

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada pelaksanaan sebuah proyek konstruksi bangunan, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi atau biasa disebut dengan *Construction Waste*. Sisa material konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa/tercecer/rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya (J.R. Illingworth, 1998). Banyak faktor yang menjadi sumber terjadinya sisa material konstruksi, antara lain desain, pengadaan material, penanganan material, pelaksanaan, residul dan lain-lain misal pencurian (Gavilan dan Bemold, 1994). Material sebagai salah satu komponen penting yang memiliki pengaruh cukup erat dengan biaya suatu proyek, sehingga dengan adanya sisa material konstruksi yang cukup besar dapat dipastikan terjadi pembengkakan pada sektor pembiayaan. Di samping itu, sisa material konstruksi juga berpengaruh kepada lingkungan. Sisa material konstruksi dapat menambah kuantitas dari sampah kota yang notabene tempat pembuangan (*landfill*) yang tersedia tidak cukup bagi kota-kota besar. Akibatnya beban lingkungan semakin bertambah.

Timbulnya limbah dalam setiap kegiatan merupakan hal yang tidak dapat dihindarkan. Tchobanoglous et al (1994) Menuliskan “solid wasted is the consequence of life” (sampah adalah konsekuensi kehidupan). Namun demikian banyaknya limbah material (bahan bangunan yang dihasilkan untuk setiap volume satuan pekerjaan tertentu sebenarnya dapat dikurangi. Hal ini terungkap dalam penelitian Skoyles dan Skoyles (1987). Untuk itu perlu diketahui seberapa banyak limbah yang dihasilkan dalam suatu pekerjaan konstruksi.

Di Indonesia keberadaan limbah konstruksi ini baru diakui setelah UU no 18 tahun 2008 tentang “Pengolaan Sampah” menggolongkannya sebagai ‘sampah spesifik’ berupa ‘puing bongkaran bangunan’. Sebelumnya limbah konstruksi ini dianggap merupakan limbah lain lain yang bersifat minor. Walaupun telah diakui sebagai ‘sampah spesifik’, penanganan limbah konstruksi ini secara khusus belum diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup sebagai mana disebutkan dalam Pasal 5 UU no 18 tahun 2008. Dari segi biaya konstruksi, semakin besar persentase material yang berakhir menjadi limbah akan memperbesar biaya konstruksi. Dalam

pelaksanaan konstruksi, perkiraan biaya konstruksi akan memasukkan level persentase tertentu biaya untuk menutupi kehilangan material ini. Biasanya setelah semua biaya konstruksi dihitung akan ditambahkan persentase tertentu dari biaya untuk menutupi biaya biaya yang mungkin keluar namun diluar perhitungan. Mengingat material sejenis Semen harganya relatif kecil dibanding material lain seperti kayu ataupun besi, maka sering terjadi persentase semen yang berakhir menjadi limbah luput dari perhatian kontraktor / pelaksana konstruksi.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Faktor faktor yang menjadi sumber terjadinya sisa material konstruksi.
2. Banyaknya limbah yang dihasilkan dalam pekerjaan konstruksi pembangunan rumah yang ditinjau.
3. Ratio antara material yang tidak terpasang dengan material yang dibutuhkan secara teoritis dianggap sebagai persentase material semen yang berakhir menjadi limbah.

1.3 Batasan Masalah

Agar peneliti lebih terarah, maka dilakukan pembatasan terhadap hal-hal yang diamati selama penelitian. Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisis kuantitatif material semen terbuang dengan jalan perhitungan volume pembelian material dikurangi dengan stok material dikurangi dengan siap pakai di lapangan.
- b. Peneliti membatasi masalah hanya pada pekerjaan dinding saja karena pekerjaan ini dilakukan secara manual.
- c. Faktor faktor penyebab timbulnya limbah ini akan diamati dan dibandingkan dengan studi literatur yang telah ada sebelumnya (Nagapan et al 2012, Skoyles dan Skoyles 1987, Wulandari 2001).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase material yang terbuang pada pembangunan rumah serta jumlah limbah yang dihasilkan dari pekerjaan tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian akan bermanfaat untuk melengkapi literatur berkaitan dengan masalah limbah konstruksi dan masalah ‘sustainable construction’ yang masih jarang dilakukan di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Meliputi: Latar Belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Sistematika Penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi uraian dasar – dasar teori yang mendukung analisis permasalahan yang akan dilakukan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan data pada pengkajian indeks kebutuhan material dilakukan dengan menginventaris data sekunder pada proyek konstruksi yang sedang dilaksanakan. Inventarisasi data sekunder wawancara ke kontraktor, konsultan perencana, pelaksana konstruksi di lapangan.

BAB IV. PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

Mengolah data dengan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk menentukan besar indeks kebutuhan bahan, produktivitas pekerja dan penghasil limbah yang paling dominan pada setiap item pekerjaan yang dilakukan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari keseluruhan pengamatan dan analisa data serta saran – saran yang digunakan sebagai pengaruh yang baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Konstruksi

Beberapa studi memiliki definisi berbeda tentang limbah konstruksi tergantung pada jenis konstruksi dan praktek di mana sampling dilakukan. Menurut Khairulzan Yahya, & A. Halim Boussabaine (2004), limbah material konstruksi mengacu pada bahan-bahan dari lokasi konstruksi yang tidak dapat digunakan untuk tujuan konstruksi dan harus dibuang karena alasan apapun. Limbah konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu bahan yang tidak digunakan dan merupakan hasil dari proses konstruksi yang berjumlah besar sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar. Bahan tersebut bisa berupa batu, beton, batu bara, atap, instalasi listrik dan lain sebagainya. Limbah material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*construction and demolition*). Seperti yang disampaikan pula oleh Firmawan (2006) bahwa indikator yang paling berpengaruh terhadap penyebab terjadinya penyimpangan biaya material adalah proses pembelian, selain pengangkutan, penyimpanan ataupun dalam proses penggunaan material.

Oyeshola Femi Kofoworola dan Shabbir H. Gheewala (2008) menyatakan bahwa limbah pembangunan dan pembongkaran adalah limbah yang dihasilkan selama proses konstruksi, renovasi dan pembongkaran bangunan. Limbah konstruksi umumnya mengacu pada limbah yang dihasilkan dari konstruksi, renovasi, pembongkaran, pengembangan *real estate*, pembangunan infrastruktur, pengerjaan tanah dan pembersihan lahan (US EPA 1998, Tang, Soon & Larsen 2003). Fatta et al, (2003) menyatakan bahwa limbah konstruksi dihasilkan dari berbagai kegiatan seperti membersihkan lokasi proyek dan pembangunan infrastruktur.

HH Lau & A. Whyte 2007 mengatakan bahwa industri konstruksi telah dianggap sebagai salah satu kontributor utama dari dampak negatif terhadap lingkungan, karena tingginya jumlah limbah yang dihasilkan dari konstruksi, renovasi, pembongkaran dan kegiatan yang terkait dengan konstruksi. Gavilan dan Bernold (1994) dan Craven et al. (1994) menjelaskan bahwa penyebab utama adanya limbah, antara lain; kesalahan dalam dokumen kontrak, perubahan desain, kesalahan pemesanan, kecelakaan, kurangnya mengontrol lokasi proyek, kurangnya manajemen limbah, kerusakan selama pengangkutan dan pemotongan bahan. Koskela (1992), Alarcon (1993), Serpell dkk. (1995) dan Ishiwata (1997) mendefinisikan limbah konstruksi dihubungkan dengan penundaan waktu, biaya kualitas, kurangnya keamanan, pengerjaan ulang, perjalanan transportasi yang tidak perlu, jarak jauh, pilihan manajemen yang tidak tepat, metode atau peralatan dan konstruksi gedung.

Menurut EPD, 1992; Poon, *dkk* (2011) bahwa Sumber utama adanya limbah konstruksi adalah material, penggalian, limbah pembongkaran, pembersihan lokasi proyek dan limbah renovasi. Sedangkan menurut Bossink and browers (1996) limbah konstruksi tersebut timbul karena adanya perbedaan antara ukuran bahan yang dibeli dengan ukuran bahan yang dibutuhkan, ketidakcakapan kontraktor dan pengetahuan yang kurang dalam pelaksanaan pekerjaan sehingga mempengaruhi metode kerja yang digunakan.

Sumber limbah konstruksi bisa dalam bentuk padat, cair, gas, atau kombinasi dari semua bentuk tersebut. Komponen dari limbah konstruksi yang dihasilkan dari lokasi konstruksi termasuk kayu, beton, logam, batu bata, atap dan lain-lain (US EPA 1998, Tang & Larsen 2004). HH Lau & A.Whyte (2007) menyatakan bahwa limbah konstruksi terdiri dari: beton, kayu, logam, bata, dinding, atap, bahan kemasan, plastik, kardus, kertas, dan lainnya. Sedangkan Wang, JY et al, (2008.) mengatakan bahwa kegiatan konstruksi yang menghasilkan berbagai jenis limbah konstruksi, termasuk tanah, lumpur (kelebihan bahan dan meninggalkan bahan), baja dan kayu.

Dilihat dari komposisinya, *European Catalogue of Waste* (Directive 75/442/CEE dan 94/904/CE) mengklasifikasikan pembangunan dan pembongkaran limbah menjadi delapan kelompok:

1. Campuran beton, batu bata, ubin dan keramik,
2. Kayu, kaca dan plastik,
3. Campuran beraspal, tar makadam dan produk tar lainnya,
4. Logam (termasuk paduan logam),
5. Tanah (termasuk yang digali dari daerah yang terkontaminasi), batu dan penggalian tanah,
6. Bahan *insulation* dan bahan konstruksi yang mengandung asbestos,
7. Gypsum berbasis material,
8. Campuran bahan pembangunan dan pembongkaran. Limbah pembangunan dan pembongkaran biasanya meliputi limbah organik, seperti sisa makanan dan bungkus yang dibuang di lokasi tersebut oleh pekerja konstruksi.

Sedangkan Berdasarkan Nabil Kartam *dkk* (2004), material dari limbah konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa kelompok seperti yang dijelaskan di bawah ini;

1. Material galian baik yang terkontaminasi atau tidak terkontaminasi

2. Puing-puing konstruksi jalan
3. Limbah konstruksi bangunan, yang mencakup semua bahan dari konstruksi bangunan, renovasi atau pembongkaran (termasuk beton, kayu, plastik, kertas, logam dll).
4. Produksi bahan bangunan, misalnya, semen, beton jadi, baja, kayu, jendela, pintu dll.

Menurut *Construction Waste Management Guide*, sisa material adalah benda yang tidak berbahaya berwujud yang berasal dari aktivitas pembangunan, penghancuran dan pembersihan dan dapat diberdayakan, digunakan atau diolah kembali (*Resource Venture*, 2005).

Dasar perhitungan sisa material berasal dari perbandingan antara perencanaan material sebelum memulai pekerjaan dan sisa material saat menyelesaikan pekerjaan (Budiadi, 2008).

Mengingat bahwa sisa material merupakan masalah yang penting pada industri konstruksi, sisa material didefinisikan sebagai kehilangan akibat dari berbagai sumber seperti material, waktu (tenaga kerja dan peralatan), dan produktifitas yang menghasilkan biaya *direct* dan *indirect* tetapi tidak menambahkan nilai yang menjadi sudut pandang konsumen (Formoso, 2002).

Al-Moghany (2006), menekankan bahwa sisa material dapat diartikan sebagai segala jenis material yang berasal dari bagian alam di bumi yang dipindahkan, diolah ke suatu tempat untuk kemudian digunakan pada proses konstruksi baik pada suatu lokasi maupun antar lokasi konstruksi berbagai kemungkinan yang dapat timbul antara lain kerusakan, kelebihan, tidak terpakai, tidak sesuai dengan spesifikasi atau hasil dari proses konstruksi.

Menurut Garas et. al., (2001) sisa material adalah sesuatu yang tidak terpakai/terbuang/tidak efisien hasil atau akibat dari peralatan, material, tenaga kerja, atau biaya dalam jumlah cukup besar yang dipertimbangkan dalam proses pembangunan.

Kegagalan menggunakan dan menjaga sistem manajemen yang sesuai untuk material konstruksi akan berakibat buruk bagi kemajuan dan segi finansial pelaksanaan pekerjaan antara lain mencakup : (1) tidak tersedianya bahan pada saat diperlukan, (2) material yang digunakan rusak, (3) material yang tersedia tidak memenuhi persyaratan sesuai dengan spesifikasi (Ervianto, 2004)

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Material Konstruksi

Material merupakan sumber daya utama dalam pelaksanaan suatu proyek. Pengadaan dan pengalokasian material harus disesuaikan dengan jadwal yang telah ditetapkan. Keterlambatan pengadaan material akan menghambat proses pelaksanaan pekerjaan sehingga pekerjaan tidak dapat diselesaikan tepat waktu. Tetapi pengadaan material yang berlebihan juga tidak ekonomis karena biaya yang tersedia seharusnya dialokasikan ke berbagai jenis pekerjaan yang lain. Pengadaan dan pengalokasian bahan bangunan harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien.

Selain itu dibutuhkan tempat khusus untuk menyimpan material tersebut. Hal ini disebabkan kemungkinan terjadi kerusakan atau kehilangan material selama pelaksanaan proyek. Penyimpanan material harus memenuhi syarat-syarat penyimpanan yang telah ditetapkan, agar material tidak mudah rusak dan pada saat digunakan masih memenuhi standar mutu yang telah disyaratkan.

1. Semen PC

Semen PC (*Portland Cement*) adalah suatu bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif yang mampu melekatkan fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan massa yang padat. Semen adalah bahan pengikat yang sangat penting, terutama dalam pembuatan konstruksi beton bertulang. Semen yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat PBI 1971 dan PUBI 1982.

Adapun persyaratan semen yang tercantum dalam syarat-syarat spesifikasi teknik proyek adalah sebagai berikut:

- Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe kelas I menurut ASTM.
- Semen yang digunakan adalah semen dengan satu merk yang sama (tidak diperkenankan menggunakan berbagai jenis atau merk semen untuk suatu konstruksi struktur yang sama).
- Semen harus disimpan dalam gudang semen yang kering, terlindung dari pengaruh cuaca, berventilasi secukupnya, dan lantai yang bebas dari tanah.
- Semen harus dalam keadaan segar atau belum mulai mengeras, jika ada bagian yang mulai mengeras, jumlahnya tidak boleh melebihi 5 % berat.

Contoh semen PC dapat dilihat pada gambar 2.1



2. Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi dari batuan atau dapat juga merupakan pasir buatan yang dihasilkan oleh pemecah batu. Agregat halus atau pasir berperan penting sebagai pembentuk beton dalam pengendalian *workability*, kekuatan dan keawetan beton. Pasir sering kali mengandung mineral reaktif dan kotoran lainnya, oleh karena itu pemilihan pasir untuk beton harus dilakukan secara kolektif.

Pasir yang digunakan adalah pasir sungai yang berbutir keras, bersih dari kotoran, lumpur dan bahan organik, yang terdiri dari:

- Pasir untuk pasangan adalah pasir dengan ukuran butiran antara 0,075-1,25 mm yang lazim disebut pasir pasang.
- Pasir untuk pekerjaan beton adalah pasir dengan gradasi ukuran yang direkomendasikan oleh laboratorium yang disebut pasir beton.

2.2.2 Manajemen Material

Penanggulangan sisa material agar dapat mencapai minimum, perlu dilakukan sistem manajemen material. Menurut Dobler (1990), manajemen material merupakan perpaduan dari berbagai aktifitas yang cara pelaksanaannya menerapkan manajemen terpadu, dimana prosesnya dimulai sejak tahap pengadaan material sampai diolah menjadi suatu bahan yang siap pakai. Dalam proyek konstruksi, manajemen material umumnya meliputi tahap pengadaan, penyimpanan, penanganan dan pemakaian material.

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 kepada bagian pengadaan/logistik untuk dipesankan sesuai kebutuhan.

- b. Memilih *supplier* diutamakan yang sudah berpengalaman (bonafiditas), 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 diatur agar material yang datang sesuai jadwal pemakaian material tersebut. Komunikasi antara kontraktor dan *supplier* harus terjalin dengan baik, supaya tidak terjadi kesalahan dalam pengiriman.

2. Penyimpanan Material

Setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga membutuhkan penanganan dalam hal penyimpanan yang berbeda pula, agar tidak menimbulkan sisa material yang tidak diinginkan. Misalnya untuk semen, kondisi penyimpanan tidak boleh lembab, karena semen akan rusak/mengeras untuk itu perlu diberi landasan. Hal-hal lain yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak bercampur dengan material lain sehingga tidak mudah rusak. Untuk material yang mudah rusak atau pecah perlu dipisahkan dengan material berat yang lain, seperti keramik dan batu bata jangan diletakkan terlalu dekat dengan besi beton.
- b. Gudang penyimpanan harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, perusakan dan bebas dari bahaya banjir.
- c. Selain gudang, perlu diperhatikan juga tempat di sekitar lokasi proyek yang dibutuhkan untuk tempat penyimpanan peralatan berat, material-material seperti besi-beton, pasir, batu bata, batu pecah, dan jalur arus material dari lokasi penyimpanan ke tempat kerja.
- d. 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.

- e. Semua barang yang disimpan di dalam gudang, sedapat mungkin mudah untuk diambil/dicari ketika akan digunakan, untuk itu sedapat mungkin setiap material diberi tanda atau label (Nugraha, 1985).

3. Penanganan Material

Setiap material yang tiba di lokasi perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan sisa material. Hal-hal lain 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 rekomendasi pabrik maupun metode penumpukan.
- d. Pemindahan 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

Pada tahap ini sisa material dapat timbul karena:

- a. Peralatan kerja kurang memadai maupun budaya kerja yang kurang baik. (Gavilan, 1994).
- b. Perilaku para pekerja di lapangan. (Loosemore, 2001).
- 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).

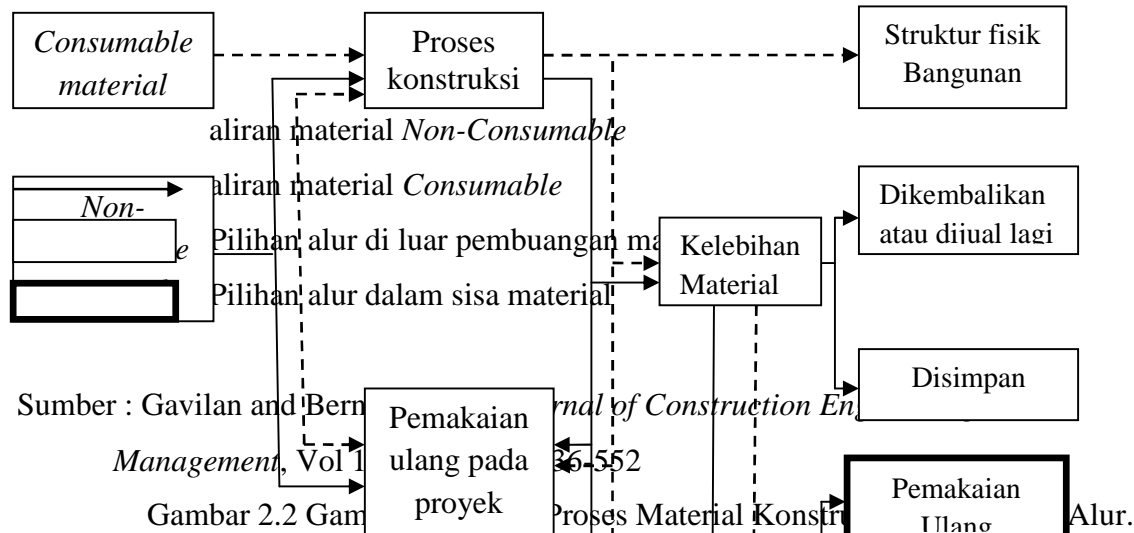
Pada tahap penanganan dan pemakaian material, perilaku para pekerja sangat berpengaruh terhadap timbulnya sisa material di lapangan, karena pada tahap ini dibutuhkan sikap yang hati-hati, dan tukang yang berpengalaman dalam bidang konstruksi. Bimbingan dan pelatihan diperlukan bagi para pekerja agar mereka menyadari dan mengetahui akibat terjadinya kesalahan pemakaian material di lapangan yang dapat menimbulkan banyak sisa material, sehingga dapat mengurangi profit kontraktor.

2.2.3 Jenis Penggunaan dan Sisa Material

➤ Jenis Penggunaan material

Menurut Gavilan and Bernold (1994) Penggunaan material dalam proses konstruksi digolongkan dalam dua bagian besar.

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



Alur penggunaan *consumable material* dalam proses konstruksi sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari keempat posisi yaitu (1) struktur fisik, (2) kelebihan material, (3) pemakaian ulang pada proyek yang lain, (4) sisa material. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, kelebihan material sangat sering terjadi, bagaimanapun juga berakhir menjadi sisa, oleh karena dua pilihan lain yaitu dijual lagi atau disimpan, sehingga bukan hal yang kurang dipertimbangkan. Kebanyakan material yang masuk ke lokasi, proses konstruksi berakhir pada salah satu dari keempat posisi tersebut. Kesimpulannya, bagan tersebut menunjukkan contoh gambaran dasar tentang aliran material, namun tidak disebutkan alasan material menjurus ke bagian sisa. Hal inilah yang disebut sumber penyebab. Pengenalan sumber penyebab, merupakan langkah pertama dalam mengurangi jumlah sisa material yang dihasilkan dari proses konstruksi (Gavilan and Bernold, 1994).

➤ Sisa Material (Waste)

Sisa material konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa/tercecer/rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya. Selain pengaruhnya terhadap biaya, sisa material konstruksi ini juga berdampak terhadap lingkungan. Material

merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek. lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan. Pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di lapangan sering terjadi sisa material yang cukup besar. sehingga upaya untuk meminimalisasi sisa material penting untuk diterapkan. Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar yaitu:

- a. **Consumable material**, merupakan material yang pada akhirnya akan menjadi bagian dan struktur fisik bangunan, misalnya: semen, pasir, krikil, batu bata, besi tulangan, baja, dan lain-lain.
- b. **Non-consumable material**, merupakan material penunjang dalam proses konstruksi dan bukan merupakan bagian fisik dari bangunan setelah bangunan tersebut selesai, misalnya: perancah, bekisting, dan dinding penahan sementara.

Besarnya kuantitas sisa material yang terjadi sangat berkaitan erat dengan manajemen material. Sisa material yang timbul dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu:

- a. **Demolition waste** adalah sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran atau penghancuran bangunan lama.
- b. **Construction waste** adalah sisa material konstruksi yang berasal dari pembangunan atau renovasi bangunan milik pribadi, komersil dan struktur lainnya. Sisa material tersebut berupa sampah yang terdiri dari beton, batu bata, plesteran, kayu, pipa dan komponen listrik.

Menurut Formoso et al., (2002) **Construction wasted** dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan tipe, yaitu: *direct waste* dan *indirect waste*.

1. **Direct waste** adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak dan tidak dapat digunakan lagi yang terdiri:
 - a. Transport and delivery waste (sisa transportasi & pengiriman)
Semua sisa material yang terjadi pada saat melakukan transport material di dalam lokasi pekerjaan, termasuk pembongkaran dan penempatan pada tempat penyimpanan seperti membuang / melempar semen, keramik pada saat dipindahkan.
 - b. Site storage waste (sisa penyimpanan)
Sisa material yang terjadi karena penumpukan/penyimpanan material pada tempat yang tidak aman terutama untuk material pasir dan batu pecah. atau pada tempat dalam kondisi yang lembab terutama untuk material semen.

c. Conversion waste (sisa perubahan bentuk)

Sisa material yang terjadi karena pemotongan bahan dengan bentuk yang tidak ekonomis seperti material besi beton, keramik, dsb.

d. Fixing waste (sisa pemasangan)

Material yang tercecer, rusak atau terbuang selama pemakaian di lapangan seperti pasir, semen, batu bata, dsb.

e. Cutting waste (sisa pemotongan)

Sisa material yang dihasilkan karena pemotongan bahan seperti, tiang pancang, besi beton, batu bata, keramik, besi beton, dsb.

f. Application and residu waste

Sisa material yang terjadi seperti mortar yang jatuh/tercecer pada saat pelaksanaan atau mortar yang tertinggal dan telah mengeras pada akhir pekerjaan.

g. Criminal waste (sisa akibat tindakan kriminal)

Sisa material yang terjadi karena pencurian atau tindakan perusakan di lokasi proyek.

h. Wrong use waste (sisa kesalahan penggunaan)

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 sisa material di lapangan.

i. Management waste (sisa kesalahan management)

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

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

a. Substitution waste (sisa hasil pergantian)

Sisa material yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula, sehingga menyebabkan

terjadinya kehilangan biaya yang dapat disebabkan karena tiga alasan;

- Terlalu banyak material yang dibeli

- Material yang rusak
- Makin bertambahnya kebutuhan material tertentu

b. Production waste (sisa hasil produksi)

Sisa material yang disebabkan karena pemakaian material yang berlebihan dan kontraktor tidak berhak mengklaim atas kelebihan volume tersebut karena dasar pembayaran berdasarkan volume kontrak, contoh pasangan dinding bata tidak rata menyebabkan pemakaian mortar berlebihan karena plesteran menjadi tebal.

c. Negligence waste (sisa karena kelalaian)

Sisa material 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.

Faktor yang menjadi sumber terjadinya sisa material konstruksi dapat dilihat pada tabel 2.2.3 berikut ini:

No	Sumber	Penyebab
1.	Desain	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan dalam dokumen kontrak. • Ketidaklengkapan dokumen kontrak. • 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 & kurang berpengetahuan tentang konstruksi.
2.	Pengadaan	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dsb. • Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil • Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi • Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi Kemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan
3.	Penanganan	<ul style="list-style-type: none"> • Material yang tidak dikemas dengan baik • Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/kurang • Membuang atau melempar material • Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang

		<ul style="list-style-type: none"> • Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan • Kerusakan material akibat transportasi ke/di lokasi proyek
4.	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 kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti. • Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume
5.	Residual	<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 • Kemasan • Sisa material karena proses pemakaian
6.	Lain-lain	<ul style="list-style-type: none"> • Kehilangan akibat pencurian • Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material

Sumber : Bossink dan Browsers, 1996

Jenis-jenis limbah konstruksi.

Skoyles dan Skoyles (1987) menggolongkan limbah konstruksi dalam 4 kategori, yaitu:

- Limbah Alami (*natural waste*)
- Limbah Langsung (*direct waste*)
- Limbah tidak langsung (*indirect waste*)
- Limbah Konsekuensi (*consequential waste*)

Penelitian sebelumnya terkait limbah konstruksi oleh Lumbangaol (2013) membahas kontribusi industri dalam aliran sampah perkotaan. Selain itu perhatian pada bidang limbah konstruksi di Indonesia masih sangat terbatas. Material yang dibeli dan didatangkan ke lokasi proyek konstruksi tidak semua terpakai menjadi bagian dari bangunan. Kehilangan banyak terjadi karena bahan yang dikirim ke lokasi konstruksi tidak digunakan sesuai tujuan semula. Hal ini disebut

sebagai limbah. Limbah konstruksi dapat timbul akibat berbagai macam kegiatan yang berlangsung pada suatu proyek. Material dapat hilang akibat diletakkan begitu saja di tanah atau dapat rusak karena cara penyimpanannya yang kurang baik, sehingga material tersebut tidak dapat digunakan lagi.

2.2.4 Sumber dan Penyebab Limbah Konstruksi/Sisa Material

Menurut Garas et al., (2001) Penyebab terjadinya sisa material digolongkan menjadi dua komponen yaitu pemborosan waktu dan sisa material. Sisa material diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu (1) kelebihan pesanan (2) kelebihan produksi, (3) kesalahan dalam penanganan, (4) kesalahan dalam metode penyimpanan material, (5) kerusakan atau cacat dari pabrik, (6) pencurian dan perusakan oknum luar proyek.

Al-Moghany (2006), menyatakan bahwa penyebab utama sisa material pada proses konstruksi di Indonesia dengan Australia dapat dijelaskan pada Tabel 2.2.4

Tabel 2.2.4. Penyebab Sisa Material di Indonesia dan Australia

Indonesia	Australia
Perubahan desain	Perubahan desain
Kurangnya kemampuan dan ketrampilan	Buruknya perencanaan
Pengambilan keputusan yang lambat	Buruknya pengelolaan lapangan
Kurangnya koordinasi antara pihak yang terlibat dalam proyek	Lambatnya perbaikan gambar
Buruknya perencanaan dan penjadwalan Proyek	Ketidakjelasan dalam penyampaian informasi gambar lokasi
Keterlambatan pengiriman material ke lokasi	Spesifikasi yang tidak jelas
Pemilihan metode konstruksi yang kurang Tepat	Cuaca

Sumber : Al-Moghany, 2006, *A Thesis for the Degree of Master of Science in Management*

Tabel 2.2.5 Sumber Sisa Material Pada Lokasi Pembangunan Menurut Penelitian di Daerah Barat Daya Nigeria.

Sumber	Respon	%Respon
Salah penggunaan	6	8

Tidak adanya manajemen material	8	11
Dari pembongkaran dan renovasi gedung (<i>demolition waste</i>)	10	14
<i>Conversion waste</i>	14	20
Pencurian	15	21
Kecerobohan	16	23
Penyimpangan	17	24
Kesalahan spesifikasi	21	30
Pengangkutan di lokasi	22	31
Pengangkutan dan pengiriman ke lokasi	27	38
Penyimpanan di lokasi	29	40

Sumber : *American Journal of Applied Sciences 2, 2005*

Tabel 2.2.6 Presentase Sisa Material Proyek Perumahan

Pekerjaan	Material	Sisa (%)
Pembetonan	Beton	3-5
Cetakan/bekisting	Papan kayu	5
Pembesian	Tulangan	3-5
Pasangan bata	Batu bata	6
Dinding dibangun tanpa mortar	Agregat halus	5
Acian dinding	Semen	7
Acian lantai	Semen	1
Plesteran dinding	Adukan plesteran	2
Plesteran langit-langit	Adukan plesteran	2
Pemasangan penutup lantai	Ubin/keramik	6
Pemasangan penutup dinding	Ubin/keramik	8
Pemasangan perabot kamar mandi	Perlengkapan sanitair	2
Pemasangan perlengkapan dapur	Perlengkapan dapur	1

Sumber : Al-Moghany, 2006, *A Thesis for the Degree of Master of Science in Construction Management*

2.2.5 Dampak Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi mungkin dianggap bahan tidak berbahaya dan tidak menyebabkan banyak masalah, namun faktanya, hal tersebut mempunyai dampak yang signifikan terhadap lingkungan yang disebabkan oleh proses pembangunan dan pembongkaran sebuah konstruksi.

Berdasarkan Townsen dan Kibert (1998), limbah pembangunan dan pembongkaran umumnya terdiri dari material *inert* yang tidak dapat menyaring secara alami ke dalam air tanah. Berbagai regulasi telah dihasilkan dalam hal pembuangan dan pemantauan dampak lingkungan termasuk didalamnya pencemaran air tanah. Dampak terhadap kualitas air tanah secara umum dapat diklasifikasikan dalam dua jenis. Jenis pertama adalah dari kontaminasi dengan bahan kimia berbahaya, terutama senyawa organik atau logam berat. Zat kimia ini diyakini merupakan hasil dari sejumlah bahan kimia berbahaya baik diterapkan pada bahan bangunan, atau pembuangan bahan kimia dalam aliran limbah pembangunan dan pembongkaran. Jenis kedua adalah hasil kontaminasi dari jumlah yang lebih besar dari bahan kimia yang tidak beracun yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas air tanah. Zat kimia tersebut seperti klorida, natrium, sulfat dan amoniak yang dihasilkan dari penyaringan bahan utama limbah pembangunan dan pembangunan.

2.2.6 Penelitian tentang *Trend* Meningkatnya Limbah Konstruksi

Untuk negara-negara berkembang, industri konstruksi merupakan salah satu sektor penting untuk mengembangkan perekonomian suatu negara. Akan tetapi hal tersebut tidak lepas dari permasalahan yang timbul akibat kegiatan tersebut. Oleh karena itu, menjadi sangat penting untuk membuat lingkungan proyek konstruksi yang ramah (*friendly*). Begum dkk (2006) Bossink dan Brouwers (1996), Tang dan Larsen (2004) menjelaskan bahwa untuk membuat sebuah sistem pengelolaan sampah yang tepat untuk industri konstruksi, data mengenai struktur limbah konstruksi harus tersedia. Karena langkah pertama untuk mencapai upaya meminimalisir dan pengendalian limbah konstruksi adalah menemukan sumber data dari limbah konstruksi yang dihasilkan. Mengingat isu meminimalisir limbah konstruksi telah menjadi isu penting bagi masyarakat dan seyogyanya sistem manajemen limbah konstruksi harus dikembangkan dalam semua proyek konstruksi untuk mengatur dan mengurangi limbah konstruksi yang berpengaruh negatif terhadap lingkungan terutama di lokasi konstruksi (KK Lau & A. Whyte 2007). Identifikasi limbah konstruksi dalam proyek konstruksi, khususnya di negara berkembang sangat

dibutuhkan. Kebutuhan untuk memperoleh *trend* limbah konstruksi sebagai platform untuk mengembangkan sistem dan manajemen limbah menjadi sangat penting.

2.2.7 Pengukuran Limbah Konstruksi

Mengukur tingkat limbah konstruksi berdasarkan karakterisasi limbah, setidaknya ada dua metode yang dapat digunakan: pertama, metode klasik analisis limbah langsung dan kedua *Economic Input / Output* (EIO) analisis (N.J.G.J Bandara, dkk 2007.) . Purdy dan Sabugal (1999) mengumpulkan sampel limbah dari truk yang dipilih secara acak. Raja dan Murphy (1996) survei teori sampling untuk estimasi jumlah limbah padat yang dihasilkan oleh unit hunian rata-rata di kota. Gay dkk, (1993) memperkirakan komposisi dan hasil limbah berdasarkan mengkonversi data ekonomi penjualan untuk wilayah ke dalam perkiraan timbulan sampah. Hockett dkk. (1995) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi dan mengukur variabel-variabel yang mempengaruhi manajemen limbah padat perkapita di selatan-timur Amerika Serikat menggunakan informasi dari utara Carolina sebagai sebuah *data set*.

O.F. Kofoworola dan S.H. Gheewala (2009), menyatakan bahwa industri konstruksi Thailand menghasilkan rata-rata 1,1 juta ton limbah konstruksi per tahun. Atas dasar penduduk Thailand dari 2002-2005 (ASEAN, 2005) dan menggunakan kegiatan konstruksi *time-series data* untuk periode yang sama (National Statistics Organization of Thailand, 2007), diamati bahwa kecenderungan limbah konstruksi yang dihasilkan di Thailand digunakan variabel seperti: jumlah izin konstruksi, luas bangunan, populasi, dan limbah konstruksi yang dihasilkan untuk hasil limbah konstruksi dalam kilogram per orang.

Limbah Konstruksi itu menunjukkan kecenderungan meningkat sejalan dengan perkembangan ekonomi, urbanisasi dan pertumbuhan penduduk yang cepat terbukti dengan statistik pemerintah dan diamati dalam studi lain (National Economic and Social Development Board of Thailand, 2006; Organization for Economic Cooperation and Development, 1998; Visvanathan dkk., 2004). Korelasi antara pertumbuhan ekonomi dan limbah konstruksi juga telah diamati di banyak negara (Christiansen dan Fischer, 1999).

Unit pengukuran limbah konstruksi tidak hanya kilogram per orang tetapi juga juta ton per tahun. Aliran limbah pembangunan dan pembongkaran merupakan aliran limbah terbesar ketiga dalam hal kuantitatif di EU, setelah limbah pertambangan dan pertanian. Jumlah limbah pembangunan dan pembongkaran yang dihasilkan diperkirakan sekitar 180 juta ton per tahun,

menurut angka-angka yang diberikan oleh EU Environment General Directorate (EC DG ENV 2007).

Trend limbah konstruksi juga dinyatakan dengan nilai mata uang dan nilai keekonomian, semisal kegiatan konstruksi yang dihitung di Negara China, yakni sekitar 40% dari sumber daya alam dan digunakan sekitar 40% energi (Wu, 2003), tapi terbuang sekitar \$ 30 miliar yuan (1US \$ = \$ 8,0273 yuan) dari produksi limbah padat dan dengan tidak daur ulang (China Government, 2004).

2.3 Green Construction

2.3.1 Pengertian Green Construction

Bynum (1999) menyatakan bahwa untuk merencanakan *green construction* tidak hanya mengganti sebagian komponen bangunan dengan material lokal tetapi seluruh bangunan.

Definisi *green construction* menurut Glavinich (2008) adalah *green construction is a planning and managing a construction project in accordance with the contract document in order to minimize the impact of the construction process on the environment* (Suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi yang didasarkan pada dokumen kontrak untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang).

Berdasarkan definisi tersebut menempatkan kontraktor harus berperan proaktif peduli terhadap lingkungan, selalu meningkatkan efisiensi dalam proses konstruksi, konservasi energi, efisiensi pemanfaatan air, dan sumber daya lainnya selama masa konstruksi serta minimalisasi dan mengelola limbah konstruksi secara baik.

Dalam penelitian ini, *Green construction* atau konstruksi hijau adalah sebuah gerakan berkelanjutan yang mencita-citakan terciptanya konstruksi dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang ramah lingkungan, efisien dalam pemakaian energi dan sumber daya, serta berbiaya rendah.

Menurut Glavinich (2008), *Green construction* hanya akan terjadi jika dipersyaratkan dalam dokumen kontrak. Kontraktor dalam membangun sebuah bangunan terfokus pada pemenuhan apa yang dipersyaratkan dalam rencana proyek dan spesifikasi. Kontraktor sebagai pihak yang mempunyai tanggung jawab sosial dalam menjalankan profesinya akan berpartisipasi aktif dalam mewujudkan *green construction* dengan alasan :

1. Pengguna jasa mensyaratkan penyedia jasa/ pemasok berorientasi terhadap lingkungan dan menyediakan semua material dan jasa yang ramah terhadap lingkungan, termasuk di dalamnya kontraktor yang proaktif terhadap lingkungan.
2. Kontraktor yang ada di lapangan termasuk seluruh karyawannya mempunyai komitmen terhadap lingkungan dan mengutamakan cara bekerja yang ramah terhadap lingkungan, sehingga mampu memberikan kontribusi dalam mencari solusi bukan malah menjadi sumber masalah.
3. Kontraktor bertanggung jawab atas pemenuhan undang – undang lingkungan dan regulasi yang ditetapkan.
4. Meningkatnya *overhead cost* sebagai usaha untuk pemenuhan undang – undang tentang lingkungan serta regulasi yang ditetapkan dengan cara mengalihkan resiko kepada pihak ketiga / pihak asuransi.
5. Meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan akan menyebabkan pemerintah menetapkan regulasi yang semakin ketat terhadap seluruh industry termasuk jasa konstruksi yang tidak proaktif terhadap lingkungan

2.3.2 Konsep *Green Construction*

Konsep *green* secara umum dapat diartikan sebagai pemanfaatan sumber daya alam secara bertanggung jawab. Glavinich (2008) menyatakan bahwa konsep *green construction* mencakup hal-hal sebagai berikut:

- Perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi,
- Konservasi material,
- Tepat guna lahan,
- Manajemen limbah konstruksi,
- Penyimpanan dan perlindungan material,
- Kesehatan lingkungan kerja,
- Menciptakan lingkungan kerja yang ramah lingkungan,
- Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi,
- Dokumentasi.

Sedangkan Kibert (2008) menyatakan bahwa konsep *green construction* mencakup hal-hal sebagai berikut:

- Rencana perlindungan lokasi pekerjaan,
- Program kesehatan dan keselamatan kerja,
- Pengelolaan limbah pembangunan atau bongkaran,
- Pelatihan bagi subkontraktor,
- Reduksi jejak ekologis proses konstruksi,
- Penanganan dan instalasi material,
- Kualitas udara.

Menurut Imam Soeharto menyadari dampak kegiatan pembangunan yang dapat berpengaruh besar terhadap lingkungan hidup maka pemerintah mengeluarkan Undang-undang No.32 Tahun 2009 tentang ketentuan pokok pengelolaan lingkungan, sedangkan pelaksanaannya dituangkan dalam PP No.29 Tahun 1986. Undang-undang beserta peraturan pelaksanaan tersebut dimaksudkan

sebagai sarana untuk melakukan pencegahan terhadap suatu rencana kegiatan, misalnya proyek yang mungkin dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Dalam undang-undang tersebut pengelolaan lingkungan hidup diwajibkan berpegang pada azas pelestarian lingkungan yang serasi dan seimbang bagi peningkatan kesejahteraan manusia. Hal ini berarti kegiatan pembangunan proyek dan pengoperasian unit hasil proyek harus berpatokan pada wawasan lingkungan. Untuk mencapai maksud tersebut diusahakan dengan cara sebagai berikut:

1. Memperhatikan kemampuan daya dukung lingkungan lokasi proyek dan alam sekitarnya.
2. Mengelola penggunaan sumber daya secara bijaksana dengan merencanakan, memantau dan mengendalikan secara bijaksana.
3. Memperkecil dampak negatif dan memperbesar dampak positif.

Menilik dari kata dan artinya, *green construction* bisa diartikan sebagai proses konstruksi atau pembuatan bangunan yang menerapkan asas kelestarian lingkungan. Seluruh rangkaian proses konstruksi mulai dari pembongkaran bangunan lama, galian, pekerjaan struktur, *finishing*, mekanikal elektrik dan sub-sub pekerjaan lainnya selalu memasukan unsur *sustainable* atau proses yang berkelanjutan. Ada 2 manfaat langsung konsep green construction PP *This is the green constructor way* yaitu :

- Manfaat Lingkungan:
 - Penghematan Energi
 - Penghematan Air

- Pengendalian Buangan
- Manfaat Ekonomi
 - Penghematan biaya energi
 - Efisiensi biaya buangan
 - Efisiensi Biaya operasional dan pemeliharaan gedung
 - Intensif fiskal bagi *green construction* (pada negara tertentu)

Green Building Council of Indonesia mengelompokan 6 kategori *green ship* yang harus dipenuhi bangunan baru :

- Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development / ASD*)
- Efisiensi Energi dan Refrigeran (*Energy Efficiency and Refrigerant / EER*)
- Konervasi Air (*Water Conservation / WAC*)
- Sumber dan Sirkulasi Material (*Material Resources and Cycle / MRC*)
- Kualitas Udara dan Kenyamanan Ruangan (*Indoor Air Health and Comfort / IHC*)
- Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building and Environment Management / BEM*)

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) yang dibentuk *The U.S. Green Building Council (USGBC)* pada tahun 1999, menetapkan 6 katagori *green building* sebagai berikut :

The six general categories are as follows:

1. Lapangan/lahan yang green :
Erosi dan kontrol sedimentasi; perpindahan penduduk dan penghijauan yang sudah ada, pemilihan lahan; mengurangi efek lingkungan dari pembangunan; manajemen pengolahan air limbah; penghijauan atap bangunan; jalur sepeda dan lahan parkir, alternatif transpotasi, pengurangan efek panas dan polusi cahayakembali tanah yang rusak, orietasi bangunan; penggunaan bangunan dan lahan
2. Efisiensi pemakaian air :
Mengurangi pemakaian air, menggunakan teknologi daur ulang air (*reuse*), Penggunaan *sanitary fixuter* yang hemat pemakaain air, penerapan teknologi irigasi, efisiensi penggunaan air untuk *landscape*.
3. Energi and Atmosphere :

Pengurangan pemakaian kinerja energi; sistem pengetesan bangunan; pemakaian *CFC* (*chlorofluorocarbons*), pengurangan pemakaian *AC*; mengoptimalkan kinerja sumber daya alam; pemakaian peralatan yang rendah konsumsi energi, pemakaian lampu hemat energi (*fluorescent lamps*), pemakaian energi terbarukan, penggunaan *photovoltaic* sebagai sumber energi; penggunaan kaca *low-E*; optimalisasi kapasitas *AC*; pengetesan berkala, penggunaan energi dan bahan bakar alternatif.

4. Material and sumber daya :

Penyimpanan dan pengumpulan material daur ulang; mengurangi pemakaian material yang merusak lingkungan; manajemen limbah konstruksi; mendorong rekayasa dalam pemakaian kayu dalam dunia konstruksi; menggunakan kayu yang bersertifikat; penggunaan material bekas yang ada pada bangunan lama; penggunaan material yang ringan, Daur ulang material pada dunia konstruksi; penggunaan *fly ash* dan slag beton; memperbanyak menggunakan material lokal (radius 500 mil); inovasi teknologi.

5. Kualitas udara ruangan :

Standar kualitas terendah udara ruangan; kontrol terhadap para perokok; pengurangan polusi udara ruangan; mengurangi ancaman terhadap hinggapnya penyakit pada penghuni; memperkecil penggunaan bahan organik yang mudah menguap seperti lem, silikon, cat, tiner, karpet dan komposit kayu; Pemasangan alat pengontrol karbon dioksida (*CO2*); peningkatan pemakaian ventilasi udara; pembersihan bangunan sebelum dihuni/ digunakan; kontrol sistem akustik; penggunaan lampu hemat energi; pemasangan pemantul cahaya matahari agar tidak langsung masuk ruangan; peningkatan kenyamanan suhu.

6. Inovasi dan proses perencanaan :

Penggunaan akreditasi profesional *LEED* dan *green building rating*.

Menurut EPA telah bersekutu dengan *Federal Environmental Executive* dan keseluruhan *Building Design Guide* (*WBDG*) untuk mengembangkan *Federal Green Construction Guide* untuk *Specifiers* menyebutkan ada 5 kategori bangunan berkesinambungan, sesuai dengan *EO13423* dan *Guiding Principles* untuk *Federal Leadership* dalam Berkinerja tinggi serta *Sustainable Building* (Meadows, 2009) :

1. Penerapan desain bangunan yang terintegrasi

2. Optimasi kinerja energiEfisiensi energi: standar prestasi energi untuk bangunan baru, penggunaan peralatan kantor/rumah tangga dan penerangan bangunan.
3. Melindungi dan memelihara air
4. Meningkatkan kualitas lingkungan yang dalam lingkungan proyek
5. Mengurangi dampak lingkungan dalam penggunaan material

Pada dasarnya *Green construction* mencakup dari mulai perencanaan, pelaksanaan sampai dengan penggunaan yang diserahkan kepada pemilik bangunan yang berlandaskan azas *green* (ramah lingkungan, hemat energy, hemat sumber daya alam dan berpihak pada faktor kesehatan seluruh *stakeholder* proyek). Menurut Putu G. Harimurti Bila penekanan konstruksi hijau pada tahap perencanaan adalah desain system dan pemakaian material yang ramah lingkungan, maka pada tahap konstruksi gerakan konsep *green* konstruksi menuntut sebuah proses konstruksi yang peduli pada lingkungan hidup dan memberikan nilai tambah pada lingkungan di sekitar pelaksanaan proses konstruksi tersebut. Kepedulian proses konstruksi pada lingkungan hidup diwujudkan dalam bentuk pengendalian terhadap pengaruh negatif proses konstruksi pada kondisi lingkungan sekitarnya, seperti pengendalian terhadap kualitas udara, air dan tanah yang tercemar di sekitar proses konstruksi. Pengendalian efek negatif termasuk juga polusi suara seperti kebisingan yang terjadi selama proses konstruksi dan dampak sosial pada masyarakat sekitar lokasi konstruksi. Pengendalian efek negatif proses konstruksi ini akan secara langsung mengurangi efek rumah kaca akibat emisi gas buang dan debu yang dihasilkan, dan menjaga kualitas air dan tanah di lingkungan konstruksi. Pada tahapan penggunaan hasil konstruksi, efisiensi pemakaian energi dan kemudahan pemeliharaan menjadi fokus dari *green construction*. Sistem bangunan yang mengusung konsep efisiensi energy dan kemudahan pemeliharaan akan mempengaruhi penurunan biaya operasional yang kedepannya akan menjadi sangat mahal, akibat kelangkaan sumber daya energi yang tak terbarui dan upah tenaga kerja yang semakin mahal. Dalam penerapan *green construction* ini harus diiringi dengan komitmen dan kebijakan dalam pelaksanaannya tersebut. Agar semua tujuan pencapaian tujuan SMK3L tersebut dapat terlaksana dengan baik dan sebagai mana mestinya. Dengan adanya komitmen yang dibuat oleh perusahaan yang melaksanakan *green construction* tersebut dapat meningkatkan daya saing antar sesama pelaku konstruksi dalam memenangkan tender.

2.3.3 Material Green Construction

Pemilihan material ramah lingkungan merupakan salah satu konsep utama dalam penerapan konsep *green construction*. Menurut Akmal (2009), *green construction* bisa direncanakan sejak awal dengan cara memilih dan menggunakan material – material *sustainable* dan ramah lingkungan. Beberapa penelitian tentang material telah menghasilkan perhitungan besaran energi dan biaya yang dibutuhkan saat memproduksi material tersebut. Perhitungan tersebut dihitung mulai dari produksi awal – proses pengambilan material utama, fabrikasi menjadi material siap pakai, pengepakan – hingga transportasi ke lokasi dan pemasangan pada bangunan.

Secara garis besar penerapan konsep *green construction* terhadap pemakaian material baik *fixed material* maupun *temporary material* adalah mengandung konsep 3-R yaitu :

- a. *Recycle* : Material yang bisa didaur ulang
- b. *Reuse* : Material yang bisa digunakan secara berulang
- c. *Reduce* : Pengurangan limbah material

2.3.4 Kriteria penerapan Green Construction

- a. Lapangan (*Site Project*)
 - *Dewatering* (pemompaan air tanah)
 - Erosi
 - Polusi Udara atau Debu
 - Air hujan
 - Sedimentasi
- b. Energi
 - Pengaturan temperatur dan waktu operasi AC
 - Pemakaian lampu hemat energi dan pengaturan waktu operasi
 - Emisi gas buang
- c. Limbah atau waste
 - Waste material
 - Pengelolaan sampah
- d. Air
- e. Material dan sumber daya

2.3.5 Hambatan – hambatan dalam Penerapan *Green Construction*

a. Modal

Dalam setiap pembuatan gedung atau suatu konstruksi salah satu hal yang menjadi faktor penting adalah biaya dalam pembuatan gedung itu sendiri atau bisa dikatakan modal pembangunan awal. Untuk konsep *green building* tentunya tidak akan sama dengan gedung-gedung yang lainnya. Investasi awal dalam pembuatan gedung yang bertemakan ramah lingkungan tentunya menelan biaya yang tidak sedikit. Banyak faktor yang membuat *green construction* memakan modal yang cukup besar, seperti contohnya dalam penggunaan pakar atau tenaga ahli dalam pembuatan gedung yang berkonsep *green building* tentunya mengeluarkan biaya yang tidak sedikit, dikarenakan mungkin memang 29 masih sedikit orang-orang di Indonesia yang mengerti betul akan hal itu, selain dari tenaga ahli juga dikarenakan konsep *design green building* yang juga berbeda dengan gedung-gedung biasa atau gedung kebanyakan. Dari *design* yang berbeda tentunya juga mempengaruhi bahan atau material yang juga dibutuhkan dalam *pembuatan green building* itu sendiri. Hal tersebut pastinya membuat *green building* ini harus menanam investasi modal yang cukup besar.

b. Pembuatan design yang strategis

Setiap gedung atau suatu konstruksi dipastikan memiliki design yang berbeda-beda, tentunya dalam prinsip *green building design* haruslah meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang berkonsepkan ramah lingkungan. Tentunya hal itu menjadi tantangan utama para ahli *green building* untuk membuat *design* yang cocok pada kondisi eksternal internal lingkungan sekitarnya.

c. Pemilihan material yang ramah lingkungan

Mayoritas rumah saat ini dibangun dengan menggunakan bingkai kayu. Namun membangun rumah kayu berbingkai membutuhkan rencana yang sangat hati-hati dirancang dan pekerja konstruksi dengan banyak pengalaman dan keterampilan. Membangun rumah dengan bingkai kayu umumnya akan menghasilkan struktur yang handal dan aman, namun juga rentan terhadap kegagalan prematur ketika rincian kecil

dibiarkan atau dibuat dengan produk kayu berkualitas buruk. Saat ini pemilik 30 rumah memiliki kesempatan untuk memilih dari alternatif bahan bangunan hijau.

d. Pembuatan peraturan- peraturan yang sah dalam penerapan *green contraction*

Di Indonesia saat ini , wacana konstruksi hijau mulai tampak pada penerapan beberapa proyek seperti proyek ruas jalan tol bandara yang dikerjakan oleh PT. Pembangunan Perumahan dan proyek Rusunami oleh PT Perumnas. Namun sayangnya hingga saat ini belum ada payung hukum yang menaungi penerapan konstruksi hijau di Indonesia apalagi sejumlah insentif yang akan diberikan pada pelaksanaan proyek yang menerapkan konsep konstruksi hijau. Padahal di negara maju seperti Amerika Serikat apresiasi terhadap konstruksi hijau diberikan berupa insentif financial pada proyek yang menerapkan konsep konstruksi hijau berupa pengurangan pajak, kemudahan pinjaman hingga pengurangan retribusi operasional bangunan. Mungkin kebijakan pemerintah tentang konstruksi hijau masih akan lama muncul di Indonesia, namun melihat pengaruh yang bisa diberikan oleh konstruksi seharusnya tidak menyurutkan semangat konstruksi hijau dalam dunia konstruksi di Indonesia

e. Penataan kota untuk mewujudkan konsep *green building*

Green building pastinya harus membuat suatu area yang di tempatnya menjadi daerah yang asri dan ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan tata kota yang tepat jika kita ingin membuat suatu *green building* di Indonesia. Letak tata kota yang sesuai dengan keseimbangan ekosistem lingkungan, jangan sampai pembuatan *green building* malah merusak area hijau, atau siklus udara dan hidrologi yang dipengaruhi oleh hilangnya area resapan air. Untuk di daerah Indonesia sendiri, bila kita ambil contoh jakarta mungkin pembangunan *Green building* susah untuk dilaksanakan, dikarenakan tata letak kota Jakarta yang memang sudah padat untuk bangunan-bangunan bersifat kepentingan komersial ataupun bangunan hunian tempat tinggal. Penataan kota yang tepat untuk pembuatan *green building* harus disesuaikan dengan kondisilingkungan kota. Jangan sampai merusak penataan kota yang sudah ada, tetapi haruslah menambah keindahan serta keasrian lingkungan disekitar *green building* itu sendiri. Oleh karena itu hal ini menjadi tantangan yang cukup sulit *green building* yang sesuai dengan konsep tata letak tata kota yang ramah.

f. Pembiayaan serta perawatan *green building*

Tidak mudah merawat suatu gedung atau bangunan apalagi bangunan dengan konsep *green building*, yang harus mempertahankan manfaatnya untuk lingkungan sekitar. Contoh elemen - elemen dalam *green building*. :

1. Perencanaan dalam pengaturan sirkulasi udara yang optimal untuk mengurangi penggunaan AC. Mengoptimalkan cahaya matahari sebagai penerangan di siang hari. *Green building* juga menggunakan tenaga surya & turbin angin sebagai penghasil listrik alternatif.
2. Mengurangi penggunaan air & menggunakan STP (*Siwage Treatment Plant*) untuk mendaur ulang air dari limbah rumah tangga sehingga bisa digunakan kembali untuk tanki toilet, penyiram tanaman, dll. Menggunakan peralatan hemat air, seperti *shower* bertekanan rendah, kran otomatis (*self-closing or spray taps*), tanki toilet yang *low-flush* toilet. Yang intinya mengatur penggunaan air dalam bangunan sehemat mungkin. Kedua contoh itu memungkinkan pembiayaan dan perawatan *green building* menjadi tantangan untuk mempertahankan gedung itu sendiri agar mampu menjadi gedung yang tetap *GREEN*.

g. Faktor kesehatan

Menggunakan material & produk-produk yang *non-toxic* akan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, dan mengurangi tingkat asma, alergi dan *sick building syndrome*. Material yang bebas emisi, dan tahan untuk mencegah kelembaban yang menghasilkan sporadan mikroba lainnya. Kualitas udara dalam ruangan juga harus didukung menggunakan sistem ventilasi yang efektif dan bahan-bahan pengontrol kelembaban yang memungkinkan bangunan untuk bernapas.

h. Membangun kesadaran masyarakat Indonesia akan pentingnya *green Building*

Tantangan yang ketujuh ini juga cukup penting untuk dipecahkan, Banyak masyarakat Indonesia yang tentunya belum tahu akan makna *green building*. Mulai dari konsep, manfaatnya dalam jangka panjang serta aplikasinya. Penyuluhan akan *green building* seharusnya juga diberikan kepada masyarakat Indonesia agar lebih mengetahui peranan *green building* dalam dunia pembangunan di Indonesia. Dalam usia terancam oleh perubahan iklim, kekurangan energi yang semakin meningkat dan masalah kesehatan,

memang masuk akal untuk membangun gedung yang tahan lama, menghemat energi, mengurangi limbah dan polusi, dan meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan. *Green building* lebih dari sebuah konsep untuk hidup berkelanjutan, tetapi bisa membangun harapan untuk masa depan. Oleh karena itu, kesadaran masyarakat Indonesia harus ditingkatkan untuk mengetahui pentingnya membuat bangunan dengan konsep *green construction*.

2.4 Skala Pengukuran

2.4.1 Skala Likert.

Skala likert adalah skala pengukuran yang dikembangkan oleh Likert (1932). Skala likert mempunyai empat atau lebih butir-butir pertanyaan yang dikombinasikan sehingga membentuk sebuah skor/nilai yang mempresentasikan sifat individu, misalkan pengetahuan, sikap, dan perilaku. Dalam proses analisis data, komposit skor, biasanya jumlah atau rata-rata, dari semua butir pertanyaan dapat digunakan. Penggunaan jumlah dari semua butir pertanyaan valid karena setiap butir pertanyaan adalah indikator dari variabel yang direpresentasikannya.

Menurut Amirin (2010) Skala likert adalah skala pengukuran dimana responden menentukan level kesetujuan atau ketidaksetujuan dengan pernyataan yang mengungkapkan sikap yang disenangi, dalam skala ini responden ditanyakan untuk menentukan kesetujuan atau ketidaksetujuan dari sebuah pernyataan dengan memberikan nilai. Total nilainya kemudian akan digunakan untuk menentukan sikap dari responden. Dengan skala likert responden berfikir untuk sebuah pertanyaan pada suatu waktu dengan skala dari satu titik ekstrim yang satu ke titik ekstrim yang lain. skala likert ini dalam penggunaannya menggunakan interval.

Ada beberapa jenis skala likert :

- Agreement scales (skala yang menunjukkan tingkat kesetujuan)
Agreement scales mengukur seberapa besar responden setuju atau tidak terhadap sebuah pertanyaan, kemudian responden diminta untuk memberikan rating terhadap seberapa besar mereka setuju atas pernyataan itu. Skala yang dipakai bisa berupa lima poin skala yaitu sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju.
- Frequency scales (skala yang menunjukkan tingkat keseringan)
Frequency scales mengukur seberapa sering responden survei melakukan aktivitas tersebut.

- Important scales (skala yang menunjukkan tingkat kepentingan)
Important scales dipakai oleh peneliti untuk mengetahui seberapa penting suatu faktor terhadap responden survei.
- Quality scales (skala yang menunjukkan tingkat kualitas)
Peneliti menggunakan scales saat ingin mengetahui jawaban responden survei terhadap kualitas produk atau jasa.

2.4.2 Menganalisis Data Skala Likert

Dalam menganalisis data dari skala likert ada dua pendekatan analisis yang dapat dilakukan yaitu :

- Analisis frekuensi
Untuk data ordinal, angka-angka yang dijadikan sebagai skala likert bukan merupakan sebuah skor. Angka-angka tersebut hanya merupakan urutan saja sehingga dalam analisisnya dapat melihat frekuensi (banyaknya) atau proporsinya saja (persentase). Contohnya pada sebuah angket dengan responden yang berjumlah 100 orang dapat dilihat pada tabel 2.11.2.
Jika digabungkan menurut kutubnya, maka jumlah responden yang setuju (gabungan dari responden yang memilih sangat setuju dan setuju) ada 80% sedangkan jumlah responden yang tidak setuju (gabungan dari responden yang memilih sangat tidak setuju dan tidak setuju) 20%.

Tabel. 2.11.2 contoh hasil data likert

Sangat setuju	setuju	Tidak setuju	Sangat tidak setuju
30%	50%	15%	5%

Sumber : Amirin. 2011

Analisis pengolahan data dalam skala likert

Menentukan bobot maksimum = $b_{max} \times total\ responden$

Menentukan bobot minimum = $b_{min} \times total\ responden$

Menentukan proporsi persentase (%) = $\frac{t}{\sum t} \times 100\%$

Menentukan skor = $b \times t$

Menentukan persentase persetujuan = $\frac{\sum s}{b_{max}} \times 100\%$

Keterangan : Bmax : bobot maksimum $\sum s$: total skor

Bmin : bobot minimum

t. : poin responden

t : total poin responden

b. : bobot poin

s : skor

- **Analisis terbanyak (mode)**

Analisis ini adalah dengan menggunakan mode yaitu yang terbanyak dengan contoh data diatas, maka 50% menyatakan setuju, 30% menyatakan sangat setuju, 15% tidak setuju dan 5% sangat tidak setuju. yang terbanyak (50%) menyatakan setuju.

Kelebihan Skala Likert :

- Dalam menyusun skala, item-item yang tidak jelas korelasinya masih dapat di masukkan dalam skala.
- Dapat memperlihatkan item yang dinyatakan dalam beberapa responsi alternatif
- Dapat memberikan keterangan yang lebih nyata tentang pendapatan atau sikap responden.

2.4.3 Prosedur Dalam Skala Likert

Prosedur analisis dalam skala Likert adalah sebagai berikut :

- Pengumpulan item-item yang cukup banyak dan relevan dengan masalah yang sedang di teliti, berupa item yang cukup terang disukai dan yang cukup terang tidak disukai.
- Item-item tersebut dicoba kepada sekelompok responden yang cukup representatif dari populasi yang ingin diteliti.
- Pengumpulan responsi dari responden untuk kemudian diberikan skor, untuk jawaban yang memberikan indikasi menyenangkan diberi skor tertinggi.
- Total skor dari masing-masing individu adalah penjumlahan dari skor masing-masing item dari individu tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penulis mengambil lokasi penelitian sebagai studi lapangan yaitu Proyek pembangunan rumah tinggal yang beralokasi di daerah Helvetia Medan Jl.Beringin I no.30. untuk lebih jelasnya, lokasi proyeknya dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Data Penelitian.

Penelitian ini merupakan suatu analisis untuk mengevaluasi sisa material pada pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk mendukung analisis diperlukan data teknis yang berkaitan langsung dengan proyek tersebut. Data penelitian yang diperlukan antara lain:

1. Gambar Konstruksi
2. Laporan Harian Proyek
3. Daftar Harga Satuan Bahan
4. Bon/Faktur Pembelian Bahan Material Semen.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan peneliti adalah dengan survey literatur, observasi lapangan, survey wawancara, questioner. studi literatur dilakukan untuk mengetahui sumber-sumber dan penyebab terjadinya material limbah. Sedangkan observasi, wawancara, dan questioner dilakukan untuk mendapatkan data data primer dilapangan. Responden yang jadi tujuan adalah responden yang representatif dengan tujuan penelitian seperti pemimpin proyek, manager lapangan, atau minimal level manager yang berpengalaman dilapangan. Wilayah survey adalah di jl.beringin I No.30 Helvetia Medan. Pernyataan akan difokuskan pada penyebab dan sumber-sumber terjadinya material limbah semen.

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam studi ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Data Primer

Teknik pengumpulan data primer adalah pengumpulan data yang dilakukan secara langsung di wilayah studi atau sumber informasi langsung. Adapun teknik-teknik yang digunakan adalah :

1. Wawancara adalah kegiatan pengupulan data yang dilakukan peneliti dengan cara menanyakan secara langsung pada sumber informasi yang dalam studi ini adalah konsultan/pengawas lapangan, kepala tukang, manager lapangan. Adapun beberapa pertanyaan yang dipertanyakan peneliti antara lain :

- Sumber dan kegiatan apa saja yang menyebabkan timbulnya limbah semen pada pekerjaan konstruksi.
 - Faktor faktor yang menyebabkan timbulnya limbah semen pada pekerjaan konstruksi.
2. Kuisisioner adalah sekumpulan pertanyaan yang telah dibuat oleh peneliti untuk mengumpulkan data sebagai upaya mendapatkan jawaban terhadap permasalahan yang telah dirumuskan. Kuisisioner ditunjukkan kepada pengawas dan tukang yang bekerja dilapangan. Bentuk kuisisioner yang dibuat oleh peneliti yaitu *kuisisioner pengamatan Limbah Semen pada proyek pembangunan Rumah Tinggal*. Berilah tanda silang (X) pada setiap kolom dibawah ini yang merupakan penyebab terjadinya semen terbuang pada proyek pembangunan rumah jl.Beringin-I no.30 Helvetia, Medan. Dengan kategori:
- Sangat setuju (SS) bobotnya adalah 4
 - Setuju (ST) bobotnya adalah 3
 - Kurang Setuju (KS) bobotnya adalah 2
 - Tidak Setuju (TS) bobotnya adalah 1

No	Faktor Penyebab Semen terbuang	Nilai			
		TS	KS	ST	SS
1	Tukang tidak berpengalaman	1	2	3	4
2	Tukang malas	1	2	3	4
3	Kurang pengawasan dari kontraktor	1	2	3	4
4	Mortar yang tertinggal dan telah mengeras pada akhir pekerjaan	1	2	3	4
5	Tercecer/bercampur dengan tanah	1	2	3	4
6	Perubahan desain	1	2	3	4

Nama :

Jabatan :

Proyek :


3. Observasi lapangan yaitu melakukan pengamatan langsung dengan mendokumentasikan secara sistematis kegiatan-kegiatan penelitian yang telah dilakukan dilapangan seperti yang diuraikan dibawah ini.

- Kegiatan pengamatan dilapangan.

Tanggal	Pengamatan Penelitian	Keterangan
12/05/2014	SURVEI TEMPAT LOKASI PENELITIAN	JL. Beringin No. 31 
15/05/2014	MEMINTA GAMBAR KERJA	Gambar Kerja yang di perlukan berupa tampak, denah lantai satu, lantai dua, perletakan dan detail kosen
26/05/2014	MENGAMATI TEMPAT PENYIMPANAN MATERIAL SEMEN Material semen disimpan pada tempat yang aman.	
03/06/2014	MENGAMATI PEKERJAAN DINDING. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Spesi mortar untuk pasangan bata = 20mm. ➤ Penggunaan bata untuk 1m²= 71 buah. ➤ Proses pengadukan semen untuk pekerjaan plesteran dilakukan secara 	

	<p>manua.</p>	
<p>11/06/2014</p>	<p>MENGAMATI PENYEBAB SEMEN TERBUANG. Membuka kemasan semen yang tidak benar sehingga menimbulkan banyak semen terbuang.</p>	
<p>13/06/2014</p>	<p>MELAKUKAN WAWANCARA KE PENGAWAS DENGAN BEBERAPA PERTANYAAN:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Perbandingan semen untuk pekerjaan plesteran = 1PC:2PP. ➤ Perbandingan semen untuk 	

	<p>pekerjaan plesteran = 1PC:4PP.</p> <p>➤ Pemakaian semen untuk 1m² = 15kg/m².</p>	
23/06/2014	<p>MENGAMATI PEKERJAAN DINDING YANG DIBONGKAR. pergantian bahan material dinding dengan batu alam.</p>	
03/07/2014	<p>PENINJAUAN LOKASI PENELITIAN BERSAMA DOSEN PEMBIMBING.</p>	
04/07/2014	<p>MEMINTA DATA PEMBUKUAN MATERIAL SEMEN Data yang dibutuhkan berupa Faktur/bon pembelian bahan material serta buku catatan harian pekerja.</p>	

21/07/2014	<p style="text-align: center;">MENYEBARKAN KUISIONER</p> <p>Target dalam kuesioner ini adalah</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pengawas lapangan/konsultan. ➤ Kepala Tukang. ➤ Tukang. 	
------------	---	--

3.3.2 Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dapat diperoleh melalui wacana seperti karya ilmiah, jurnal, buku serta bahan pustaka lainnya yang memiliki keterkaitan dengan studi. Selanjutnya data sekunder sebagai landasan teoritis nanti yang digunakan sebagai studi komparatif dengan keadaan yang terjadi di lapangan sebenarnya.

3.4. Analisis Data Penelitian

Perhitungan yang dilakukan peneliti adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan pemakaian Material semen dilapangan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 2014).

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi setiap item pekerjaan dan jenis material yang digunakan, kemudian menghitung kuantitas kebutuhan material berdasarkan gambar konstruksi (*asbuilt drawing*).

2. Sisa Material (*Waste*)

Sisa material (*waste*) adalah kelebihan kuantitas material yang digunakan yang tidak menambah nilai (*value*) suatu pekerjaan (Gavilan, 1994).

3.5. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan urutan langkah/tata cara yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Langkah yang dilakukan adalah merumuskan masalah penelitian, menentukan tujuan penelitian dan melakukan studi pustaka yaitu dengan membaca materi kuliah, buku-buku referensi, buku-buku skripsi, dan jurnal yang berhubungan dengan pembuatan laporan penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Langkah yang dilakukan adalah mengumpulkan data sekunder yang dijadikan obyek penelitian dari kontraktor pelaksana. Data penelitian yang diperlukan adalah gambar *asbuilt drawing*, laporan harian proyek dan daftar harga satuan bahan. Untuk mendukung penelitian dilakukan wawancara langsung dengan kontraktor di lapangan.

3. Tahap Analisis Data

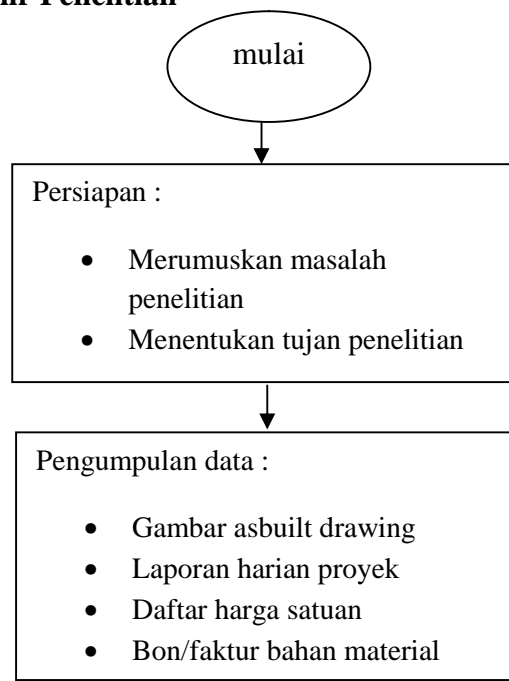
Langkah yang dilakukan adalah:

- a. Menghitung kebutuhan material berdasarkan gambar *asbuilt drawing*.
- b. Membandingkan pemakaian material semen secara langsung dilapangan dengan standar Nasional Indonesia.

4. Tahap Pembahasan

Langkah yang dilakukan adalah membahas hasil penelitian mengenai sisa material (*waste*) dan faktor penyebab sisa material (*waste*) pada Proyek Pembangunan rumah tinggal sehingga didapatkan suatu kesimpulan.

3.6. Diagram Alir Penelitian



BAB IV