

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pelaksanaan pembangunan baik rumah tinggal, gedung maupun bangunan struktur lainnya, material konstruksi merupakan komponen yang sangat penting untuk pelaksanaan proyek dan menentukan besarnya biaya suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan. Pada saat pelaksanaan proyek di lapangan tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Sisa material merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi pada konstruksi bangunan. Pelaku konstruksi sering tidak menyadari sisa material telah membuat biaya proyek menjadi tidak terkendali sehingga terjadi pembengkakan biaya / cost overrun. Material besi beton merupakan material yang memiliki presentase terhadap biaya tertinggi (Farmoso, C.T.1999).

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.

Terkait dengan lingkungan, konsep berkelanjutan atau sustainability menjadi pertimbangan dalam bidang konstruksi. Menurut *World Commission on Environment and Development* (1987) definisi keberlanjutan (*sustainability*) adalah kepastian manusia dalam memenuhi kebutuhan saat ini dengan mempertimbangkan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Salah satunya implementasinya adalah *sustainable building* dimana dalam penerapan kebijakannya berintegrasi dengan lingkungan, ekonomi dan sosial. Integrasi ketiganya terjadi saat proses perencanaan, pelaksanaan konstruksi dan operasi pemeliharaan suatu lingkungan terbangun (Y. Putra, 2004). Pokok-pokok proses di atas meliputi manajemen yang efisien terhadap energi dan sumber air, manajemen dari sumber material dan sampah material (*construction waste*), perlindungan terhadap kualitas lingkungan dan kualitas kesehatan komunitas. Berdasarkan hal tersebut, maka nampak jelas bahwa penanganan sisa material konstruksi atau sampah material konstruksi merupakan upaya pencapaian *sustainable building* dalam rangka pembangunan berkelanjutan.

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.

Dalam pengendalian biaya proyek sering terjadi penyimpangan yang disebabkan oleh tenaga kerja, material, alat, subkontraktor dan *overhead*. Penyimpangan biaya tersebut disebabkan karena adanya antara biaya anggaran dan biaya pelaksanaan. Salah satu indikator proyek adalah pengendalian material terhadap total anggaran biaya.

Hal ini merupakan hal yang wajar bila penyelenggara proyek menaruh perhatian besar dalam proses pengendalian material karena dengan memperoleh biaya material serendah mungkin berarti telah melakukan penghematan terbesar.

Pada proyek konstruksi, penggunaan material oleh pekerja – pekerja dilapangan dapat menimbulkan penyimpangan berupa sisa material yang cukup tinggi. Beberapa penelitian di Brazil menunjukkan sisa material konstruksi dapat mencapai 20% - 30% berat dari total material di lokasi.

Tabel 1.1 Komposisi nilai sisa material (*waste*) besi tulangan

No.	LOKASI PENELITIAN	SAMPEL	TAHUN	NILAI WASTE
1	Inggris	114 Proyek	1960 - 1970	2% - 15%
2	Hongkong	32 Proyek	1992 - 1993	2,4% - 26,5%
3	Belanda	5 Proyek	1993 - 1994	1% - 10%
4	Australia	15 Proyek	N/A	2,5% - 22%
5	Brazil	3 Proyek	1986 - 1987	11% - 17%
6	Indonesia	3 Proyek	2006 - 2008	2,9% - 12,5 %

Jika dilihat dari sisi penyebab terjadinya sisa material, perubahan-perubahan desain merupakan faktor yang paling sering menyebabkan terjadinya limbah. Sedangkan jika dilihat dari pengaruh faktor penyebab terjadinya sisa material terhadap kegiatan konstruksi, maka pola pemotongan yang tidak optimal merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya sisa material.

Komponen potongan sisa material yang dominan terjadi dalam suatu proyek meliputi sisa-sisa potongan besi tulangan pada besi beton bertulang. Hal ini dapat dilihat dari persentase biaya material untuk besi tulangan yang cukup besar sekitar 10% - 30%. Dari persentase tersebut sisa material yang terbuang percuma akibat kesalahan pemotongan besi sekitar 5% - 10%. Hal ini cukup berpengaruh sekali terhadap pembiayaan proyek karena semakin besarnya sisa

material yang terjadi maka semakin besar pula biaya material yang harus dikeluarkan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka sisa material merupakan salah satu masalah yang serius pada konstruksi bangunan. Usaha untuk mengetahui sisa material konstruksi akan membantu kontraktor untuk meningkatkan keuntungan dan mengurangi dampak lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di lapangan sering terjadi sisa material merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek. Lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang cukup besar, sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui sisa material.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Penelitian ini akan membandingkan jumlah besi teoritis yang dibutuhkan dengan jumlah besi yang didatangkan oleh kontraktor untuk pekerjaan besi.
- b. Faktor-faktor penyebab dominan terjadinya limbah material besi terbuang pada proyek pembangunan rumah.
- c. Penelitian ini bertujuan mengetahui dimana / kemana material besi yang menjadi limbah.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan bermanfaat untuk melengkapi literatur berkaitan dengan masalah limbah konstruksi.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Meliputi: Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, Metodologi 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. ANALISA PERHITUNGAN DAN PENGOLAHAN DATA

Mengolah data dengan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk menentukan besar indeks kebutuhan bahan, produktivitas pekerja dan pemakaian alat.

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 Defenisi Dasar

Material konstruksi adalah bahan bangunan yang digunakan untuk proyek konstruksi. Sumber material konstruksi dapat diperoleh dari sekitar lokasi proyek (material alam) atau diangkut dari luar lingkungan proyek, yang dapat berupa hasil produksi industri, atau material alam yang tidak tersedia di sekitar proyek.

Waste material adalah kelebihan kuantitas material yang digunakan/didatangkan, tetapi tidak menambah nilai pekerjaan. (Asiyanto, 2005). Tujuan dari pengalokasian sumber daya proyek adalah dalam rangka menekan/mengendalikan biaya proyek, yang pada intinya adalah pengendalian produktivitas dari sumber daya alat, tenaga dan pengendalian tingkat waste bagi material, serta pengendalian cost of money dari sumber daya uang.

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.

Arus penggunaan material konstruksi mulai sejak pengiriman ke lokasi. proses konstruksi. sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari keempat posisi dibawah ini yaitu:

1. Struktur fisik bangunan
2. Kelebihan material (leftover)
3. Digunakan kembali pada proyek yang sama (reuse)
4. Sisa material (waste)

Sisa material konstruksi 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.

2.2 Pengelompokkan Sisa Material Konstruksi (Waste)

Jenis waste ada dua yaitu waste individu yaitu yang menyangkut satu jenis material dan waste campuran, yaitu yang menyangkut material campuran. Material campuran seperti beton, hot mix dan lain-lain, berasal juga dari raw material (bahan baku). Oleh karena itu, terjadi waste ganda yaitu waste individu untuk bahan bakunya dan waste campuran setelah jadi material campuran (Asiyanto, 2005). Menurut Tchobanoglous dkk, dalam (Jefta Ekaputra, 2001), sisa yang timbul selama pelaksanaan konstruksi 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 atas beton, batu bata, plesteran, kayu, sirap, pipa dan komponen listrik, yang tidak dapat digunakan kembali sesuai dengan fungsi semula. Menurut Skoyles 1976, sisa material konstruksi dapat digolongkan ke dalam dua kategori berdasarkan tipe, yaitu: *direct waste* dan *indirect waste* (Jefta Ekaputra, 2001).

2.2.1 Sisa Material Langsung (Direct Waste)

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

- a. Sisa Material akibat Transportasi dan Pengiriman (Transport and delivery waste)

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. Sisa Material akibat Tempat Penyimpanan (Site storage waste)

Sisa material yang terjadi karena penumpukkan/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. Sisa Material akibat Pengubahan (Conversion waste)

Sisa material yang terjadi karena pemotongan bahan dalam bentuk yang tidak ekonomis, seperti: material besi beton, keramik, dan sebagainya.

- d. Fixing waste (Sisa Pemasangan)

Material yang tercecer, rusak atau terbuang selama pemakaian di lapangan, seperti: pasir, semen, batu bata, besi beton dan sebagainya.

- e. Sisa Material akibat Pemotongan (Cutting waste)

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

- f. Sisa Material akibat Pelaksanaan dan Sisa tertinggal (Application and residue waste)

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

g. Sisa Material akibat Tindakan Kriminal (Criminal waste)

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

h. Sisa Material akibat kesalahan penggunaan material (Wrong use waste)

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

i. Sisa Material akibat Manajemen (Management waste)

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

2.2.2 Sisa Material Tidak Langsung (Indirect Waste)

Indirect waste adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (moneter loss), terjadi kelebihan pemakaian volume material dari 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:

(1) Terlalu banyak material yang dibeli

(2) Material yang rusak

(3) 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 pemasangan dinding bata yang 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.

2.3 Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Faktor penyebab yang menyebabkan terjadinya limbah pada pelaksanaan konstruksi adalah sebagai berikut (Johnston dan Mincks, 1992) :

a. Manusia

Faktor manusia sebagai faktor penyebab terjadinya limbah pada konstruksi meliputi ketidakterampilan kerja, keterbatasan pengawasan, dan arena tidak punya pengalaman dalam bekerja merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya limbah.

b. Manajemen Profesional

Faktor manajemen profesional merupakan faktor penyebab terjadinya limbah pada proses konstruksi, faktor ini meliputi faktor perencanaan proyek yang tidak sempurna, buruknya penyebaran informasi pada pihak terkait, dan buruknya koordinasi merupakan faktor terpenting dalam menghasilkan limbah.

c. Desain dan Dokumentasi

Desain dan dokumentasi merupakan faktor penghasil limbah dalam proses pelaksanaan konstruksi. Faktor ini meliputi faktor system dokumentasi dilapangan yang tidak padu, spesifikasi yang tidak jelas, gambar kerja yang tidak jelas, lambat dalam merevisi dan mendistribusikan ulang, perubahan-perubahan desain, dan desain tidak memadai.

d. Material

Material menjadi faktor penyebab terjadinya limbah. Faktor ini meliputi faktor mutu material rendah, pengiriman material material tidak sesuai dengan jadwal, penanganan material dilapangan yang salah, dan penyimpanan material yang buruk.

e. Pelaksanaan

Faktor pelaksanaan merupakan faktor penyebab terjadinya limbah pada kegiatan konstruksi. Faktor ini meliputi faktor salah penggunaan metode, keterbatasan peralatan, dan peralatan tidak efektif merupakan faktor yang akan menyebabkan terjadinya limbah.

f. Faktor Luar

Faktor luar sebagai penyebab terjadinya limbah pada konstruksi meliputi faktor situasi lapangan, cuaca dan kerusakan akibat pencurian mempunyai potensi dalam menghasilkan limbah.

Adapun faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi yaitu :

Design (model)	<ol style="list-style-type: none">1. Sering terjadi perubahan desain2. Kurangnya informasi desain3. Rendahnya kualitas desain4. Kontrak tidak lengkap5. Desain rumit6. Perencana kurang berpengalaman7. Syarat waktu dari klien singkat8. Dokumen kontrak salah9. Kurangnya koordinasi pada waktu
---------------------	---

	pengaturan desain
Handling (penanganan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyimpanan material kurang tepat 2. Kurangnya pengaturan material 3. Kualitas material kurang 4. Lambatnya pengantaran material 5. Perubahan spesifikasi bahan dan jenis
Workers (pekerjaan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesalahan selama pekerjaan konstruksi 2. Pekerjaan tidak lengkap 3. Kurangnya kepercayaan pada pekerjaan 4. Kedisiplinan kurang pada saat pekerjaan 5. Kurang berpengalaman 6. Terlalu banyak kerja lembur
Management (pengelolaan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya pengaruh dari kontraktor 2. Waktu proyek lama 3. Kurangnya pengetahuan tentang konstruksi 4. Tidak tersedia perlengkapan 5. Menunggu masa waktu 6. Masalah sumber penghasilan 7. Kurangnya pengelolaan yang berlebihan 8. Kontrol dan perencanaan yang sedikit
Procurement (usaha mendapatkan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengiriman material yang salah 2. Tidak terpenuhi barang dengan spesifikasi 3. Kesalahan dalam peninjauan 4. Persediaan salah
Site condition (kondisi tempat)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sulit jalan masuk ketempat pembangunan 2. Campur tangan dari pekerja lain

External factor (faktor luar)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pencurian material 2. Pengaruh cuaca 3. Kondisi tempat tidak tetap 4. Perusakan
------------------------------------	---

Sumber : Sasitharan Nagapan, 2012

2.4 Hierarki Pengelolaan Limbah Konstruksi

Hierarki pengelolaan limbah berdasarkan Chun-li Peng, Domenic E.Scordio dan Charles Kibert (1995) adalah :

- a. *Reduction*, merupakan cara terbaik dan efisien dalam meminimalisasi limbah yang dihasilkan. Secara tidak langsung, zat-zat berbaahaya dan akan berkurang sehingga biaya-biaya pengelolaan limbah beracun dan berbahaya akan berkurang.
- b. *Reuse*, adalah pemindahan kegunaan suatu barang kekegunaan lain. Merupakan cara terbaik setelah *reduction*, karena minimalisasi dari proses pelaksanaannya dan energi yang digunakan dalam pelaksanaannya.
- c. *Recycling*, adalah pemrosesan ulang material lama menjadi material baru. Merupakan cara yang tidak menghasilkan barang baru tetapi juga menguntungkan dari segi ekonomi, karena barang tersebut dapat dijual kembali.
- d. *Landfilling*, adalah pilihan terakhir yang dapat dilakukan dalam pengelolaan limbah yakni pembuangan ketempat penampungan akhir. *Landfilling* dilakukan hanya bila alternatif-alternatif yang lain sudah tidak dapat dilakukan.

2.5 Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material Besi Tulangan

- a. Pembelian besi tidak sesuai spesifikasi karena besi sudah mempunyai ukuran pabarikan yakni 12 m, jadi bila bentuk panjang yang di butuhkan hanya sekian meter besi beton di potongan sesuai yang diinginkan.
- b. Ketidak profesionalan pekerja dalam mengolah material besi karena mereka mendasarkan pengetahuan mereka pada pengalaman dan apa yang telah mereka lihat, padahal apa yang mereka lihat belum tentu benar.
- c. Perubahan desain, terkadang desain harus disesuaikan dengan kondisi lapangan yang sebenarnya ataupun terkadang pihak konsultan perencanaan mengirimkan perubahan desain.
- d. Kesalahan manajemen pada pabrikasi pembesian meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan.
- e. Memilih besi berkualitas rendah karena kontraktor menginginkan keuntungan yang berlebih sehingga besi yang dipesan hanya berdasarkan pembicaraan suplier saja. Ketika besi yang dipesan datang tidak sesuai sepesifikasi pabrik.

2.5.1 Syarat-syarat tulangan besi

Besi tulangan yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat (PBI 1971) sebagai berikut:

- a. Besi tulangan yang dipakai tidak boleh cacat seperti retak, lipatan, gelembung atau bagian yang kurang sempurna.
- b. Besi tulangan yang dipakai harus bersih dari kotoran, minyak , karat.
- c. Mempunya penampang yang sama rata.
- d. Percobaan mekanik meliputi percobaan tarik, percobaan kekerasan dan percobaan pukulan.
- e. Pemotongan tulangan tidak boleh menggunakan alat pemanas (las), harus menggunakan alat pemotong besi (bar cutter) atau gergaji besi.

2.5.2 Pelat

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensi yang lain. Sistem lantai biasanya terbuat dari beton bertulang yang dicor di tempat. (Hendra Putra). Perkembangan ilmu pengetahuan dewasa ini memungkinkan adanya evaluasi:

1. Kapasitas momen
2. Kapasitas geser kolom pelat
3. Perilaku serviceability

Tebal Pelat dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Pelat atap = 7 cm → minimal 7 cm
2. Pelat lantai = 12 cm → minimal 12 cm

2.5.3 Jenis Tulangan Pelat

Tulangan-tulangan yang terdapat pada konstruksi pelat beton bertulang adalah:

- 1) Tulangan pokok
 - a. Tulangan pokok primer, ialah tulangan yang dipasang sejajar (//) dengan sisi pelat arah lebar (sisi pen-dek) dan dipasang mendekati sisi luar beton.
 - b. Tulangan pokok sekunder, ialah tulangan yang dipasang sejajar (//) dengan sisi pelat arah panjang dan letaknya di bagian dalam setelah tulangan pokok primer.

- 2) Tulangan susut, ialah tulangan yang dipasang untuk melawan penyusutan/pemuaian dan pemasangannya berhadapan dan tegak lurus dengan tulangan pokok dengan jarak dari pusat ke pusat tulangan susut maksimal 40 cm.
- 3) Tulangan pembagi, ialah tulangan yang dipasang pada pelat yang mempunyai satu macam tulangan pokok, dan pemasangannya tegak lurus dengan tulangan pokok. Besar tulangan pembagi 20% dari tulangan pokok dan jarak pemasangan dari pusat ke pusat tulangan pembagi maksimum 25 cm atau tiap bentang 1 meter 4 batang.

2.6 Penelitian-Penelitian Yang Dilakukan Di Negara

Hasil penelitian yang dilakukan oleh para peneliti mengenai kuantitas sisa material konstruksi yang terjadi diproyek pada Negara lain dapat disimpulkan sebagai berikut (M. Khadafi, 2008) :

1. United Kingdom

Penelitian yang pertama mengenai sisa material konstruksi pada bangunan konstruksi pada bangunan industri didalam literature Skoyles, 1976. Berdasarkan data yang diperoleh dari 114 gedung selama tahun 1960 s/d 1970 diperoleh persentase sisa material bangunan berkisar antara 2 % sampai 15 % terhadap material.

2. Hong Kong

Penelitian dilakukan pada 32 lokasi konstruksi sejak bulan Juni 1992 sampai dengan Februari 1993 yang berfokus kepada jenis material seperti : beton, besi beton, batu bata, batako, mortar, keramik lantai dan kayu. Hasil penelitian pada 14 lokasi menunjukkan sisa material beton yang diperoleh berkisar antara 2,4 % sampai dengan 26,5 % atau rata-rata 11 % terhadap volume material yang dibeli.

3. Netherlands

Bossink dan Browsers (1996) di Belanda mengadakan penelitian yang menitikberatkan pada pengukuran dan pencegahan sisa material. Penelitian dilakukan pada 7 jenis material bangunan pada 5 bangunan rumah sejak April 1993 sampai Juni 1994, diperoleh jumlah berat sisa material antara 1 % sampai 10 % terhadap berat material konstruksi.

4. Australia

Forsythe dan Marsden (1999), mengajukan suatu model analisis pengaruh sisa material terhadap biaya proyek, termasuk pemindahan dan pembuangan. Penelitian ini menganalisis 6 jenis bahan bangunan pada 15 rumah. Sisa material yang terjadi antara 2,5 % sampai 22 % dalam berat.

5. Brazil

Penelitian sisa material yang dilakukan oleh Pinto (1989), merupakan studi kasus pada proyek apartemen. Dari 10 jenis material bangunan yang diteliti diperoleh total sisa material yang terjadi sebesar 18 % berat terhadap jumlah seluruh material.

Picchi (1993), dari hasil penelitian antara tahun 1986 sampai 1987 pada 3 bangunan rumah tinggal, mencatat sisa material yang terjadi relatif kecil, yaitu antara 11 % sampai 17 % dari berat gedung.

6. Indonesia

Penelitian yang dilakukan oleh trainer 2007-2008 di PT. PP Persero dengan obyek besi tulangan pada 3 proyek menghasilkan sisa material yang terjadi antara 2,9 % sampai 12,5 %.

M. Asad Abdurrahman (2012), mengajukan suatu model analisa dan evaluasi sisa material konstruksi pada bangunan pembangunan gedung bertingkat rendah di Makasar. Penelitian ini menganalisis bahan bangunan pada rumah dan rumah toko. Sisa material besi beton yang terjadi pada rumah 2,14 % dan rumah toko 3,45 %.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Penelitian adalah suatu penyelidikan atau suatu usaha pengujian yang dilakukan secara teliti dan kritis dalam mencari fakta-fakta atau prinsip-prinsip dengan menggunakan langkah-langkah tertentu. Fakta-fakta ini diperlukan usaha sistematis untuk menemukan jawaban ilmiah terhadap suatu masalah.

Pada bab sebelumnya telah dipaparkan teori mengenai limbah material dalam kegiatan konstruksi berupa: kegiatan penghasil limbah dan faktor-faktor penyebab terjadinya limbah yang umumnya diterapkan di lokasi pelaksanaan. Berangkat dari dasar teori tersebut, metodologi penelitian dirumuskan dalam bab ini.

Indikator keberhasilan penelitian terletak pada keabsahan data yang diperoleh dimana data faktual, kredibel dan sesuai dengan dasar masalah yang diangkat. Mendapatkan hasil penelitian yang akurat maka metode penelitian menjelaskan kerangka pemikiran dan masalah utama penelitian menjadi inti penulisan pada bab ini.

Perumusan metodologi penelitian diawali dengan penentuan jawaban sementara atas pertanyaan penelitian yang akan dijelaskan pada sub bab 3.2 . Dari hipotesis sementara, penelitian dilanjutkan dengan memilih strategi penelitian yang akan digunakan. Selanjutnya, penelitian dilakukan dengan mengikuti kerangka alur penelitian hingga mendapatkan variable-variabel penelitian yang akan dibahas pada sub bab tahapan penelitian.

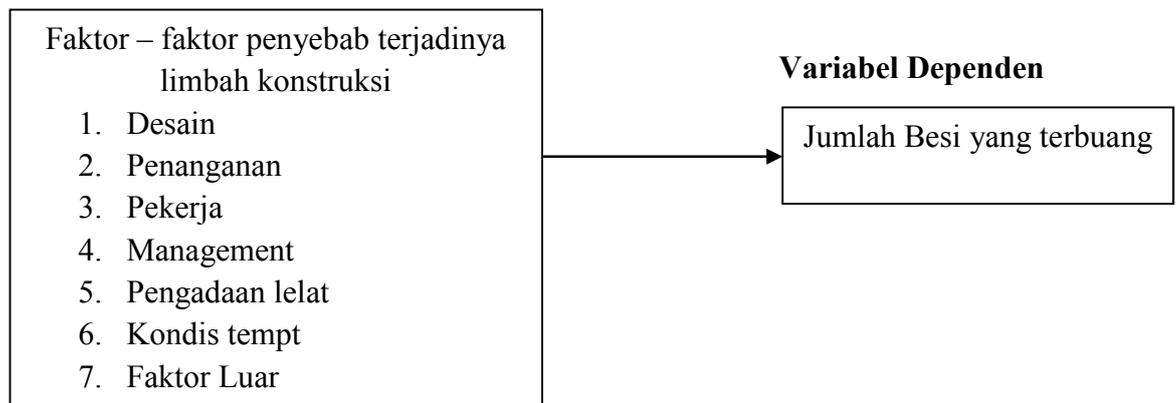
Kemudian, pengumpulan data dilakukan agar informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian dapat terkumpul. Pada bab metode analisis, data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode analisis penelitian yang sesuai dengan pertanyaan penelitian. Setelah analisis dilakukan dengan baik dan tepat dengan sasaran pertanyaan dasar, maka dapat ditarik kesimpulan penelitian yang akan dijabarkan disub bab paling akhir.

3.2 Kerangka Pemikiran dan Hipotesa Penelitian

3.2.1 Kerangka Pemikiran

Seperti yang dijelaskan pada bab 2 bahwa sisa material besi (*waste*) mempunyai dampak yang cukup signifikan pada pembiayaan proyek rumah. Untuk itu, diperlukan suatu upaya agar dapat meminimalisir timbulnya material sisa material besi dalam kegiatan konstruksi. Kerangka Pemikiran sebagai berikut

Variabel Independen



3.2.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang disusun dari studi literatur pada penelitian sebagai berikut: faktor penyebab limbah material besi yang terjadi dilokasi proyek pembangunan rumah.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif korelasional *cross-sectional*. Deskriptif korelasional *cross-sectional* adalah desain yang digunakan untuk menentukan hubungan dua variabel yang mempunyai skala ordinal atau tata jenjang yang memungkinkan objek yang diteliti untuk diberi ranking atau jenjang (Arikunto, 2006). Jenis penelitian ini menekankan pada waktu pengukuran variabel independen dan variabel dependen hanya satu kali

dinilai pada waktu yang sama (Nursalam, 2003). Desain penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor – faktor penyebab terjadinya jumlah sisa material besi.

3.3.2 Populasi Penelitian dan Sampel Penelitian

a. Populasi Penelitian

Populasi Penelitian ini adalah populasi terjangkau. Populasi terjangkau adalah populasi yang memenuhi kriteria dalam penelitian dan dapat dijangkau peneliti (Nursalam, 2003). Populasi terjangkau penelitian ini yaitu seluruh pekerja yang terlibat dalam proyek pembangunan rumah seperti pengawas lapangan, kontraktor, manajer lapangan, dan pekerja lapangan. Populasi dalam penelitian ini adalah sebanyak 30 orang.

b. Sampel Penelitian

Pengambilan sampel atau responden penelitian ini menggunakan metode *total sampling* yaitu pengambilan seluruh populasi penelitian menjadi responden. Persyaratan responden penelitian ini adalah pekerja lapangan yang berhubungan secara langsung dengan pembangunan rumah tinggal yang menjadi lahan penelitian dengan lama bekerja minimal 4 (empat) bulan.

3.3.3 Teknik Pengumpulan Data

Ada beberapa jenis pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang relevan, spesifikasi dan faktual, sesuai dengan kebutuhan penelitian, yaitu :

a. Studi Kepustakaan

Studi literatur dilakukan untuk memberikan pemahaman mengenai komposisi limbah material yang timbul pada pekerjaan konstruksi bangunan rumah. Studi kepustakaan juga dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai temuan terkait kegiatan-kegiatan di pekerjaan struktur yang menghasilkan limbah material.

b. Survei

Survei yang dilakukan dengan metode pengamatan langsung (observasi langsung), wawancara dan penyebaran kuesioner untuk memperoleh data-data primer dari kondisi aktual di lapangan. Data yang diperlukan antara lain harga material, gambar rencana proyek, *Bill of Quantity* (BOQ). Responden yang mengisi kuesioner meliputi pengawas lapangan, pelaksana lapangan, dan mandor. Adapun secara garis besar isi kuesioner adalah:

1. Data Responden

Meliputi identitas responden seperti nama, status di lapangan, lamanya bekerja, dan nama perusahaan.

2. Bahan Material

Pertanyaan mengenai bahan material apa saja yang dominan menghasilkan sisa material konstruksi yang ditentukan dalam bentuk prosentase untuk masing – masing jenis material yang diteliti selama kegiatan konstruksi berlangsung. Selain itu adapula pertanyaan tentang sumber dan faktor penyebab sisa material konstruksi dan manajemen material/minimisasi sisa material konstruksi.

Pengumpulan kuesioner dilakukan pada saat pembagian kuesioner kepada pekerja. Setelah responden mengisi semua kuesioner maka seluruh data yang terkumpul dikelompokkan kembali oleh peneliti untuk mengidentifikasi faktor – faktor penyebab sisa material besi. Metode pengamatan langsung (observasi langsung), wawancara dan penyebaran kuesioner untuk memperoleh data-data primer dari kondisi aktual di lapangan. Data yang diperlukan antara lain harga material, gambar rencana proyek, *Bill of Quantity* (BOQ). Setelah data semua terkumpul dengan jelas baru peneliti melakukan pengolahan/analisa data (Hidayat, 2009).

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh data atau data ringkasan berdasarkan suatu kelompok data mentah dengan menggunakan rumus tertentu

sehingga menghasilkan informasi yang diperlukan. Kegiatan ini dilakukan dengan tahapan (Setiadi, 2007) yaitu:

a. *Editing*

Memeriksa data dilakukan setelah semua data terkumpul. Langkah pertama adalah memeriksa kembali kuesioner tersebut satu persatu, hal ini dilakukan dengan maksud untuk mengecek apakah setiap kuesioner telah diisi sesuai dengan petunjuk sebelumnya.

b. *Koding Data*

Mengklasifikasikan jawaban – jawaban dari para responden kedalam kategori. Biasanya klasifikasi dilakukan dengan cara member tanda/kode berbentuk angka pada masing – masing jawaban. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pada waktu pengolahan data.

c. *Sorting*

Mensortir dengan memilih atau mengelompokkan data menurut jenis yang dikehendaki (klasifikasi data)

d. *Entry Data*

Jawaban – jawaban yang sudah diberi kode kategori kemudian dimasukkan dalam program komputer

e. *Cleaning Data*

Pembersihan data, lihat variabel apakah data sudah benar atau belum.

f. *Mengeluarkan Informasi*

Disesuaikan dengan tujuan penelitian yang dilakukan

3.3.4 Metode Pengolahan dan Analisa Data Kuesioner

a. *Metode Pengolahan Data*

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui studi wawancara dan kuesioner yang dilakukan secara terstruktur dan bertahap serta studi observasi berupa pengamatan langsung. Berangkat dari acuan data yang diperoleh dari studi literatur, wawancara dilakukan dengan menetapkan variabel penelitian dan protokol wawancara, sehingga wawancara berjalan secara terstruktur dan

interviewer memiliki kendali untuk mengarahkan pertanyaan dan mengendalikan alur perbincangan.

Untuk memperoleh kredibilitas, keteralihan, kebergantungan dan kepastian dalam pengumpulan data, responden harus memiliki kompetensi yang sesuai dengan topik penelitian dan/atau memiliki tanggungjawab terkait aspek-aspek yang menjadi rumusan penelitian di lapangan. Selain itu, wawancara dilakukan kepada lebih dari satu responden untuk memperoleh jawaban yang lebih beragam dan memperbesar peluang variasi dalam perolehan data, sehingga dimungkinkan untuk menemukan adanya temuan-temuan baru yang belum disentuh oleh responden lainnya.

Selanjutnya dilakukan analisis kuantitatif data untuk mendapatkan kuantitas sisa material besi konstruksi secara nyata di lapangan. Sisa material besi ini diperoleh dari perhitungan volume material siap pakai di lapangan di kurangi dengan volume material desain berdasarkan gambar rencana proyek dan *Bill of Quantity* (BOQ), kemudian dikurangi dengan material sisa di lapangan yang masih dapat digunakan jika ada. Selanjutnya data diuji secara statistik untuk mendapatkan variabel yang dominan.

Meneliti jumlah besi yang menjadi limbah, maka digunakan bon/surat tanda pembelian material besi yang didatangkan ke lokasi proyek. Pada bon tersebut tercantum berapa banyak besi yang didatangkan dan digunakan.

Proyek tidak melakukan pencatatan terhadap besi yang menjadi limbah, maka digunakan data pada proyek pekerjaan apa saja yang menggunakan material besi. Lalu dengan menggunakan gambar kerja dapat dihitung berapa banyak material besi yang akan menjadi bagian dari bangunan.

Banyaknya material besi yang menjadi limbah dapat dihitung dengan mengurangi jumlah besi yang didatangkan dikurangi jumlah besi yang menjadi bagian dari bangunan. Limbah tersebut akan dicari persentasenya terhadap jumlah material yang didatangkan dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Limbah} = \frac{\text{total pembelian besi} - \text{total besi yang dipakai}}{\text{total besi yang dipakai}} \times 100 \%$$

b. Analisa Data

Uji statistik yang digunakan dalam menganalisis variabel jumlah sisa material besi dengan faktor – faktor penyebab terjadinya limbah konstruksi dengan menggunakan uji korelasi *Pearson* yang digunakan untuk menentukan hubungan kedua variabel yang mempunyai skala ordinal atau tata jenjang sehingga dapat diketahui variabel independen yang bermakna berhubungan yang kemudian dibandingkan dengan $\alpha = 0,05$. Apabila nilai p lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ maka ada hubungan/perbedaan antara dua variabel (Arikunto, 2006).

3.3.5 Instrumen Penelitian

Kuesioner penelitian terdiri dari nama responden, jabatan, dan penyebab terjadinya limbah besi dengan 7 (tujuh) pernyataan dengan menggunakan skala likert. Skala Likert merupakan skala yang digunakan untuk menentukan tingkatan apabila penelitian menggunakan jenis survey deskriptif. Kuesioner penelitian ini terdiri dari 7 (tujuh) pernyataan dengan pilihan jawaban sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), setuju (ST), sangat setuju (SS). Kuesioner terdiri dari pernyataan positif. Bila pernyataan positif terdiri dari jawaban sangat setuju diberi nilai 4, setuju diberi nilai 3, tidak setuju diberi nilai 2, dan sangat tidak setuju diberi nilai 1. Nilai tertinggi adalah nilai 28 dan nilai terendah adalah 7.

Skala ukur variabel yang digunakan dalam variabel ini adalah skala ordinal dimana hasil ukurnya menggunakan rumus statistik menurut Hidayat (2009) sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Rentang Kelas}}{\text{Banyak Kelas}}$$

Banyak Kelas

Dimana P merupakan panjang kelas dengan rentang kelas 21 (selisih nilai tertinggi dan nilai terendah) dan banyak kelas sebanyak 2 (dominan, tidak dominan), maka didapatkan panjang kelas sebesar 10. Interval hasil ukur dengan menggunakan rumus diatas sebagai berikut:

$$\text{Faktor dominan} \quad : 18 - 28$$

$$\text{Faktor tidak dominan} \quad : 7 - 17$$

3.4 Proses Pengumpulan Data

Adapun prosedur yang dilakukan dalam pengumpulan data, yaitu mengajukan permohonan izin kepada Jurusan Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan. Kemudian mengajukan permohonan izin kepada pemilik rumah di Jl. Beringin I No.30 Helvetia Medan.

Ketika melakukan pengumpulan data, kuesioner diberikan kepada responden yang merupakan kriteria yang sudah ditentukan, dan kuesioner diberikan kepada responden yang ada pada proyek pembangunan rumah tersebut.

Pada saat pengumpulan data di Jl. Beringin I No.30 Helvetia Medan peneliti tidak membagikan kuesioner secara langsung kepada responden sesuai dengan yang telah direncanakan oleh peneliti tetapi meminta izin terlebih dahulu kepada arsitektur dan mandor. Kemudian peneliti membagikan kuesioner kepada arsitektur, mandor, tukang besi dan tukang lain yang bekerja di proyek. Sebelum responden melakukan pengisian kuesioner, peneliti menjelaskan tujuan dan maksud dari penelitian agar mudah untuk mengumpulkan dan mengambilnya. Setelah data terkumpul dengan jelas baru peneliti melakukan pengolahan/ analisa data.

3.5 Kegiatan Pengamatan Dilapangan

TANGGAL	PENGAMATAN PENELITIAN	KETERANGAN
12/05/2014	Tempat Lokasi Penelitian <ul style="list-style-type: none">- Melakukan survei lokasi penelitian- Meminta izin melakukan penelitian	
15/05/2014	Gambar Kerja <ul style="list-style-type: none">- Meminta gambar kerja kepada arsitektur	Gambar kerja yang diperlukan berupa denah rencana pondasi, denah pembesian lantai 1 & 2, detail pondasi, dan detail tangga
26/05/2014	Tempat Penyimpanan Besi <ul style="list-style-type: none">- Melihat penyusunan letak besi yang didatangkan ditempat penyimpanan besi	

<p>03/06/2014</p>	<p>Pemotongan dan Pembentukan Sengkang Besi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melihat dan bertanya cara pembentukan sengkang 	
<p>11/06/2014</p>	<p>Pemasangan Besi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengamati pemasangan dan pengikatan sengkang - Mengamati tukang dalam pemasangan balok 	 

<p>11/06/2014</p>	<p>Wawancara</p> <ul style="list-style-type: none">- Bertanya kepada mandor penyebab terjadinya sisa material besi	
<p>23/06/2014</p>	<p>Sisa material Besi</p> <ul style="list-style-type: none">- Melihat sisa material yang terjadi di proyek pada tempat penyimpanan besi	 

<p>04/07/2014</p>	<p>Data Pembelian Material Besi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mencatat dan mengambil foto bon pembelian material besi 	
<p>17/07/2014</p>	<p>Sisa Material Besi yang tercecer/berserakan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mencari sisa material besi yang tercecer atau berserakan di proyek tersebut dan mengambil foto dokumentasi 	
<p>21/07/2014</p>	<p>Menyebarkan Kuesioner</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengisi serta memberikan kusioner kepada arsitektur, mandor dan tukang. - Mengambil foto dokumentasi pada saat pengisian kuesioner 	

	<p>yang dilakukan responden.</p>	 A photograph showing two men standing on a construction site. The man on the right is wearing a yellow hard hat and a grey shirt, and is holding a clipboard. The man on the left is wearing a red shirt and dark pants. They appear to be reviewing plans or documents. The background shows a partially constructed building with concrete walls and some construction materials.
--	----------------------------------	--