi struktur - Terececer selama penanganan dan transportasi - Pemakaian mortar berlebihan pada joint-joint pasangan batu 	<ul style="list-style-type: none"> - Tingkatkan sistem pengontrolan - Melakukan constructability pada elemen-elemen struktur, dan desain sistem bekisting yang lebih sempurna - Menggunakan peralatan yang memadai - Menggunakan jalur jalan yang aman. - Koordinasi modul tembok bata dengan pekerjaan struktur
4.	Batu Bata	<ul style="list-style-type: none"> - Volume bata kurang dan rusak pada saat terima barang - Sisa pemotongan di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> - Tingkatkan sistem pengontrolan - Kurangi jumlah stok - Rencanakan operasi pemotongan bata - Koordinasi modul tembok bata dengan pekerjaan struktur
5.	Keramik	<ul style="list-style-type: none"> - Sisa pemotongan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> - Pusatkan operasi pemotongan keramik

2.6 Manajemen Material

Manajemen material dilakukan untuk menanggulangi *material waste* agar dapat mencapai minimum. Menurut Dobler (1990), manajemen material merupakan perpaduan dari berbagai aktivitas yang cara pelaksanaannya menerapkan manajemen terpadu, dimana prosesnya dimulai sejak tahap pengadaan material sampai di olah menjadi suatu bahan yang siap dipakai.

1. Pengadaan Material

Pengadaan material merupakan antisipasi terhadap ketersediaan material di pasaran. Hal ini dilakukan agar material selalu siap di lokasi saat diperlukan. Kegiatan ini meliputi:

- a. Membuat estimasi kebutuhan volume dan jenis material yang akan dipakai, beserta spesifikasi yang jelas. Membuat jadwal pengiriman material ke lokasi sesuai jadwal pelaksanaan di lapangan, menyampaikan kebutuhan material.
- b. Memilih supplier diutamakan yang sudah berpengalaman, baru dipertimbangkan faktor harga (Nugraha, 1985).
- c. Menyiapkan dan menerbitkan perintah pembelian.
- d. Melaksanakan pembelian dengan pemesanan yang terencana terlebih dahulu. Sehingga pengiriman selalu sesuai dengan jadwal proyek. Perlu di atur agar material yang datang sesuai jadwal pemakaian material tersebut.

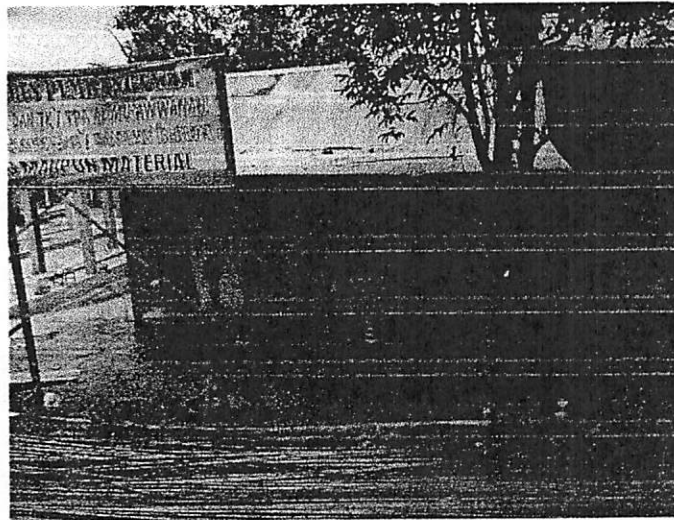
2. Penyimpanan Material

Penyimpanan material meliputi sebagai berikut:

- a. Setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga membutuhkan penanganan dalam hal penyimpanan yang berbeda pula, agar tidak menimbulkan *material waste* yang tidak diinginkan. Misalnya untuk semen, kondisi penyimpanan tidak boleh lembab, karena semen akan rusak/ mengeras untuk itu perlu diberi landasan. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:
- b. Menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak tercampur dengan material lain sehingga tidak mudah rusak. Untuk material yang mudah rusak atau pecah dipisahkan dengan material berat yang lain, seperti semen jangan di letakkan terlalu dekat dengan besi beton.

- c. Gudang penyimpanan harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, kerusakan, dan bebas dari bahaya banjir.
 - d. Selain gudang, perlu diperhatikan juga tempat di sekitar lokasi proyek yang dibutuhkan untuk tempat penyimpanan peralatan berat, material-material seperti besi beton, pasir, batu gunung, dan jalur arus material dari lokasi penyimpanan ke tempat kerja.
 - e. Arus masuk keluar barang harus diatur dengan baik, misalnya penyimpanan semen harus berdasarkan FIFO (*First In First Out*) atau masuk pertama keluar pertama. Cara ini untuk mencegah material yang tidak tahan lama, agar tidak rusak sebelum digunakan.
 - f. Semua barang yang disimpan di dalam gedung, sedapat mungkin mudah untuk di ambil/ dicari ketika akan digunakan untuk itu sedapat mungkin setiap material diberi tanda atau label (Nugraha, 1985)
3. Penanganan Material
- Penanganan material perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan *material waste*. Hal-hal ini yang perlu diperhatikan adalah:
- a. Menurunkan muatan material dengan hati-hati, sehingga tidak terjadi banyak material yang rusak (Skoyles, 1976).
 - b. Menerima dan memeriksa material, hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penerimaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta, volume yang kurang dan material yang rusak dari *supplier* (Stuckhart, 1995).
 - c. Melakukan penumpukan material dengan benar, baik jumlah penumpukan yang diperbolehkan sesuai dengan spesifikasi maupun metode penumpukan.
 - d. Pемindahan material dari tempat penyimpanan ke tempat kerja harus dilakukan dengan hati-hati.
 - e. Penataan *site* dibuat sebaik mungkin, sehingga arus material jalannya pendek dan aman (Thomas, 1989).
4. Pemakaian Material
- Pemakaian material dapat timbul karena:
- a. Peralatan kerja kurang memadai, maupun budaya kerja yang kurang baik (Gavilan, 1994).
 - b. Perilaku para pekerja di lapangan.

- c. Memakai teknologi yang masih baru, dimana tukang masih belum terbiasa dengan metode tersebut, sehingga menimbulkan kesalahan dalam pemakaian material yang pada akhirnya material tersebut tidak dapat dipakai lagi (Skoyles, 1976).
- d. Pemotongan material menjadi ukuran-ukuran tertentu tanpa perencanaan yang baik (Gavilan, 1994).



2.7 Penelitian Yang Dilakukan Di Negara Lain

Hasil penelitian yang telah dilakukan di negara lain mengenai kuantitas *material waste* konstruksi yang terjadi di proyek pada enam negara dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancis

Penelitian dalam buku "*Acceptability of Materials in Road Construction*" (2012) menyatakan bahwa tidak kurang dari 40% total produksi *waste*, bangunan dan sipil dalam industry menghasilkan 350 juta ton *waste* mineral setiap tahun. Studi ini terutama mengkonsentrasikan kepada pengaruh langsung pada lingkungan konstruksi dan daur ulang (*recycling*) *material waste*.

2. India

Shrivasta dan Chini, 2014 menyatakan bahwa di India menghasilkan *waste* sebesar 24 juta ton per tahun yang menentukan bahwa *waste* terbesar pada tanah, pasir dan batuan 4,2 ton hingga 5,14 ton per tahun. Studi ini terutama mengkonsentrasikan kepada pengaruh langsung pada lingkungan konstruksi dan daur ulang (*recycling*) *material*.

3. Hong Kong

Tam et al. 2005 meneliti mengenai *waste* yang ada di Hong Kong dalam *Controlling Construction Waste by Implementing Governmental Ordinance in Hong Kong* (2005) menyatakan bahwa 40% dalam total *waste* ada di tiga tempat pembuangan (EPD, 2003). Tam et al, 2005 juga melaporkan bahwa 17.910 ton per hari dihasilkan dari *waste* yang didalamnya terdapat 42% berasal dari *waste* konstruksi. *Waste* yang dihasilkan bertambah dari tahun 1990 hingga 1999 yang bertumbuh 20% per tahun (EPD, 2003) Penelitian ini bertujuan mengefektifkan fungsi pemerintahan dalam mengontrol *material waste* di Hong Kong dan juga mengukur peraturan yang mengontrol *waste* konstruksi dalam batas efisiensi didalam pelaksanaannya.

2.8 Konsep dari *Waste*

Konsep dari *material waste* dalam industri konstruksi tidak hanya dari perspektif dan efisiensi tetapi juga konsentrasi pada pertumbuhan ditahun-tahun belakangan ini tentang akibat yang berlawanan atau merugikan dari *material waste* bangunan pada lingkungan. Jenis *material waste* tipikal sejumlah 15% dan 30% dari *material waste* perkotaan Brooks et al, (1994), Bossink dan Browers, (1996).

Tipe lain dari *material waste* di luar puing-puing juga perlu dipertimbangkan. Skoyles (1976) membuat suatu perbedaan antara *direct* dan *indirect* *material waste*. *Direct material waste* terdiri dari material yang seluruhnya hilang karena pada di lapangan dapat diperbaiki kerusakannya atau material yang hilang. Misalnya, pemborosan yang terjadi dilapangan saat memindahkan *material waste* dilapangan. Sebaliknya, *Indirect material waste* terjadi ketika material tidak hilang secara fisik tetapi disebabkan karena kerugian pada biaya. Misalnya *material waste* karena ketebalan slab lantai lebih besar daripada spesifikasi atau desain strukturnya.



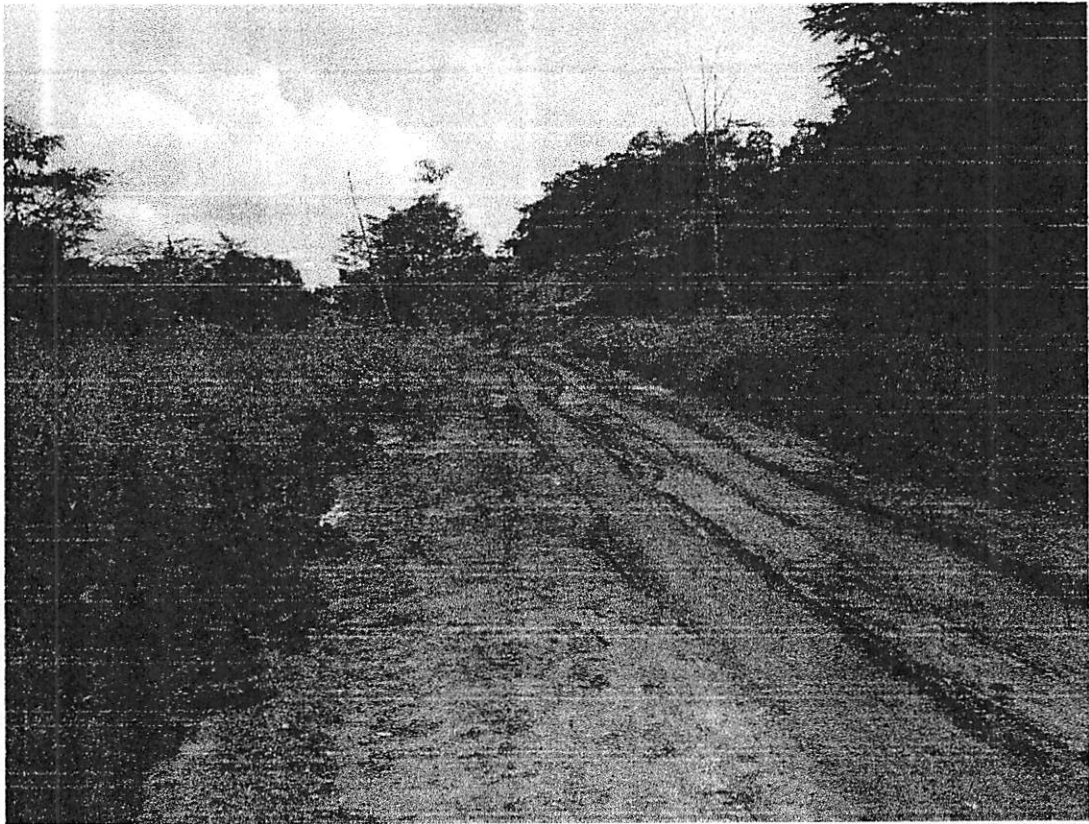
2.9 Waste Proyek Gedung dan Proyek Jalan

Penelitian yang dilakukan di negara lain dan di Indonesia menunjukkan *waste* untuk proyek gedung bervariasi dan mempunyai nilai yang cukup besar. Proyek jalan sudah ada tapi belum banyak karena negara maju cenderung melaksanakan 3 R yakni *Reduce*, *Reuse* dan *Recycling*. Sedangkan masalah lainnya belum mendapat banyak perhatian khusus.

Karena belum ada literatur mengenai sumber dan penyebab untuk proyek jalan sebelumnya maka peneliti menggunakan literatur dari proyek gedung, antara lain literatur mengenai sumber dan penyebab *material waste*, maka hal inilah yang dipakai dalam referensi penelitian ini. Tentunya akan dilakukan penelitian yang lebih mendalam dalam penelitian ini untuk menentukan sumber dari penyebab *material waste* proyek konstruksi jalan secara tepat.

Walaupun secara kuantitatif *waste* untuk gedung pasti berbeda dengan *waste* proyek jalan, namun ada persamaan juga pada *waste* antar kedua hal tersebut, yakni manajemen material.

Dengan mengacu kepada beberapa hal diatas maka peneliti akan meneliti material waste pada proyek konstruksi jalan.



2.10 *Research Review*

Research review adalah kajian yang diharapkan dapat memberikan pemecahan masalah/ solusi terhadap kelebihan/ kekurangan penelitian terdahulu. Sumber masalah adalah banyaknya *material waste* yang terjadi lebih dari yang diperkirakan dan metode pemecahan dengan menggunakan manajemen risiko. Dibandingkan dengan 16 penelitian terdahulu maka penelitian ini belum ditemukan pada penelitian terdahulu tersebut. Penelitian ini diharapkan akan memberikan pemecahan masalah/ solusi terhadap kelebihan/ kekurangan penelitian terdahulu sebagai *research review*. Dalam beberapa penelitian terdahulu, di mana di dalam penelitian tersebut terdapat sumber dan penyebab *material waste*, persentase kuantitas bahan material, hubungan antara produktivitas dan besarnya *material waste*, sikap dan perilaku pekerja, estimasi biaya *material waste*, dan penanganan *material waste* untuk proyek gedung. Sedang untuk proyek jalan yang ada hanya berat total rata-rata *material waste* dan pengurangan *waste* jalan dengan menggunakan 3R yakni *Reduce*, *Reuse* dan *Recycling*. Tabel 2.1 menunjukkan tabel penelitian *material waste* terdahulu.

Tabel 2.1 Matriks Penelitian Terdahulu

NO	IDENTITAS DAN JUDUL PENELITIAN	DESKRIPTIF (TUJUAN, HASIL, DAN ALAT ANALISIS)
1	<p>Thompson et al, (2011) Judul Penelitian: <i>Sustainability Strategies for Highway Construction : A Case Study of ADOT's Piestewa SR51 HOV Widening Project</i></p>	<p>Tujuan: Mengukur aspek lingkungan dalam benefit untuk mengurangi biaya sesuai dari konstruksi jalan.</p> <p>Hasil: Mengurangi <i>waste</i>, pada penggalian <i>sub grade</i> mengurangi lalu lintas, dan meningkatkan daur ulang dan penggunaan dari material yang berhasil dikurangi 165 ton aspal dan 31 ton campuran material.</p> <p>Strategi satu : Meminimalkan <i>waste</i></p> <p>Strategi kedua : Mengurangi Transportasi dan kemacetan lalu lintas</p> <p>Strategi ketiga : Mendaur ulang dan menggunakan kembali terutama pada aspal.</p>

Tabel 2.1 Matriks Penelitian Terdahulu

NO	IDENTITAS DAN JUDUL PENELITIAN	DESKRIPTIF (TUJUAN, HASIL, DAN ALAT ANALISIS)	
2	Bossink, B. A. G dan Brouwers, H. J.H.,(1996), Belanda Judul Penelitian: <i>Construction Waste : Quantification and Source Evalution</i>	Desain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesalahan dalam dokumen kontrak. 2. Ketidak lengkapan dokumen kontrak. 3. Perubahan desain. 4. Memilih spesifikasi produk. 5. Memilih produk yang berkualitas rendah. 6. Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan. 7. Desainer tidak mengenal dengan baik jenis- jenis produk yang lain. 8. Pendetailan gambar yang rumit. 9. Informasi gambar yang kurang. 10. Kurang berkoordinasi dengan koordinator dan kurang berpengaruh tentang konstruksi.
		Pengadaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesalahan pemesanan, kelebihan, dan sebagainya. 2. Pemesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil. 3. Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi. 4. Pemasok mengirim barang tidak sesuai spesifikasi. 5. Pengepakan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan.
		Penanganan Material	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kerusakan akibat transportasi ke/ di lokasi proyek. 2. Penyimpanan yang keliru menyebabkan kerusakan. 3. Material yang tidak dikemas dengan baik. 4. Membuang/ melemparkan material 5. Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/ kurang. 6. Penanganan yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran material untuk dimasukkan ke dalam gudang.
		Pelaksanaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja. 2. Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik. 3. Cuaca yang buruk.