



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI KOMPOSISI LIMBAH KONSTRUKSI
PEMBANGUNAN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT
TINGGI**

**(STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD
DAN BALAIKOTA DKI JAKARTA DAN PROYEK
PEMBANGUNAN TOWER TIFFANY KEMANG VILLAGE)**

SKRIPSI

PRAMESTI ANDIANI

0706275744

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**IDENTIFIKASI KOMPOSISI LIMBAH KONSTRUKSI
PEMBANGUNAN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT
TINGGI**

**(STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD
DAN BALAIKOTA DKI JAKARTA DAN PROYEK
PEMBANGUNAN TOWER TIFFANY KEMANG VILLAGE)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

PRAMESTI ANDIANI

0706275744

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Pramesti Andiani

NPM : 0706275744

Tanda Tangan : 

Tanggal : 16 Juni 2011

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Pramesti Andiani
NPM : 0706275744
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Identifikasi Komposisi Limbah Konstruksi
Pembangunan Struktur Bangunan Bertingkat
Tinggi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan
Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta dan
Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang
Village)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

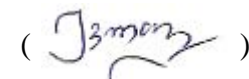
Pembimbing 1 : Dr.Ir. Djoko M. Hartanto, SE, M.Eng




Pembimbing 2 : Ir. El Khobar Muhaemin Nazeah M.Eng.



Penguji 1 : Ir. Irma Gusniani ,M.Sc



Penguji 2 : Dr. Nyoman Suwartha, ST, MT, M.Agr



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Juni 2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada yang terhormat:

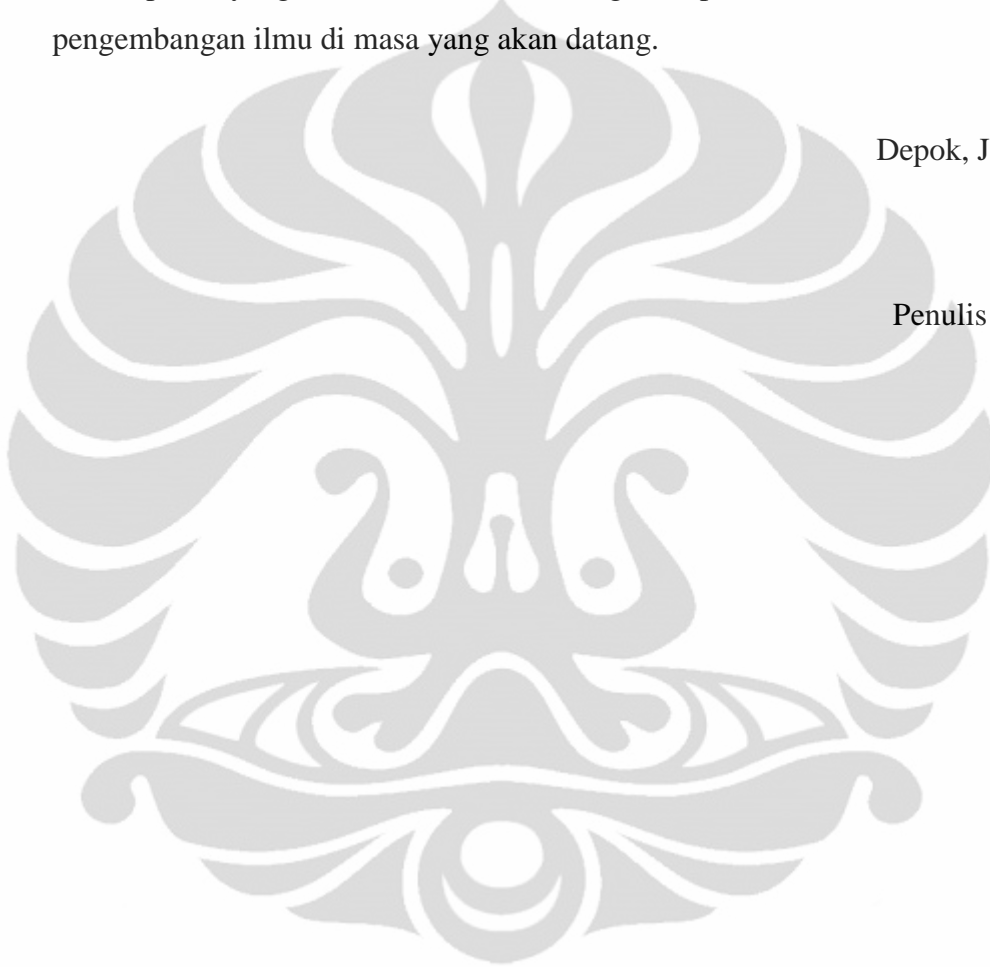
- (1) Bpk Dr.Ir. Djoko M. Hartono, SE, M.Eng, selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberi pengarahan, bimbingan, diskusi, dukungan, serta persetujuan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat selesai.
- (2) Ir. El Khobar Muhaemin Nazech M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberi pengarahan, bimbingan, diskusi, dukungan, serta persetujuan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat selesai.
- (3) Staf PT. Jaya Konstruksi Manggala Pratama, Tbk. Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta dan staf PT. PP, Tbk. Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village yang telah membantu penelitian ini agar dapat berjalan dengan baik
- (4) Terima kasih kepada kedua orangtua dan adik-adikku yang telah memberikan dukungan baik materi maupun moral.
- (5) Para dosen pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membimbing selama perkuliahan.
- (6) Teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan dan Program Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia angkatan 2007 yang telah memberikan semangat dan dukungan yang tak terhingga.
- (7) Hermawati Widyapratami teman kostan yang selalu berjuang bersama.

- (8) Muhammad Daryl B. yang telah memberikan dukungan dalam masa-masa sulit itu.
- (9) Pegawai sekretariat Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia
- (10) Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu di masa yang akan datang.

Depok, Juni 2011

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pramesti Andiani
NPM : 0706275744
Program Studi : Teknik Lingkungan
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas **Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

IDENTIFIKASI KOMPOSISI LIMBAH KONSTRUKSI PEMBANGUNAN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD DAN BALAIKOTA DKI JAKARTA DAN PROYEK PEMBANGUNAN TOWER TIFFANY KEMANG VILLAGE)

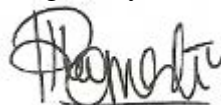
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dari sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 16 Juni 2011

Yang Menyatakan



(Pramesti Andiani)

ABSTRAK

Nama : Pramesti Andiani
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Identifikasi Komposisi Limbah Konstruksi Pembangunan Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta dan Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village)

Limbah konstruksi adalah puing-puing bangunan, tanah, beton, baja, kayu dan bahan-bahan campuran lainnya yang timbul dari berbagai kegiatan konstruksi. Penelitian ini dilakukan terhadap dua proyek yaitu Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta dan Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village. Limbah yang diidentifikasi komposisinya adalah tiga jenis limbah yang mendominasi pembangunan tahap struktur yaitu besi, kayu dan beton.

Pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta jumlah limbah besi sebanyak 1,25% limbah kayu sebanyak 11,67%, limbah beton sisa cor sebanyak 7,43% dan limbah bobokan beton sebanyak 7,72%. Sedangkan pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village limbah besi sebanyak 4,76%, kayu sebanyak 4,89%, kayu phenol film sebanyak 1,73%, limbah beton sisa cor sebanyak 2,91% dan limbah beton bobokan sebanyak 0,8%.

Faktor utama penyebab terjadinya limbah konstruksi pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta adalah karena sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu, limbah proses pengaplikasian dan limbah kemasan. Faktor utama penyebab terjadinya limbah konstruksi pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village adalah karena kesalahan pada pekerja atau buruh, limbah proses pengaplikasian dan limbah kemasan. Limbah suatu proyek konstruksi tidak dapat dibandingkan dengan limbah proyek konstruksi lainnya karena perbedaan metode yang digunakan, fungsi bangunan, dan lain-lain. Solusi untuk mengurangi jumlah timbulan limbah konstruksi adalah dengan transparansi antar pihak yang terlibat dalam proyek

Kata kunci : limbah konstruksi, komposisi, kuantitas

ABSTRACT

Name : Pramesti Andiani
Study Program : Environmental Engineering
Title : Identification of Waste Composition of High Rise Building Construction (Case Study: DPRD and Balaikota DKI Jakarta Construction Project and Tower Tiffany Kemang Village Construction Project)

Construction waste are debris, dirt, concrete, steel, wood and others as a result of construction activities. This research was conducted on two projects, DPRD and Balaikota DKI Jakarta construction project and Tower Tiffany Kemang Village Construction Project. The waste which identified were three kind of waste which dominated the construction of the building structure, the waste are steel, wood and concrete.

At the DPRD and Balaikota DKI Jakarta project the amount of steel waste is 1,25 %, wood waste is 11,67%, concrete remainder is 4,3% and concrete residue after casting is 7,72%. Whereas at the construction of Tower Tiffany Kemang Village the amount of steel waste is 4,76%, wood waste is 4,89%, phenol film wood is 1,73%, concrete remainder 2,91% and concrete residue after casting is 0,8%.

The main cause of construction waste at DPRD and Balaikota DKI Jakarta construction project is because of residue of cutting material, application process and packaging. Whereas the main cause of construction waste at Tower Tiffany Kemang Village project are because of error from the workers, application process and packaging. Waste of a construction project cannot be compared to other construction project because of the usage of different method, building function, etc. The solution to reduce the amount of construction waste is transparency between all the stakeholder which involve in the project.

Keyword: construction waste, composition, quantity

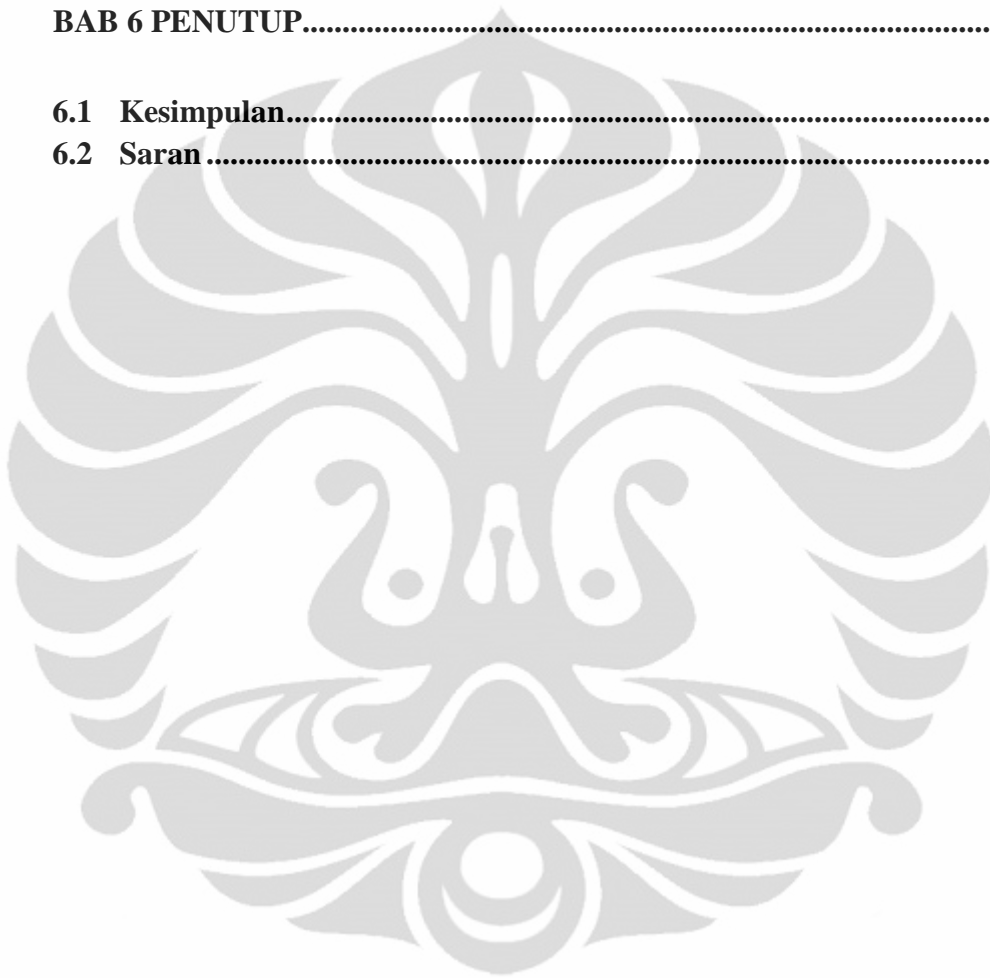
DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Kerangka Berpikir.....	6
BAB 2 STUDI LITERATUR	7
2.1 Limbah.....	7
2.2 Limbah Konstruksi.....	8
2.3 Material Limbah	12
2.4 Dampak dari Limbah Konstruksi.....	14
2.5 Pembagian Limbah Konstruksi.....	14
2.6 Hierarchy Pengelolaan Limbah Konstruksi	17
2.7 Minimisasi Limbah Konstruksi (<i>Construction Waste Minimization</i>)	18

2.7.1	Peranan Pihak-Pihak yang Terlibat dalam Proyek.....	18
2.7.2	Tujuan Minimisasi Limbah Konstruksi	19
2.7.3	Pendekatan untuk Meminimisasi Limbah Konstruksi	19
2.7.4	Diagram Alir dalam Mengembangkan Rencana Minimisasi Limbah Konstruksi	20
2.8	Strategi Minimisasi Limbah Konstruksi	22
2.8.2	Perencanaan Pengelolaan Proyek.....	22
2.8.3	Pra-Konstruksi	23
2.8.3.1	Desain.....	23
2.8.3.2	Estimasi dan <i>Purchasing</i>	23
2.8.4	<i>Just In Time</i> (JIT).....	24
2.9	Kegiatan di Luar Lokasi Proyek	25
2.9.1	Kegiatan di Dalam Lokasi Proyek	25
2.10	Penelitian yang Telah Dilakukan	26
2.10.1	Indonesia	26
2.10.2	Inggris (<i>United Kingdom</i>)	27
2.10.3	Hong Kong	28
2.10.4	Amerika Serikat (<i>United States</i>)	28
2.10.5	Belanda.....	29
2.10.6	Brazil	29
2.11	Analisa Pembobotan	30
BAB 3	GAMBARAN UMUM	31
3.1	Gambaran Umum Tempat Penelitian	31
3.1.1	Proyek Tower Tiffany Kemang Village.....	31
3.1.1.1	Latar Belakang	31
3.1.1.2	Data Umum Proyek.....	31
3.1.2	Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	32
3.1.2.1	Latar Belakang	32
3.1.2.2	Data Umum Proyek.....	32
BAB 4	METODOLOGI PENELITIAN	33
4.1	Metodologi Penelitian.....	33
4.2	Tempat dan Jadwal Penelitian	34
4.3	Teknik Pengumpulan Data	34
4.3.1	Penelitian Komposisi Limbah.....	34
4.3.1.2	Besi.....	35
4.3.1.3	Kayu	35
4.3.1.4	Beton	36

4.4 Kuesioner	37
4.4.1 Pemilihan Responden Kuesioner	37
4.4.2 Pertanyaan Kuesioner	37
4.4.3 Metode Pengolahan dan Analisa Data Kuesioner.....	38
4.4.3.1 Analisa Pembobotan.....	38
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
5.1 Luas Bangunan Selama Masa Penelitian	40
5.1.1 Luas Bangunan Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village... 40	
5.1.2 Luas Bangunan Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	40
5.2 Material	40
5.2.1 Material Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	41
5.2.1.1 Besi.....	41
5.2.1.2 Kayu	42
5.2.1.3 Beton	46
5.2.2 Material Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	
48	
5.2.2.1 Besi.....	48
5.2.2.2 Kayu	49
5.2.2.3 Beton	51
5.3 Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah	52
5.3.1 Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village.....	52
5.3.1.1 Besi.....	52
5.3.1.2 Kayu	53
5.3.1.3 Beton	53
5.3.2 Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	53
5.3.2.1 Besi.....	53
5.3.2.2 Kayu	54
5.3.2.3 Beton	54
5.4 Kuesioner	55
5.4.1 Metode Pembuangan Limbah	56
5.4.1.1 Membayar Truk untuk Mengangkut	56
5.4.1.2 Menjual Limbah	57
5.4.1.3 Memberi dengan Cuma-Cuma	58
5.4.1.4 Digunakan Kembali Dalam Proyek.....	59
5.4.2 Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah	60
5.4.3 Faktor Pengelolaan Limbah	61
5.4.3.1 Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah	62
5.4.3.2 Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah.....	63
5.4.3.3 Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah.....	64

5.4.4	Faktor Penggunaan Kembali Limbah	65
5.4.4.1	Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma.....	65
5.4.4.2	Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi 67	
5.4.4.3	Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas	69
5.4.5	Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya.....	70
BAB 6 PENUTUP.....		72
6.1	Kesimpulan.....	72
6.2	Saran	73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Berpikir	6
Gambar 2.1 Pendekatan Minimisasi Limbah Konstruksi	19
Gambar 2.2 Diagram Alir Minimisasi Limbah Konstruksi	21
Gambar 3.1 Sketsa Kontainer untuk Penghitungan Beton Bobokan	36
Gambar 4.1 Neraca Massa Besi Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	41
Gambar 4.2 Neraca Massa Kayu Konvensional Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	43
Gambar 4.3 Neraca Massa Kayu Phenol Film Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village	44
Gambar 4.4 Neraca Massa Beton Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	46
Gambar 4.5 Neraca Massa Besi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	48
Gambar 4.6 Neraca Massa Kayu Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	49
Gambar 4.7 Neraca Massa Beton Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab Timbulan Limbah pada Proyek Konstruksi	9
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	34
Tabel 4.1 Analisis Biaya Besi Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	42
Tabel 4.2 Analisis Biaya Kayu Konvensional Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	44
Tabel 4.3 Analisis Biaya Kayu Phenol Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	45
Tabel 4.4 Analisis Biaya Beton Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village.....	47
Tabel 4.5 Analisis Biaya Besi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	49
Tabel 4.6 Analisis Biaya Kayu Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	50
Tabel 4.7 Analisis Biaya Beton Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	52
Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Membayar Truk Untuk Mengangkut Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	56
Tabel 4.9 Hasil Kuesioner Membayar Truk Untuk Mengangkut Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village	57
Tabel 4.10 Hasil Kuesioner Menjual Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	57
Tabel 4.11 Hasil Kuesioner Menjual Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village	58
Tabel 4.12 Hasil Kuesioner Memberi dengan Cuma-Cuma Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	58
Tabel 4.13 Hasil Kuesioner Memberi dengan Cuma-Cuma Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village	59
Tabel 4.14 Hasil Kuesioner Digunakan Kembali Dalam Proyek Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	59
Tabel 4.15 Hasil Kuesioner Digunakan Kembali Dalam Proyek Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village	60
Tabel 4.16 Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	60
Tabel 4.17 Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village.....	61
Tabel 4.18 Hasil Kuesioner Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	62
Tabel 4.19 Hasil Kuesioner Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village	62

Tabel 4.20 Hasil Kuesioner Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	63
Tabel 4.21 Hasil Kuesioner Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village.....	64
Tabel 4.22 Hasil Kuesioner Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	64
Tabel 4.23 Hasil Kuesioner Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village.....	65
Tabel 4.24 Hasil Kuesioner Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma- Cuma Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	66
Tabel 4.25 Hasil Kuesioner Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma- Cuma Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village.....	67
Tabel 4.26 Hasil Kuesioner Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	68
Tabel 4.27 Hasil Kuesioner Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village.....	68
Tabel 4.28 Hasil Kuesioner Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	69
Tabel 4.29 Hasil Kuesioner Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village.....	70
Tabel 4.30 Hasil Kuesioner Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.....	70
Tabel 4.31 Hasil Kuesioner Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Luas Bangunan dan Pekerjaan Tower Tiffany Kemang Village	77
Lampiran 2 Luas Bangunan dan Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	79
Lampiran 3 Pendetangan Besi Tower Tiffany Kemang Village	81
Lampiran 4 Besi Terpasang Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	82
Lampiran 5 Pendetangan Beton Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	83
Lampiran 6 Volume Beton Terpasang Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	84
Lampiran 7 Pendetangan Besi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	85
Lampiran 8 Besi Terpasang Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	85
Lampiran 9 Pendetangan Beton Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	86
Lampiran 10 Volume Beton Terpasang Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	86
Lampiran 11 Kuesioner Membayar Truk Untuk Mengangkut	86
Lampiran 12 Kuesioner Menjual Limbah	87
Lampiran 13 Kuesioner Memberi dengan Cuma-Cuma	87
Lampiran 14 Kuesioner Digunakan Kembali Dalam Proyek	87
Lampiran 15 Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah	88
Lampiran 16 Kuesioner Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah	89
Lampiran 17 Kuesioner Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah	89
Lampiran 18 Kuesioner Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah	90
Lampiran 19 Kuesioner Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma	90
Lampiran 20 Kuesioner Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi	91
Lampiran 21 Kuesioner Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya	91
Lampiran 22 Dokumentasi	92
Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta	90
Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village	98

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi adalah proyek yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan struktur, yang umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk dalam bidang Teknik Sipil dan Arsitektur (Dipohusido, 1996 pada Suprpto dan Wulandari, 2009).

Limbah padat menurut Henry dan Heinke (1996) adalah limbah yang tidak dapat diangkut oleh air dan tidak dapat digunakan lagi. George dan Samuel (1993) membagi jenis limbah padat berdasarkan sumbernya yaitu limbah yang berasal dari pemukiman, komersil, institusi, konstruksi dan demolisi, pelayanan *municipal*, instalasi pengolahan, industri dan pertanian. Limbah padat konstruksi termasuk dalam delapan jenis limbah tersebut.

Limbah konstruksi berbentuk puing-puing bangunan, tanah, beton, baja, kayu dan bahan-bahan campuran lainnya yang timbul dari berbagai kegiatan konstruksi. Limbah-limbah tersebut ada yang masih memiliki nilai ekonomis ada juga yang sudah tidak memiliki nilai ekonomis lagi. Limbah yang memiliki nilai ekonomis seperti baja, kayu, dll memiliki penadah yang bersedia menampung limbah tersebut. Limbah yang sudah tidak memiliki nilai ekonomis lagi seperti tanah lumpur akan dibuang ke tempat pembuangan. Limbah konstruksi seperti baja merupakan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) yang harus ditangani dengan khusus karena limbah B3 dapat mencemari lingkungan atau beresiko terhadap kesehatan.

Waste Disposal Ordinance (WDO 2001) di Hong Kong memberikan kerangka hukum untuk para kontraktor untuk menangani bahan kimia dan limbah khusus lainnya yang dihasilkan dari kegiatan konstruksi. Pemisahan limbah B3 dari limbah konstruksi lainnya akan membantu untuk menentukan metode spesifik untuk mengolah limbah-limbah yang berbeda tipe dengan lebih efektif.

Manajemen limbah pada kegiatan konstruksi merupakan salah satu tujuan untuk melindungi lingkungan karena limbah dari pekerjaan konstruksi berkontribusi cukup signifikan terhadap lingkungan yang tercemar. Aktivitas

konstruksi menghasilkan sekitar 20 – 30 % dari semua limbah pada *landfill* australia (Craven *et al*, 1994). Lebih dari 50 % limbah pada *landfill* di U.K berasal dari limbah konstruksi (Ferguson *et al*, 1995). 29 % dari limbah padat di USA merupakan limbah konstruksi (Rogoff and Williams, 1994).

Limbah konstruksi telah menjadi subjek dalam beberapa proyek penelitian dalam beberapa tahun belakangan ini. Beberapa fokus pada dampak terhadap lingkungan yang disebabkan oleh timbulan dari material limbah. The Hong Kong Polytechnic dan Hong Kong Construction Association Ltd. (1993) melakukan penelitian tentang limbah konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi timbulan sampah di sumber, dan untuk mengusulkan metode alternatif untuk pengolahan limbah konstruksi dalam rangka mengurangi *demand* untuk pembuangan akhir. Bossink dan Brouwers (1996) melakukan proyek penelitian dari Belanda, yang bersangkutan dengan pengukuran dan pencegahan limbah konstruksi, mengenai keberlanjutan peraturan yang ditetapkan oleh kebijakan lingkungan di Belanda. Semua penelitian tersebut menunjukkan bahwa kegiatan konstruksi merupakan salah satu kontributor besar dalam pembentukan timbulan limbah.

Untuk meningkatkan pengendalian dari limbah konstruksi, penelitian yang dilakukan telah menghasilkan beberapa metode. Mengelompokkan limbah berdasarkan kategori-kategori spesifik seperti material demolisi, material packaging, kayu, beton, aspal, limbah sanitasi, produk logam, karet, plastik dan kaca, dan pestisida dan kontainer pestisida (Spivey, 1974). Klasifikasi ini akan memberikan teknik yang spesifik dalam mengolah limbah dengan tipe-tipe yang berbeda secara efektif.

Pada beberapa tahun belakangan ini, penggunaan kembali dan pendaur ulangan limbah telah disosialisasikan untuk mereduksi volume limbah, tetapi keefektifan pada pengaplikasiannya terbatas karena kondisi yang tidak memungkinkan (chun *et al*, 1997). Dibutuhkan lahan dan peralatan untuk pemilahan limbah, pengalaman mendaur ulang limbah, supervisor dan pegawai yang terlatih, dan ilmu pengetahuan tentang K3L.

Hirarki klasifikasi metodologi manajemen limbah adalah: *reducing waste*, *reusing waste*, *recycling waste* dan pembuangan apabila tiga pilihan

pertama tidak memungkinkan (Faniran dan Caban, 1998). Mengaplikasikan metode manajemen limbah sebagai bagian dari fungsi manajemen proyek dan melibatkan peran serta para pekerja (Shen dan Tam, 2002). Hal ini disarankan untuk merancang pelatihan yang spesifik dan program edukasi untuk staf dengan grup yang berbeda-beda. Tentu saja partisipasi para pekerja hanya dapat efektif apabila ada dukungan dari manajemen. Bahkan penelitian ini mengindikasikan bahwa manajemen limbah kurang mendapat perhatian dari manajemen senior dalam organisasi. Biaya yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan manajemen limbah lebih diperhatikan daripada keuntungan yang bisa didapatkan oleh organisasi dengan implementasi manajemen limbah.

Minimalisasi limbah lebih mengenai perubahan dari perilaku dibandingkan dengan inovasi teknologi baru. Dengan mempertimbangkan sumber daya yang digunakan maka akan mereduksi timbulan limbah. Minimalisasi limbah dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor dan perencana. Biaya yang dikeluarkan untuk limbah bukan hanya biaya yang digunakan untuk pembuangan limbah, tetapi juga biaya bahan baku dan biaya yang dikeluarkan untuk membayar para pekerja.

Penelitian ini dianggap penting karena dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan terutama limbah B3 yang dapat mencemari lingkungan dan berbayar bagi kesehatan serta membutuhkan penanganan khusus. Dengan adanya minimalisasi juga dapat mengurangi pemakaian sumber daya alam. Penelitian ini juga dapat memberikan masukan bagi kontraktor sebagai evaluasi dan mengurangi biaya yang akan dikeluarkan.

1.2 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana komposisi timbulan limbah konstruksi struktur yang dihasilkan pada proyek pembangunan gedung bertingkat tinggi?
- b. Berapa kuantitas timbulan yang dihasilkan pada kegiatan pembangunan struktur bangunan di proyek pembangunan gedung bertingkat?
- c. Apa saja sumber dan faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material pembangunan struktur?
- d. Bagaimana cara meminimisasi timbulan sisa material pembangunan struktur?
- e. Apakah minimisasi limbah akan mempengaruhi biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui komposisi timbulan limbah konstruksi struktur gedung bertingkat tinggi yang dihasilkan berdasarkan tipe dan jenisnya
- b. Mengetahui kuantitas timbulan limbah pembangunan struktur gedung bertingkat tinggi yang dihasilkan pada kegiatan-kegiatan yang dilakukan di proyek
- c. Mengetahui sumber dan faktor penyebab timbulnya sisa material pembangunan struktur proyek gedung bertingkat tinggi.
- d. Mengetahui pengaruh minimisasi limbah terhadap biaya yang dikeluarkan kontraktor.
- e. Merekomendasikan cara minimalisasi sisa material pembangunan struktur gedung bertingkat tinggi.

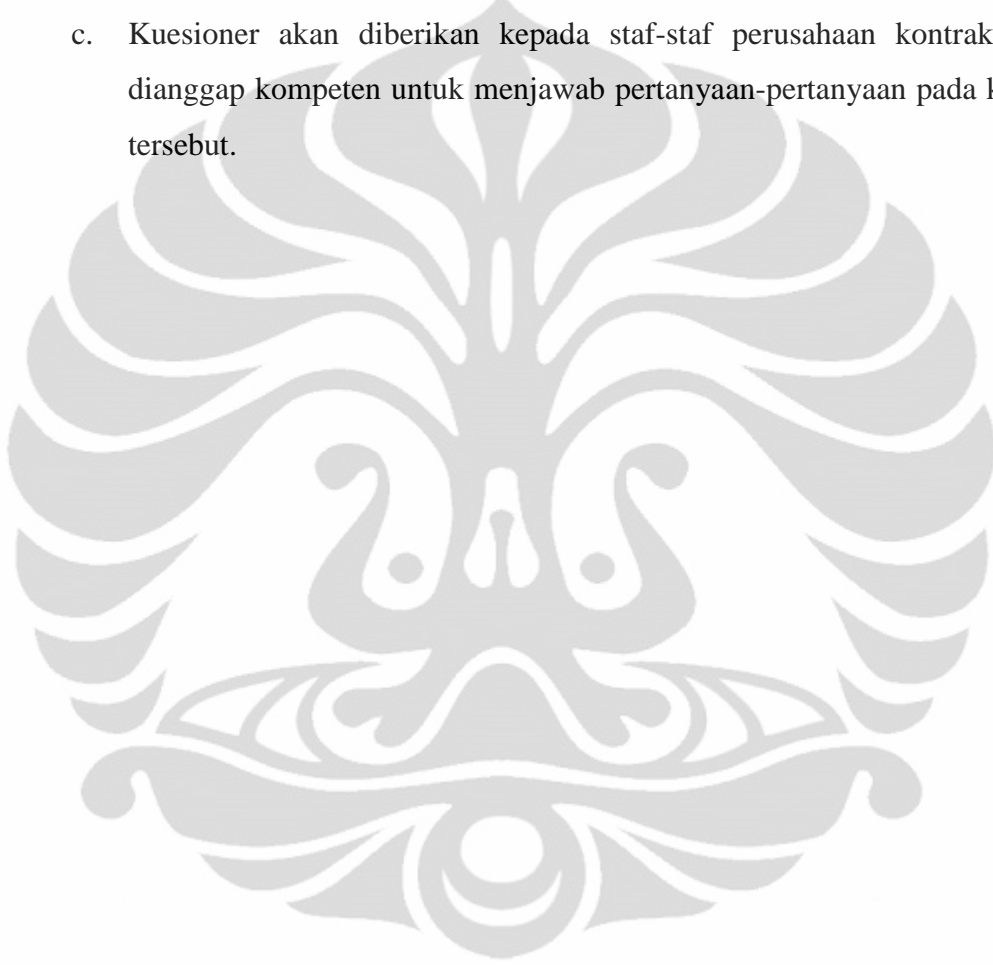
1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

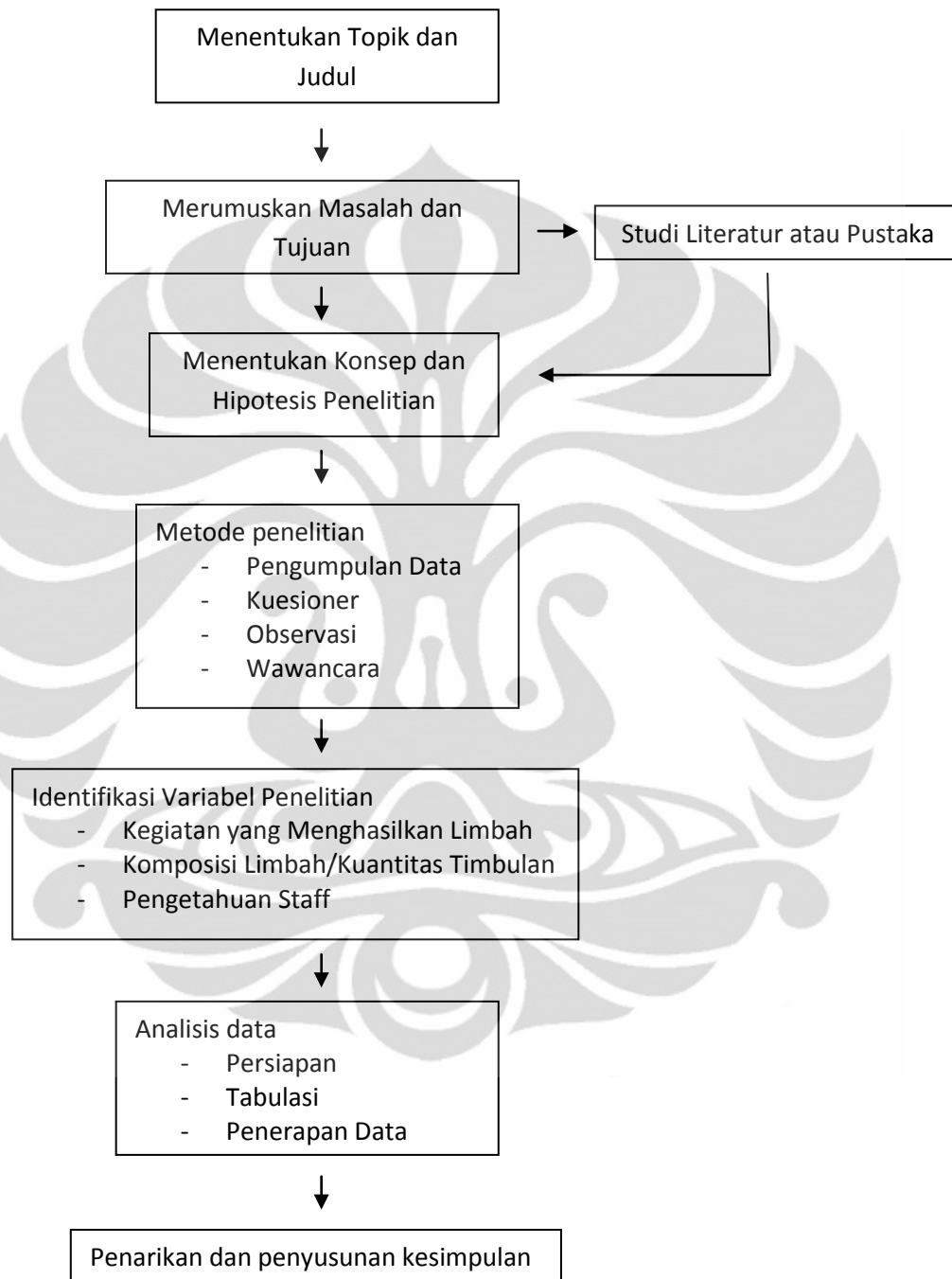
- a. Pengertian sisa material pada penelitian ini adalah material yang berlebihan melampaui kuantitas material yang direncanakan, baik itu berupa material yang tersisa, tercecer, rusak, hilang maupun kelebihan pemakaian volume yang disebabkan karena faktor kecerobohan pekerja, peralatan kerja yang

tidak berfungsi dengan baik, material itu sendiri dan kesalahan metode konstruksi.

- b. Objek yang akan dijadikan penelitian adalah Proyek Pembangunan Tower Tiffany Village dan Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta, sedangkan material yang diteliti adalah material yang menjadi bagian dari struktur bangunan gedung tersebut.
- c. Kuesioner akan diberikan kepada staf-staf perusahaan kontraktor yang dianggap kompeten untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada kuesioner tersebut.



1.5 Kerangka Berpikir



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

BAB 2 STUDI LITERATUR

2.1 Limbah

Secara umum, limbah adalah sesuatu yang tidak diinginkan atau sesuatu yang merupakan hasil sampingan dari produksi yang dianggap sudah tidak berguna lagi atau dengan kata lain adalah barang sisa (sampah). Limbah juga didefinisikan oleh Alarcon (1997) sebagai segala sesuatu yang berbeda jumlah minimum absolut sumber dayanya untuk menambah nilai dari produk yang dihasilkan. Sehingga segala sesuatu aktivitas dalam konstruksi tetapi tidak menambah nilai atau meningkatkan produk dapat dikategorikan sebagai limbah.

Limbah padat (sampah) bisa didefinisikan sebagai limbah yang tidak dapat diangkut oleh air, dan tidak dapat digunakan lagi. (Henry dan Heinke, 1996) Limbah padat dapat dikategorikan menjadi dua kategori berdasarkan sumbernya, yaitu:

- a. Limbah Munisipal: limbah yang dihasilkan oleh rumah pemukiman dan bisnis, seperti: Konsumsi dari suatu kantor dan restoran.
- b. Limbah industri : limbah yang dihasilkan karena adanya aktivitas dari industri yang ada, secara teknis ada 19 jenis limbah yang tergolong sebagai limbah industri.

Namun ada beberapa buku yang mengaktegorikan limbah padat ini menjadi 8 kategori berdasarkan sumber limbahnya. (George dan Samuel, 1993) Yaitu:

- a. Pemukiman
- b. Komersil
- c. Institusi
- d. Konstruksi dan demolisi
- e. Pelayanan *municipal*
- f. Instalasi pengolahan
- g. Industri
- h. Pertanian

Di dalam limbah *municipal*, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi komposisinya (Henry dan Heinke, 1996)

- a. Iklim
- b. Frekuensi pengangkutan
- c. Meratanya dari grinder sampah rumah tangga
- d. Kebiasaan setempat
- e. *Income per-kapita*
- f. Penggunaan pembungkus untuk makanan
- g. Tingkat urbanisasi dan industrialisasi

Seperti yang terlihat pada faktor yang mempengaruhi komposisi limbah *municipal*, di mana limbah konstruksi termasuk di dalamnya. Komposisi limbah negara berkembang seperti Indonesia dan negara maju seperti Amerika akan berbeda.

Perubahan komposisi limbah padat *municipal* tergantung pada faktor waktu dan perkembangan suatu daerah. Oleh karena itu, komposisi limbah akan terus berubah menurut waktu walaupun perubahannya tidak terlalu besar.

2.2 Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi didefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan yang dihasilkan dari proses konstruksi, perbaikan atau perubahan atau barang apapun yang diproduksi dari proses ataupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat langsung dipergunakan pada tempat tersebut tanpa adanya suatu perlakuan lagi. Material limbah konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*construction and demolition*). Limbah yang berasal dari perobohan atau penghancuran bangunan digolongkan dalam *demolition waste*, sedangkan limbah yang berasal dari pembangunan perubahan bentuk (*remodeling*), perbaikan baik itu rumah atau bangunan komersial digolongkan ke dalam *construction waste* atau limbah konstruksi.

Beberapa penyebab terjadinya limbah konstruksi pada suatu proyek konstruksi adalah (Rubina Greenwood, 2004) :

- a. Konsumsi berlebihan dari sumber daya

- b. Kerusakan material akibat kesalahan penanganan atau pengiriman
- c. Kerusakan material akibat cuaca dan penyimpanan yang tidak tepat
- d. Vandalisme
- e. *Rework/Improve*
- f. Kurangnya pendataan material yang dikirim dan yang digunakan
- g. Material berlebih dari pekerjaan persiapan dan finishing
- h. Sampah dari kantor proyek

Tabel 2.1 Sumber dan Penyebab Timbulan Limbah pada Proyek
Konstruksi

Sumber	Penyebab
Desain	Kesalahan pada dokumen kontrak
Desain	Dokumen kontrak yang tidak selesai pada saat permulaan konstruksi
Desain	Perubahan desain
Pengadaan	Kesalahan order, terlalu banyak order, terlalu sedikit order, dll
Pengadaan	Kesalahan supplier
Penanganan Material	Kerusakan pada saat transportasi
Penanganan Material	Penyimpanan yang tidak tepat sehingga menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas
Operasional	Kesalahan pada pekerja atau buruh
Operasional	Malfunction dari peralatan
Operasional	Cuaca buruk
Operasional	Kecelakaan
Operasional	Kerusakan akibat kegiatan berikutnya
Operasional	Penggunaan dari material yang salah sehingga membutuhkan pengganti
Residual	Karena pemotongan dengan bentuk yang tidak ekonomis

(Lanjutan) Tabel 2. 1 Sumber dan Penyebab Timbulan Limbah pada
Proyek Konstruksi

Sumber	Penyebab
Residual	Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu
Residual	Material yang <i>overmixing</i>
Residual	Limbah dari proses pengaplikasian
Residual	Kemasan
Lain-lain	Limbah kriminal atau vandalisme yang menyebabkan kerusakan
Lain-lain	Kurangnya pengontrolan material <i>on site</i> dan perencanaan manajemen limbah

Sumber: Gavian dan Bernold, 1994 ; Craven et al. , 1994

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 basement meliputi ketidakterampilam kerja, keterbatasan pengawasan, dan karena 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 yang penting dalam menghasilkan limbah.

c. Desain dan dokumentasi

Desain dan dokumentasi merupakan faktor penghasil limbah dalam proses pelaksanaan konstruksim faktor ini meliputi faktor sistem dokumentasi di lapangan yang tidak padu, spesifikasi yang tidak jelas, gambar kerja yang

tidak jelas, lambat dalam merevisi dan mendistribusikan ulang, perubahan-perubahan desain, dan desain yang tidak memadai.

d. Material

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

e. Pelaksanaan

Faktor pelaksanaan merupakan faktor penyebab terjadinya limbah pada kegiatan konstruksi. Faktor ini meliputi faktor salah penggunaan metode, keterbatasan peralatan, peralatan tidak efektif, peralatan yang sudah tidak layak digunakan, dan buruknya layout, 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 pihak ketiga, mempunyai potensi dalam menghasilkan limbah.

Strategi minimisasi limbah konstruksi bertujuan juga untuk meminimisasi penyebab-penyebab terjadinya limbah konstruksi tersebut.

Johnston dan Mincks (1992) menjelaskan ada 3 kelompok utama limbah yang ditemukan dalam konstruksi yaitu material yang dapat didaur ulang (*recycleable*), limbah berbahaya (*hazardous waste*) dan limbah yang akan dibuang ke tempat pembuangan akhir (*landfill material*). Komposisi limbah konstruksi dikategorikan dengan berbagai cara, tergantung dari perspektif mana kita memandang limbah konstruksi itu sendiri. Ada 3 faktor menurut EPA (ICF Incorporated, 1995) dalam mengkategorikan limbah konstruksi, yaitu:

- a. Tipe Struktur (bangunan tempat tinggal, komersil atau industri).
- b. Ukuran struktur (*low rise, high rise*).
- c. Aktivitas yang sedang dilakukan (konstruksi, renovasi, perbaikan atau perubahan).

Faktor tambahan yang mempengaruhi tipe banyaknya limbah konstruksi termasuk di dalamnya adalah:

- a. Besarnya proyek yang dikerjakan secara keseluruhan
- b. Lokasi proyek (dekat laut, sungai dengan di daratan, daerah kota dengan pinggiran, dll).
- c. Material yang digunakan dalam konstruksi
- d. Metode perubahan yang digunakan (manual atau mekanis)
- e. Penjadwalan
- f. Metode penyimpanan kontraktor

2.3 Material Limbah

Material limbah yang dihasilkan dari proses pelaksanaan kegiatan konstruksi adalah sebagai berikut:

- a. Kayu
- b. Puing-puing akibat perbaikan/pembongkaran
- c. Besi tulangan atau baja
- d. Bata, tegel, genteng
- e. Logam bukan besi, termasuk kaleng.
- f. Sampah seperti: debu, kain bekas, bungkus makanan.
- g. Kelebihan agregat.
- h. Sisa tanah galian
- i. Lain-lain

Berikut adalah limbah B3 yang dihasilkan pada proyek konstruksi menurut (Noyes, Robert, 1994)

Aseton	<i>Glues</i>
Gas Acetylene	<i>Greases</i>
<i>Adhesive</i>	<i>Helium</i>
Ammonia	<i>Hydraulic brake fluid</i>
<i>Anti-Freeze</i>	<i>Asam hidroklorik</i>
Aspal	<i>Insulation</i>
Benzena	<i>Kerosene</i>
<i>Bleaching Agents</i>	<i>Lime</i>
<i>Carbon black</i>	<i>Minyak Pelumas</i>
Karbon dioksida	<i>Lye</i>
Dempul	<i>Metal</i>
Sodium Hidroksida	<i>Metil Etil Keton</i>
Garam krom	<i>Motor oil additives</i>
Kromium	<i>Paint Remover</i>
Alat Pembersih	<i>Paint Stripper</i>
<i>Coal tar pitch</i>	<i>Paint/lacquers</i>
Pelapis (<i>coating</i>)	<i>Particle Board</i>
Kobalt	<i>Pentaklorofenol</i>
Beton Curing	<i>Polis untuk rantai metal</i>
Kreosol	<i>Pendempul</i>
<i>Cutting Oil</i>	<i>Resins, epoxies</i>
De-emulsifer untuk minyak	<i>Sealers</i>
<i>Diesel Fuel Oil</i>	<i>Shellac</i>
<i>Diesel Lube Oil</i>	<i>Solder flux</i>
<i>Etching agents</i>	<i>Pelarut</i>
<i>Etil Alkohol</i>	<i>Asam Sulfur</i>
<i>Fiberglass</i>	<i>Transite pipe</i>
<i>Foam insulation</i>	<i>Pernis</i>
<i>Freon</i>	<i>Waterproofing agents</i>
<i>Gasoline</i>	<i>Wood preservatives</i>

2.4 Dampak dari Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi seperti halnya juga limbah yang lain, mempunyai dampak terhadap kondisi lingkungan yang ada. Ramachandran (1990) mengategorikan dampak-dampak tersebut, sebagai berikut:

- a. Kemunduran sumber daya alam seperti kehabisan sumber daya hutan yang diakibatkan oleh penggunaan kayu yang berlebihan, kerusakan tanah akibat pengambilan pasir, lempung dan kandungan lainnya seperti batu kapur, penggunaan energi untuk produksi dan mengangkut bahan-bahan serta untuk melancarkan kegiatan di suatu proyek konstruksi.
- b. Gangguan fisik. Contohnya : dam yang menyebabkan pengalihan aliran air alami menyebabkan hilangnya beberapa jenis tumbuhan di sekitar lokasi, rusaknya keseimbangan ekologi yang membahayakan kesehatan. Pembangunan gedung di daerah perumahan menyebabkan polusi suara. Konstruksi jalan raya mengurangi kestabilan daerah perbukitan yang rapuh secara umum, pembangunan mengarah pada rusaknya daerah pertanian, erosi tanah, berkurangnya daerah resapan air, gangguan ekosistem dan perubahan iklim (untuk akibat jangka panjang).
- c. Polusi bahan kimia yang disebabkan oleh partikel-partikel yang dilepaskan ke udara akibat produksi dan pengangkutan material-material seperti semen, polutan yang terbentuk selama proses pengerjaan yang menggunakan asbes, tumpahan bahan kimia dan pembuangan bahan sisa yang sembarangan.

2.5 Pembagian Limbah Konstruksi

Secara umum limbah konstruksi dapat dikategorikan dalam 4 jenis (R Skoyles. 1987) :

- a. Limbah alami (*natural waste*), adalah limbah yang dalam pembentukannya tidak dapat dihindarkan, misalnya pemotongan kayu untuk penyambungan atau cat yang menempel pada kalengnya saat pengecatan dilakukan. Jadi limbah alami adalah limbah yang secara alami terjadi namun dalam batas-batas toleransi (bisa diabaikan). Namun tentu saja limbah alami juga harus dikontrol karena apabila tidak dikontrol dapat menjadi limbah langsung, dimana limbah yang terjadi sudah di luar batas toleransi.

- b. Limbah langsung (*direct waste*), adalah limbah yang terjadi pada setiap tahap pembangunan. Biasanya limbah ini terbentuk pada saat penyimpanan, pada saat material dipindahkan ke tempat kerja, atau pada saat proses pengerjaan tahapan pengembangan itu sendiri. Apabila tidak dilakukan kontrol yang baik maka kerugian biayapun tidak dapat dihindari.

Kegiatan-kegiatan yang dikategorikan sebagai aktivitas yang menyebabkan terjadinya limbah langsung, adalah:

- **Limbah akibat adanya kegiatan pengiriman**
Pengangkutan yang tidak tepat mengakibatkan nilai atau kualitas dari barang menurun. Contohnya : campuran beton yang dikirim dari *ready mix* yang datang terlambat sehingga campuran beton tidak dapat digunakan lagi. Limbah ini terjadi karena terjadinya kehilangan pada saat pengiriman ke lokasi, penurunan barang, penempatan ke gudang, dan waktu pengangkutan yang tidak tepat. Sehingga nilai atau kualitas dari barang menurun. Contohnya : campuran beton yang dikirim dari *ready mix* yang datang terlambat sehingga campuran beton tidak dapat digunakan lagi.
- **Penyimpanan di gudang dan penyimpanan sementara di sekitar lokasi proyek atau bangunan**
Limbah yang diakibatkan oleh penyimpanan yang tidak memperhatikan jenis dan sifat material, sehingga terjadi kerusakan. Selain itu juga limbah yang terjadi karena proses pengiriman dan pemindahan pada lokasi.
- **Limbah akibat proses perubahan bentuk material**
Limbah ini terjadi karena adanya perubahan bentuk material dari bentuk aslinya ke bentuk lain. Seperti pemotongan kayu dari bentuk asli ke bentuk yang diinginkan, sehingga terjadi pembuangan sisa potongan kayu tersebut yang tidak terpakai.
- **Limbah selama proses perbaikan**
Limbah yang terjadi pada saat proses perbaikan, contohnya material yang tercecer atau terbuang pada saat proses perbaikan.

- Limbah sisa
Limbah yang dihasilkan dari material dengan kemasan (*package*), dimana terjadi sisa-sisa material pada wadah yang tidak dapat digunakan. Contohnya cor dan material plesteran.
 - Penggunaan lahan yang tidak ekonomis
Penggunaan lahan yang tidak optimal dan adanya lahan yang tidak terpakai, sehingga terjadi pemborosan biaya.
 - Manajemen yang kurang baik
Pengambilan keputusan yang tidak tepat dan manajemen yang kurang akan menyebabkan kerugian yang berarti juga pemborosan.
 - Limbah akibat penggunaan yang salah
Limbah yang terjadi karena penggunaan material yang tidak sesuai dengan kualitas persyaratan yang ada.
 - Limbah akibat spesifikasi material yang salah
Limbah yang terjadi karena kesalahan pada waktu perencanaan atau spesifikasi, sehingga harus dilakukan perbaikan
 - Timbulnya limbah akibat kurangnya pelatihan
Limbah yang terjadi karena tenaga kerja kurang terampil sehingga terjadi pemborosan terhadap material, waktu dan biaya.
- c. Limbah tidak langsung (*indirect waste*), Limbah tidak langsung dihasilkan oleh beberapa kegiatan seperti di bawah ini:
- Penggantian material
 - Penggunaan jumlah material yang melebihi syarat yang disebutkan dalam kontrak.
 - Kesalahan kontraktor.
 - Penambahan biaya yang tidak terduga. Seperti: upah pekerja, material tambahan, dan lain-lain.
- d. Limbah konsekuensi (*consequential waste*), adalah limbah yang disebabkan akibat kesalahan kerja, sebagai konsekuensinya adalah terjadinya pemborosan material dalam penggantian atau penambahan kapasitas material untuk mengganti pekerjaan yang tidak sesuai dengan spesifikasi kerja.

2.6 Hierarchy Pengelolaan Limbah Konstruksi

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

- a. *Reduction*, merupakan cara terbaik dan efisien dalam meminimalisasi limbah yang dihasilkan. Secara tidak langsung, zat-zat berbahaya dan akan berkurang sehingga biaya-biaya pengelolaan limbah beracun dan berbahaya akan berkurang.
- b. *Reuse*, adalah pemindahan kegunaan suatu barang ke kegunaan lain. Merupakan cara yang baik 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 ke tempat penampungan akhir. *Landfilling* dilakukan hanya bila alternatif-alternatif yang lain sudah tidak dapat dilakukan.

Urutan hierarchy ini didasarkan atas pilihan pengelolaan yang utama kemudian alternatif pilihan pengelolaan terbaik sesudahnya.

Selain hierarchy pengelolaan limbah padat tersebut ada juga hierarchy dalam pengurangan atau minimisasi limbah material konstruksi yang terjadi yaitu 4R. (BRANZ, 2002)

- a. *Reduce*, mengurangi timbulan limbah dari awal.
- b. *Reuse*, penggunaan kembali material apabila memungkinkan.
- c. *Recycle/Recover*, memisahkan material sehingga bisa diolah lebih lanjut
- d. *Residual disposal*, pembuangan dari material yang tidak dapat didaur ulang atau digunakan kembali dengan aman.

Di bawah ini adalah hierarchy manajemen limbah konstruksi yang membagi penanganannya menjadi 4 bagian yaitu:

- a. *Waste avoidance*
- b. *Waste minimization*

- c. *Waste treatment*
- d. *Waste disposal*

Keempat hal tersebut merupakan pengembangan dari hirarki minimisasi limbah pada umumnya yang diketahui.

Dapat dilihat bagaimana urutan pengelolaan yang paling diinginkan sampai yang tidak diinginkan. Pada *waste avoidance* dapat dilihat cara-cara yang dapat diambil adalah dengan membuat produk yang lebih ramah lingkungan, merubah sifat dan kegiatan yang dapat memproduksi limbah umumnya dan limbah konstruksi secara khusus. Pada strategi minimasi limbah konstruksi yang banyak dikembangkan adalah kedua hal tersebut.

2.7 Minimisasi Limbah Konstruksi (*Construction Waste Minimization*)

2.7.1 Peranan Pihak-Pihak yang Terlibat dalam Proyek

Di dalam minimisasi limbah setiap orang yang terlibat dalam proyek konstruksi tersebut mempunyai peranan masing-masing. Peranan tersebut dapat dideskripsikan sebagai berikut (CIB/CSIR, 2001):

- a. Desainer dan surveyor
 - Memastikan bahwa gambar-gambar dan informasi pendukung lainnya tersedia seakurat mungkin
 - Mendesain bangunan dengan material *prefabrication* bila dimungkinkan hal tersebut akan mengurangi limbah konstruksi yang terjadi.
 - Menggunakan material dengan ukuran standar pada bangunan.
- b. Site (waste) manager
 - Memfokuskan penanganan pada material yang dihasilkan proyek pada lokasi pembuangan sementara dan material yang bisa digunakan kembali (*reuse*) dan dijual kembali (*resold*).
 - Memastikan tempat pembuangan sementara diberikan label secara jelas sehingga memudahkan pekerja untuk memisahkan limbah konstruksi
 - Memberikan dorongan kepada staff dan pekerja untuk bekerja lebih baik.
- c. (Sub) kontraktor
 - Menangani pemisahan material
 - Menggunakan material kembali jika hal tersebut dimungkinkan

- Mempunyai rasa tanggung jawab dalam pengelolaan limbah konstruksi.
- d. Suppliers
 - Mengkoordinasikan dengan baik waktu pengiriman material.
 - Menggunakan kembali pembungkus material
 - Mengurangi penggunaan bungkus (*packaging*)

2.7.2 Tujuan Minimisasi Limbah Konstruksi

Dalam meminimisasi limbah konstruksi yang ada, terdapat 6 alasan utama yang mendasarinya yaitu:

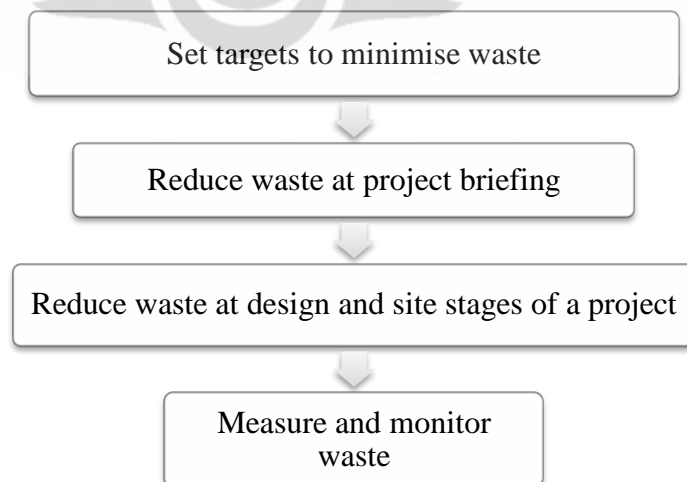
- a. Menghemat biaya
- b. Mengurangi penggunaan material yang berlebihan
- c. Meningkatkan kemampuan kompetisi
- d. Meningkatkan kebiasaan kerja
- e. Meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi beban landfill
- f. Membantu industri konstruksi menghadapi peraturan baru.

Target utama yang ingin dicapai dari strategi minimisasi limbah konstruksi adalah mencakup 2 hal yaitu:

- a. Limbah yang dihasilkan sedikit (efisien).
- b. Biaya operasional yang efektif.

2.7.3 Pendekatan untuk Meminimisasi Limbah Konstruksi

Di bawah ini adalah diagram alir untuk meminimisasi limbah konstruksi pada suatu proyek konstruksi (Rubina Greenwood, 2004):

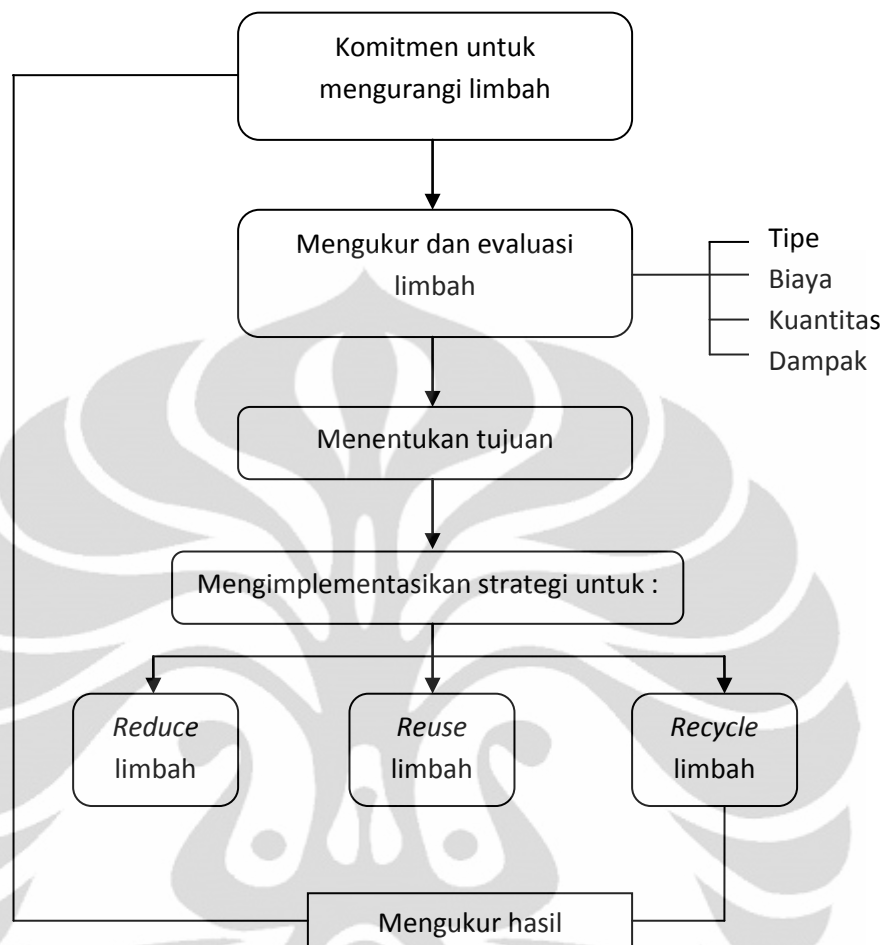


Gambar 2.1 Pendekatan Minimisasi Limbah Konstruksi

Sebelum melakukan kegiatan minimisasi, pada awal proyek terlebih dahulu merencanakan target dari kegiatan tersebut. Kemudian pada rapat proyek dibicarakan tentang hal tersebut, sehingga tercantum dalam kontrak tentang hal minimisasi limbah agar hal tersebut dapat diatasi. Minimisasi akan berlanjut pada saat desain dan pelaksanaan. Setelah minimisasi pada tahap-tahap tersebut dilaksanakan maka hal yang perlu dilakukan adalah pengukuran hasil dan memonitor hasil kerja yang telah dilaksanakan.

2.7.4 Diagram Alir dalam Mengembangkan Rencana Minimisasi Limbah Konstruksi

Metodologi dasar untuk meminimisasi limbah konstruksi yang ada pada industri konstruksi (RECON, Fletcher Construction), dapat dilihat pada gambar 2.1. Tahapan proses yang harus dilakukan adalah mempunyai komitmen untuk me-reduce limbah konstruksi yang dihasilkan, mengukur dan mengevaluasi limbah konstruksi yang akan dihasilkan dari segi tipe, biaya, kuantitas, dan dampak. Setelah itu menentukan tujuan dari usaha yang dilakukan atau target. Dengan adanya target maka perlu mengimplementasikan tindakan yang tepat untuk memenuhi target yang telah ditentukan. Strategi yang dilakukan ada 3 kemungkinan yaitu *reduce, reuse, recycle*. Setelah semua itu dilakukan barulah mengukur hasil yang telah dicapai dari usaha minimisasi limbah konstruksi yang telah dilakukan.



Gambar 2.2 Diagram Alir Minimisasi Limbah Konstruksi

Sumber: Recon, Fletcher Construction

Metodologi dasar ini juga yang mendasari bagaimana cara mengembangkan rencana minimisasi limbah konstruksi pada suatu proyek konstruksi memerlukan kerja sama beberapa pihak. Dapat diketahui bukan hanya kontraktor atau pelaksana pembangunan proyek konstruksi saja yang dapat berperan melainkan klien, desainer, arsitek juga mempunyai peranan dalam meminimisasi limbah konstruksi. Kerja sama dan saling bertukar informasi dalam suatu proyek konstruksi sangat diperlukan dalam mengerjakan suatu proyek konstruksi. Sehingga perencanaan minimisasi limbah konstruksi akan menjadi lebih efektif dan efisien karena rencana yang dibuat akan lebih informatif dan jelas untuk kontraktor

2.8 Strategi Minimisasi Limbah Konstruksi

Peluang untuk minimisasi limbah konstruksi terdapat dalam 4 area konstruksi, yaitu:

- a. Perencanaan pengelolaan proyek
- b. Pra konstruksi
- c. Kegiatan di luar lokasi proyek (*Off-site Activities*)
- d. Kegiatan di dalam lokasi proyek (*On-site Activities*)

Kunci sukses dari minimisasi limbah konstruksi dan meningkatkan profit adalah dengan cara mengemangkan strategi manajemen limbah konstruksi yang terintegrasi. Yang dimaksud dengan terintegrasi adalah perencanaan secara menyeluruh pada 4 area konstruksi yang ada.

2.8.2 Perencanaan Pengelolaan Proyek

Pada perencanaan proyek hal-hal yang harus diperhatikan adalah:

- a. Memfokuskan menghilangkan sumber penghasil limbah (*waste avoidance*) sebagai prioritas utama.
- b. Mengidentifikasi dan mengkomunikasikan tanggung jawab untuk minimisasi limbah konstruksi antara klien, *developer*, *designer*, *builder*, *project manager*, kontraktor dan *supplier*. Ketika proyek berlangsung tanggung jawab terhadap penanganan limbah konstruksi harus jelas, sehingga semua pihak mengetahui tanggung jawabnya dengan jelas. Untuk itu perlu adanya identifikasi dan komunikasi tanggung jawab antara pihak-pihak yang terlibat.
- c. Memberikan kesempatan kepada setiap personel yang terlibat untuk memberikan masukan. Masukan saran dan ide sangat diperlukan untuk mengembangkan perencanaan manajemen limbah konstruksi pada suatu proyek agar pengelolaan limbah konstruksi sesuai dengan keadaan yang ada di lokasi proyek.
- d. Memberikan pelatihan dan memberikan pengetahuan pada personel tentang perlunya rencana *reduction* limbah konstruksi, serta memberikan pelatihan praktek untuk mendukung hal tersebut.
- e. Mengembangkan dan menganalisa profil dari limbah konstruksi proyek (*waste minimization plan*). *Waste minimisation plan* dapat dikembangkan

berdasarkan metodologi Recon Fletcher, metodologi tersebut menganalisa profil limbah konstruksi berdasarkan tipe, kuantitas, biaya dan dampak.

- f. Membuat perencanaan pemisahan dan pengumpulan material pada lokasi proyek. Limbah konstruksi dapat terjadi karena beberapa hal, seperti (Rubina greenwood, 2004):
 - Kerusakan material akibat kesalahan penanganan atau pengiriman
 - Kerusakan material akibat cuaca dan penyimpanan yang tidak tepat
 - Untuk itu perlu ada perencanaan yang tepat dalam menangani terjadinya limbah konstruksi baik itu perencanaan pemisahan maupun pengumpulan material pada lokasi proyek.
- g. Mengintegrasikan *cost-control*, *reporting*, *monitoring* untuk inisiatif meminimisasi limbah konstruksi.

2.8.3 Pra-Konstruksi

2.8.3.1 Desain

- a. Menerapkan prinsip *building for deconstruction* (apabila gedung akan ada modifikasi atau perubahan terjadi, maka struktur gedung tersebut dapat diambil dan digunakan kembali dengan mudah dan dengan limbah konstruksi yang sedikit).
- b. Pendimensian yang baik dan penggunaan komponen modular.
- c. Mendesain berdasarkan ukuran standar material yang ada.
- d. *Building for operational waste reduction* (apabila proyek gedung sudah berjalan menghasilkan *waste* yang sedikit dan mudah untuk pengumpulannya).
- e. Konsultan memberikan gambar dan informasi mendukung lainnya seakurat mungkin kepada kontraktor.

2.8.3.2 Estimasi dan *Purchasing*

- a. Menghindari *over-estimating* dan pembelian kebutuhan menyeluruh. Estimator biasanya menentukan terlalu besar margin antara *expected waste* dan *actual waste*.
- b. Memberitahukan kebutuhan materials sesuai (tepat) yang dibutuhkan kepada *supplier*.
- c. Membeli material yang ramah lingkungan

2.8.4 *JustInTime* (JIT)

JIT merupakan teknik yang diciptakan oleh Taichi Ohno dan para rekan sejawatnya di Toyota. Tujuan utama Ohno adalah untuk mengubah perintah produksi dari estimasi permintaan menjadi permintaan yang sebenarnya. Maksud awalnya adalah berakar dari ketidakadaan dari pasar dan kebutuhan untuk memproduksi produk-produk yang bervariasi.

Just In Time merupakan suatu filosofi yang dapat didefinisikan sebagai aliran produksi yang tersinkronisasi tanpa stok. Stok material-material besar dan komponen-komponen biasanya mempunyai masalah seperti:

- a. Tidak tepatnya pendatanganan material dan komponen.
- b. Ketidakmampuan *supplier* untuk melakukan pendatanganan dalam jumlah kecil.
- c. Ketidakmampuan untuk meramalkan secara akurat pada periode aktivitas dieksekusi.
- d. Masalah pada perencanaan tim produksi dan tingkat produktivitas.
- e. Kurangnya pengetahuan akan tingkat kehilangan (*loss rates*) material dan komponen.

Dengan minimisasi penyimpanan antar proses, Ohno menghilangkan stok yang memungkinkan proses yang berada di bawah untuk melanjutkan pekerjaannya pada saat proses awal gagal. Dia juga mengharuskan operator untuk menghentikan jalur produksi apabila mereka tidak bisa mengatasi masalahnya. Konsekuensinya maka menjadi suatu keharusan untuk memecahkan masalah dibandingkan dengan memberikan produk yang berkualitas buruk sepanjang proses produksi. Masalah juga menjadi dapat dengan mudah terlihat karena dapat menghentikan proses produksi.

Proyek konstruksi adalah sesuatu yang dikendalikan oleh jadwal. Apabila diberikan jadwal yang terstruktur dengan baik maka semuanya akan tetap pada jadwal bagiannya, pekerjaan akan mengalir dengan lancar dan performa maksimal dapat dicapai. Tetapi sangat jarang ada proyek konstruksi yang persis sama dengan jadwal awalnya. Cara untuk mengatasinya adalah daripada menggeser jadwal lebih disarankan untuk secara sistematis menggunakan penggeseran rencana sebagai cara untuk menyesuaikan terhadap ketidakpastian dan

memastikan bahwa sumber daya telah digunakan secara maksimal pada setiap waktu. Manajer proyek lebih disarankan untuk mengatur aliran pekerjaan antar proses produksi dan berbagai bidang dalam organisasi digunakan untuk mengeksekusi proses tersebut.

2.9 Kegiatan di Luar Lokasi Proyek

Industri gedung sekarang berkembang sesuai dengan perubahan industri manufaktur yang terjadi. Pembuatan gedung pada saat ini lebih seperti barang produksi, dimana jarang sekali ada gedung yang unik dan buatan tangan. Kebanyakan gedung sekarang ini dibentuk dari berbagai komponen yang sudah di standardisasi atau *prefabrication*.

2.9.1 Kegiatan di Dalam Lokasi Proyek

Pada area kegiatan di dalam lokasi proyek, kontraktor sangat berperan karena tanggung jawab penanganan proyek berada di kontraktor. Strategi minimisasi limbah konstruksi yang dapat dilakukan oleh kontraktor adalah:

a. Memberikan tanggung jawab

Mengurangi limbah konstruksi yang terjadi di proyek adalah kerja tim sehingga perlu adanya orang-orang yang antusias dan bertanggung jawab terhadap pengelolaan limbah konstruksi proyek tersebut.

b. Pengiriman dan penyimpanan material

- Mempunyai prosedur penanganan material dan prosedur penyimpanan material.
- Memesan material kepada supplier ketika dibutuhkan, hal ini menghindari terjadinya limbah konstruksi ketika terjadi kesalahan estimasi atau adanya permintaan perubahan dan modifikasi dari *owner*.

c. *Packaging* bisa menimbulkan limbah konstruksi yang cukup besar. Contohnya *packaging furniture* dan material seperti closet, kontraktor perlu memberitahukan agar supplier tidak menggunakan *packaging* yang berlebihan.

d. Memisahkan material untuk dikumpulkan dan digunakan kembali.

e. *Litter management on-site* (pengelolaan sampah di dalam lokasi proyek)

- Meminimisasi sampah dalam proyek selama proyek berlangsung. Sampah seringkali dibiarkan selama proyek berlangsung.

- Memindahkan sampah dari lokasi proyek. Hal ini terkait dengan mengurangi debu dan sampah yang masuk ke saluran drainase, termasuk di dalamnya menutup kontainer.
- f. Memberikan informasi yang jelas terhadap kontainer yang ada dengan cara memberi label dan juga mempunyai slogan-slogan terhadap perencanaan yang dilakukan.
- g. Memberikan *incentives* hasil kerja keras team atas keberhasilan dari perencanaan pengelolaan limbah konstruksi yang diterapkan.

2.10 Penelitian yang Telah Dilakukan

2.10.1 Indonesia

Proyek Konstruksi merupakan prioritas yang cukup penting dalam pembangunan nasional di Indonesia. Industri konstruksi di Indonesia merupakan industri nomer tiga terpenting dalam penyerapan tenaga kerja setelah industri makanan dan tekstil (Royat, 1994).

Pada tahun 2002 Alwi, Hampson dan Mohamed mengadakan penelitian mengenai limbah konstruksi pada proyek konstruksi di Indonesia. Kesimpulan dari penelitian ini adalah dibutuhkan metode untuk mengidentifikasi limbah pada industri konstruksi di Indonesia. Metode yang dibutuhkan adalah untuk membantu manajer konstruksi untuk mengerti proses konstruksi secara keseluruhan, mengidentifikasi limbahnya dan mengeliminasinya secara bertahap. Kewajiban untuk mengeliminasi limbah tidak hanya menjadi kewajiban manajer konstruksi, tetapi juga menjadi kewajiban klien, konsultan, *supplier* dan para pekerja. Artinya seluruh pihak yang berpartisipasi harus berkomitmen, terlibat dan bekerja sama untuk mendeteksi limbah dan meminimisasi limbah segera setelah terbentuk timbulan. Konsekuensinya adalah para pekerja harus lebih terlatih dengan baik dan memiliki berbagai keterampilan.

Dengan melakukan pengukuran pada akhirnya memungkinkan untuk mereduksi biaya yang dikeluarkan untuk limbah. Setiap tindakan yang diambil harus fokus pada perbaikan yang terukur. Belum ada metode pengukuran limbah akurat yang diimplementasikan pada proyek konstruksi di Indonesia.

Penelitian yang dilakukan oleh Asian Institute of Technology menunjukkan bahwa fasilitas *reuse* limbah di Indonesia sudah cukup, tetapi fasilitas *recycle* sangat kurang. Lalu pemilahan, penyimpanan dan fasilitas pemantauan tidak diketahui statusnya akibat adanya keterbatasan data. Teknologi, manajemen dan partisipasi *stakeholder* pada manajemen limbah konstruksi di Indonesia tergolong masih rendah jika dibandingkan dengan negara-negara Asia lain seperti Hongkong, Jepang, Thailand, Vietnam, dll.

2.10.2 Inggris (*United Kingdom*)

Penelitian pertama mengenai limbah pada industri konstruksi dilakukan oleh Skoyles (1976) pada *Building Research Establishment*, U.K. Penelitian ini berdasarkan data yang didapatkan dari 114 pembangunan antara tahun 1960 dan 1970. Limbah langsung dan tidak langsung diteliti pada studi ini. Pada setiap kategori dilakukan klasifikasi yang cukup komprehensif mengenai penyebab utama terbentuknya limbah.

Skoyles (1976) mengakui bahwa ada limbah yang dapat diterima pada tingkat tertentu, yang hanya dapat direduksi dengan peningkatan (*upgrade*) yang signifikan pada kondisi sistem produksi. Maka limbah-limbah tersebut diklasifikasikan sebagai limbah yang tidak dapat dihindari atau limbah alami (*natural waste*), dimana nilai investasi yang dibutuhkan untuk mereduksinya lebih tinggi dari nilai ekonominya. dan limbah yang dapat dihindari adalah pada saat biaya dari limbah yang dihasilkan lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan biaya untuk mencegahnya.

Pada penelitian ini dilakukan penelitian terhadap 37 jenis material. Banyaknya proyek untuk setiap material bervariasi antara 1 sampai 68, sebagian besar terdiri dari proyek pembangunan perumahan. Persentase material yang menjadi limbah ada pada rentang 2 sampai 15% terhadap berat material yang di desain. Kesimpulan utama dari penelitian adalah:

- a. Untuk sebagian besar material, rata-rata kerugian lebih tinggi dibandingkan dengan yang telah diasumsikan pada estimasi biaya, mengindikasikan bahwa pembentukan limbah merupakan figur nominal yang didukung oleh bukti praktis yang sangat sedikit.

- b. Limbah yang dihasilkan bervariasi, pada beberapa proyek relatif rendah.. mengindikasikan bahwa kebanyakan limbah dapat dihindari.
- c. Kesalahan manajemen (*mismanagement*) material pada proyek timbul sebagai salah satu penyebab utama terbentuknya limbah. Kerugian substansial disebabkan oleh pembongkaran material yang tidak tepat, kondisi tanah yang buruk, peralatan transportasi yang tidak mencukupi, dan *packaging* yang tidak tepat. Faktanya, penumpukan dan penanganan yang tidak tepat menyebabkan limbah tiga kali lebih banyak daripada penyebab lainnya.
- d. Limbah disebabkan oleh beberapa kegiatan yang dikombinasikan daripada disebabkan oleh satu kejadian.

2.10.3 Hong Kong

Hongkong Polytechnic and Hong Kong Construction Association (1993) mengadakan penelitian mengenai limbah konstruksi yang ditujukan pada pereduksian pembetulan limbah pada sumber dan permintaan pada area untuk pembuangan akhir, yang sangat sedikit pada daerah tersebut. Perhatian utama pada penelitian ini adalah dampak lingkungan terhadap limbah konstruksi dan demolisi.

Dari bulan Juni 1992 sampai Februari 1993, 32 proyek konstruksi dimonitor, fokus terhadap proses yang paling memungkinkan terjadinya pembentukan limbah,. Salah satu kesimpulan utama dari penelitian ini adalah kurangnya kontrol material yang digunakan oleh kontraktor.

Laporan final hanya mencakup data yang berhubungan dengan limbah beton dan juga mendiskusikan limbah dari 6 material yang berbeda yaitu beton premixed, tulangan baja, semen, batu bata, keramik dan kayu. Laporan ini menyarankan bahwa limbah *packaging* paling banyak sejumlah 5% dari volume material. Limbah beton dimonitor pada 14 proyek sebanyak 2,4% sampai 26,5 % dan rata-ratanya 11%.

2.10.4 Amerika Serikat (*United States*)

Gavilan dan Bernold (1994) mendeskripsikan sebuah studi empiris pada lima rumah pada empat proyek konstruksi yang berbeda diobservasi dari bulan Juli hingga Agustus 1992. Tiga jenis proses dianalisa yaitu pondasi bangunan,

portal kayu dan *sheetrock drywall*. Penyebab utama limbah diinvestigasi berdasarkan model yang mendeskripsikan secara umum aliran limbah padat pada proyek dan mengusulkan klasifikasi limbah berdasarkan sumbernya.

Salah satu penyebab utama dari limbah adalah sisa residu dari material potongan seperti batu bata, balok, kayu berdimensi dan panel *sheetrock*. Pada kayu kebanyakan limbah terdiri dari material yang berperan dalam proses pembangunan tetapi pada akhirnya tidak menjadi bagian dari bangunan tersebut (*nonreusable consumable*). *Packaging* dan penanganan yang tidak tepat juga diidentifikasi sebagai salah satu penyebab limbah.

2.10.5 Belanda

Bossink dan Brouwers (1998) mengadakan penelitian di Belanda yang meneliti tentang pengukuran dan pencegahan limbah konstruksi yang berhubungan dengan menemukan kebutuhan ketahanan seperti dicantumkan pada perundang-undangan lingkungan di Belanda. Limbah dari 7 material di monitor pada lima proyek pembangunan rumah antara April 1993 dan Juni 1994. Pada saat penelitian, semua material dipilah dan ditimbang. Jumlah limbah langsung berkisar antara 1 sampai 10% dari berat material yang dipesan.

Berdasarkan diskusi yang melibatkan perwakilan dari para kontraktor, penyebab terbentuknya limbah diidentifikasi. Kebanyakan berhubungan dengan proses yang terjadi di awal, seperti desain dan pengadaan material, juga penanganan yang buruk pada saat material ditransportasikan dan disimpan.

2.10.6 Brazil

Formoso, Soibelman, De Cesare dan Isatto (2002) mengadakan penelitian di Brazil tentang penyebab utama dan cara mencegah limbah material pada industri konstruksi. Penelitian pertama dilakukan pada tahun 1992-1993 yang memonitor 7 jenis material pada 5 proyek yang berbeda. Penelitian kedua dilakukan pada tahun 1996 – 1998 yang memonitor 18 jenis material pada 69 proyek.

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa tingkat terbentuknya limbah sangat tinggi, tetapi industri konstruksi tidak menginvestasikan dana untuk meminimisasi limbah konstruksi tersebut. Hal ini berhubungan dengan kapasitas

manajerial dari perusahaan konstruksi pada saat desain, proses pengadaan dan proses pembangunan.

2.11 Analisa Pembobotan

Analisa pembobotan adalah merupakan suatu metode untuk menganalisa pengukuran suatu dimana subjek diminta untuk mengindikasikan tingkat kesetujuan atau ketidaksetujuan mereka terhadap masing-masing pertanyaan. Pada analisa pembobotan ini digunakan suatu skala yang disebut dengan Skala Likert. Dalam pembuatan skala likert, periset membuat beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan suatu isu atau objek tertentu, lalu subjek atau responden diminta untuk mengindikasikan tingkat kesetujuan atau ketidaksetujuan mereka terhadap masing-masing pernyataan. (Singgih Santoso, 2001)

Urutan skala ini umumnya menggunakan lima angka penilaian yaitu (1) Sangat tidak setuju, (2) Setuju, (3) Netral (tidak pasti), (4) Tidak Setuju, (5) Sangat Tidak Setuju. Urutan tersebut bisa dibalik sesuai dengan kebutuhan periset.

Dalam analisa pembobotan ada yang disebut dengan indeks terpenting. Indeks terpenting ini merupakan hasil kali dari bobot dengan frekuensi jawaban responden dibagi dengan skor maksimal yang bisa didapatkan. Indeks tersebut selanjutnya diberi ranking, indeks yang memiliki nilai terbesar artinya responden cenderung setuju terhadap pernyataan tersebut, indeks yang memiliki nilai terkecil adalah sebaliknya responden cenderung tidak setuju terhadap pernyataan yang diajukan.

BAB 3

GAMBARAN UMUM

3.1 Gambaran Umum Tempat Penelitian

3.1.1 Proyek Tower Tiffany Kemang Village

3.1.1.1 Latar Belakang

Proyek Tower Tiffany ini merupakan salah satu proyek dari mega proyek Kemang Village yang merupakan properti seluas 15,5 hektar di bawah Grup Lippo. Saat ini pemenuhan kebutuhan akan tempat tinggal yang aman dan nyaman menjadi salah satu impian setiap orang. Seiring dengan semakin padatnya penduduk Kota Jakarta, kebutuhan akan lahan semakin meningkat. Penduduk yang terus bertambah tetapi lahan yang tidak mungkin bertambah. Hal tersebutlah yang menjadi asal mula konsep tempat tinggal yang dibangun secara vertikal dan bukan lagi horizontal.

3.1.1.2 Data Umum Proyek

- | | |
|-------------------------|---|
| a. Nama Proyek | : Kemang Village Residences Apartment
Tiffany Tower |
| b. Lokasi | : Jl. Pangeran Antasari No.36 Kemang,
Jakarta Selatan |
| c. Pemberi Tugas | : PT. Almaron Perkasa |
| d. Perencana Arsitek | : DP Architects PTE.LTD. |
| e. Konsultan Pengawas | : PT. Anggara Architeam |
| f. Perencana Struktur | : PT. Konsultan T.Y.Lin International JO
with T.Y.Lin International PTE.LTD |
| g. Perencana ME | : Meinhard (Singapore) PTE.LTD. in
Association With PT. Skemanusa
Konsultama Teknik |
| h. Konsultan QS | : PT. Reynolds Partnership Quantity
Surveyors |
| i. Construction Manager | : PT. Trimatra Jaya Persada |
| j. Waktu Pelaksanaan | : 12 Bulan Kalender (5 Mei 2010 – 4 Mei
2011) |

- k. Masa Pemeliharaan : 365 Hari Kalender
- l. Fungsi : Apartemen

3.1.2 Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

3.1.2.1 Latar Belakang

Rencana pembangunan proyek Balaikota didasari oleh adanya pemikiran mengenai permasalahan kurangnya lahan parkir dan ruang kerja pada gedung balaikota blok G. Begitu pula dengan pembangunan gedung DPRD yang dilatarbelakangi oleh ketidakefektifan kinerja pegawai karena minimnya ketersediaan ruang untuk kegiatan rapat dan kerja. Selain itu, bangunan DPRD yang lama dirasa sudah terlalu tua untuk difungsikan sehingga dikhawatirkan struktur bangunannya sudah tidak mampu untuk menahan beban secara maksimal.

3.1.2.2 Data Umum Proyek

- a. Nama Proyek : Pembangunan Ged. DPRD dan Balaikota
DKI Jakarta
- b. Lokasi : Jl. Kebon Sirih, Menteng-Jakarta
- c. Pemberi Tugas : Dinas Perumahan Provinsi DKI Jakarta
- d. Perencana Arsitek : PT. Atelier Enam
- e. Konsultan Pengawas : PT. Bina Karya
- f. Perencana Struktur : PT. Atelier Enam
- g. Perencana ME : PT. Atelier Enam
- h. Waktu Pelaksanaan : 1080 Hari Kalender (31 Desember 2009 –
12 Desember 2012)
- i. Sumber Dana : Pemerintah
- j. Fungsi : Ruang Perkantoran

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metodologi Penelitian

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. Dalam mencari fakta-fakta ini diperlukan usaha sistematis untuk menemukan jawaban ilmiah terhadap suatu masalah.

Menurut David H Penny penelitian adalah pemikiran yang sistematis mengenai berbagai jenis masalah yang pemecahannya memerlukan pengumpulan dan penafsiran fakta-fakta. Menurut J. Suprpto penelitian adalah penyelidikan dari suatu bidang ilmu pengetahuan yang dijalankan untuk memperoleh fakta-fakta atau prinsip-prinsip dengan sabar, hati-hati serta sistematis. Sedangkan menurut Sutrisno Hadi, sesuai dengan tujuannya penelitian diartikan sebagai usaha untuk menemukan, mengembangkan dan menguji kebenaran suatu pengetahuan. Menurut kamus Webster New International, penelitian adalah penyelidikan yang hati-hati dan kritis dalam mencari fakta dan prinsip-prinsip; suatu penyelidikan yang amat cerdas untuk menetapkan sesuatu.

Hillway dalam bukunya *Introduction to Research* mengemukakan bahwa penelitian adalah suatu metode belajar yang dilakukan seseorang melalui penyelidikan yang hati-hati dan sempurna terhadap suatu masalah sehingga diperoleh pemecahan yang tepat terhadap masalah tersebut (Hillway, 1965).

4.2 Tempat dan Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Februari 2011 pada Proyek Pembangunan Tiffany Tower, Kemang Village dan Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta.

Tabel 4.1 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan							
		Oktober	November	Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
1	Studi Pustaka								
2	Pengumpulan data awal								
3	Persiapan penelitian								
4	Penelitian								
5	Pengolahan Data								
6	Penyusunan Laporan								

Sumber: Penulis, 2011

4.3 Teknik Pengumpulan Data

4.3.1 Penelitian Komposisi Limbah

Banyak metode-metode pengukuran yang digunakan untuk memonitor limbah konstruksi seperti konsumsi material yang berlebihan yang dilakukan oleh Skoyles (1976) dan Bossink dan Brouwers (1996). Lalu Cnudde (1991) melakukan penelitian terhadap *quality failure cost* dan Oglesby et al. (1989). Sedangkan Oglesby et al. (1989) meninjau biaya perawatan dan perbaikan, kecelakaan dan waktu-waktu yang tidak produktif.

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah mengadopsi metode penelitian yang dilakukan oleh Formoso, et al. (2002). Komposisi limbah yang akan diteliti selama masa penelitian tanggal 10 Januari 2011 sampai dengan 10 Februari 2011 adalah limbah selama masa pembangunan struktur.

Berikut adalah limbah-limbah yang mungkin dihasilkan dalam suatu proyek konstruksi:

- a. Kayu
- b. Puing-puing akibat perbaikan/pembongkaran
- c. Besi tulangan atau baja
- d. Bata, tegel, genteng
- e. Logam bukan besi, termasuk kaleng.
- f. Sampah seperti: debu, kain bekas, bungkus makanan.
- g. Kelebihan agregat.

- h. Sisa tanah galian
- i. Lain-lain

Tetapi setelah melakukan pengamatan pendahuluan ada 3 jenis material yang paling dominan dalam pembangunan tahap struktur yaitu besi, kayu dan beton.

4.3.1.2 Besi

Untuk meneliti berapa banyak besi yang menjadi limbah digunakan data sekunder yaitu kartu stok yang ada pada proyek. Pada kartu stok tersebut tercantum berapa banyak besi yang didatangkan dan digunakan pada setiap harinya.

Proyek tidak melakukan pencatatan terhadap besi yang menjadi limbah, maka dari itu digunakan data pada proyek pekerjaan apa saja yang menggunakan material besi setiap harinya. 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:

$$Limbah(\%) = \frac{Limbah}{Input - Penyimpanan} \times 100\%$$

4.3.1.3 Kayu

Penggunaan kayu di proyek adalah sebagai bekisting untuk cetakan pengecoran beton. Metode untuk penghitungan limbah kayu sama dengan metode untuk menghitung limbah besi yaitu dengan menggunakan kartu stok yang ada pada proyek. Pada kartu stok tercantum kuantitas kayu yang didatangkan dan yang digunakan setiap harinya. Kayu sebagai bekisting dapat digunakan beberapa kali hingga kayu tersebut dianggap rusak dan sudah tidak layak digunakan.

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kayu yang menjadi limbah:

$$Limbah(\%) = \frac{Limbah}{Input - ProdukSekunder} \times 100\%$$

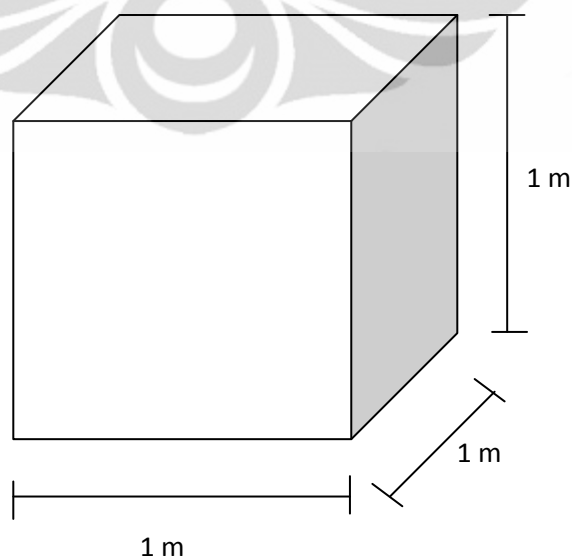
4.3.1.4 Beton

Limbah beton memiliki dua jenis, yang pertama limbah beton sisa cor karena volume yang didatangkan berlebih dan yang kedua adalah limbah beton bobokan karena proses pengecoran yang kurang sempurna.

Untuk meneliti komposisi limbah beton sisa cor sama seperti juga menggunakan data sekunder yaitu data pendatangan beton. Banyaknya volume beton yang tercor dapat dihitung dengan melihat gambar kerja. Lalu untuk mengetahui berapa banyak limbahnya adalah dengan mengurangi volume beton yang didatangkan dengan volume beton yang dicor. Persentase limbah beton sisa cor dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Limbah(\%) = \frac{LimbahSisaCor}{Input} \times 100\%$$

Proyek tidak melakukan pencatatan jumlah limbah beton bobokan karena itu penulis menggunakan suatu kontainer berukuran 1 m x 1 m x 1m atau 1 m³ untuk menghitung banyaknya limbah beton sisa bobokan. Banyaknya volume beton yang menjadi limbah adalah banyaknya jumlah kontainer tersebut terisi penuh.



Gambar 3.1 Sketsa Kontainer untuk Penghitungan Beton Bobokan

Persentase beton bobokan adalah yang menjadi limbah dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{LimbahBobokanBeton}}{\text{Output}} \times 100\%$$

4.4 Kuesioner

Pada penelitian ini peneliti menggunakan kuesioner sebagai alat bantu untuk mengetahui metode pembuangan limbah apa yang paling dipilih oleh responden untuk pembuangan limbah sesuai dengan jenisnya, faktor-faktor apa saja yang paling berpengaruh dalam menyebabkan timbulan limbah, faktor-faktor yang menentukan pengelolaan limbah dan faktor-faktor yang menentukan penggunaan kembali limbah.

4.4.1 Pemilihan Responden Kuesioner

Responden yang dipilih untuk melakukan pengisian kuesioner adalah responden yang memiliki pengetahuan akan material yang digunakan pada bangunan, mengetahui pembuangan limbah dan berpengalaman dalam proyek konstruksi.

Dari masing-masing proyek dipilih 3 orang responden dengan jabatan pimpinan proyek, kepala operasi dan operator K3L. Pimpinan proyek merupakan seseorang yang sudah sangat berpengalaman dalam dunia konstruksi, kepala operasi mengetahui berapa banyak material yang didatangkan dan kira-kira berapa banyak yang akan menjadi limbah, sedangkan operator K3L berpengalaman dalam menangani material setelah menjadi limbah.

4.4.2 Pertanyaan Kuesioner

Pertanyaan kuesioner disusun oleh penulis dengan melakukan peninjauan lapangan dan literatur-literatur penunjang lainnya. Pertanyaan-pertanyaan kuesioner yang dilakukan terdiri dari beberapa kategori dibawah ini

a. Metode Pembuangan Limbah

Pertanyaan pada kategori ini untuk mengetahui metode apa yang paling dipilih untuk membuang suatu jenis limbah tertentu. Ada 4 metode pembuangan limbah yaitu membayar truk untuk mengangkut, menjual limbah, memberi dengan cuma-cuma atau digunakan kembali di dalam proyek.

b. Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah

Pertanyaan pada kategori ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya timbulan limbah.

c. Faktor Pengelolaan Limbah

Faktor pengelolaan limbah adalah faktor-faktor yang menentukan suatu proyek melakukan pengelolaan terhadap limbahnya atau tidak.

d. Faktor Penggunaan Kembali Limbah

Faktor penggunaan kembali limbah adalah faktor-faktor apa saja yang menentukan suatu limbah digunakan kembali atau tidak.

e. Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas

Pertanyaan pada kategori ini adalah untuk mengetahui tujuan/alasan suatu proyek menggunakan material yang telah menjadi limbah.

f. Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya

Pertanyaan pada kategori ini untuk mengetahui material apa yang memiliki peluang terbesar untuk digunakan kembali.

Kuesioner dilampirkan pada lampiran 11 sampai 21.

4.4.3 Metode Pengolahan dan Analisa Data Kuesioner

4.4.3.1 Analisa Pembobotan

Analisa pembobotan menggunakan Indeks Terpenting (I) yang merupakan jumlah frekuensi dan efek variabel dengan menggunakan rumus:

$$I = (a_i X_i) / (W \cdot 100)$$

Dimana:

I = indek terpenting

a_i = constanta expresses ke i

i = 1,2,3,4,5

X_i = frekuensi dari respon yang diberikan

i = respon kategori indeks

W = bobot

Berikut adalah pembobotan yang digunakan dalam pengisian kuesioner

1 = Tidak Pernah

2 = Jarang

3 = Kadang-kadang

4 = Sering

5 = Selalu

Dengan menggunakan analisa pembobotan maka dapat diperoleh ranking dari hasil pembobotan berdasarkan besarnya indeks kepentingannya. Indeks kepentingan yang paling besar menempati urutan pertama seterusnya sampai dengan indeks kepentingan yang terkecil menempati urutan terakhir. Karena penyusunan ranking menggunakan nilai rata-rata (mean), maka apabila terdapat 2 atau lebih nilai indeks yang sama maka akan diambil nilai rata-ratanya untuk menjadi ranking. Sebagai contoh, apabila ada dua indeks yang sama menempati ranking 1 dan 2 maka akan diurutkan sebagai ranking 1,5 karena nilai rata-rata dari 1 dan 2 adalah $(1+2)/2 = 1,5$. Hal tersebut berlaku untuk ranking lain yang memiliki indeks kepentingan yang sama.

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Luas Bangunan Selama Masa Penelitian

Data luas bangunan yang dibangun selama masa penelitian akan mempengaruhi jumlah limbah yang dihasilkan karena semakin luas bangunan maka akan semakin banyak material yang digunakan.

5.1.1 Luas Bangunan Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Selama masa penelitian yaitu tanggal 10 Januari 2010 sampai 10 Februari 2011 di Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village sedang dilakukan pembangunan struktur atas lantai 21 sampai lantai 29 seluas 5.728 m². Rincian pekerjaan setiap hari dari tanggal 10 Januari 2010 sampai 10 Februari 2011 dilampirkan.

5.1.2 Luas Bangunan Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

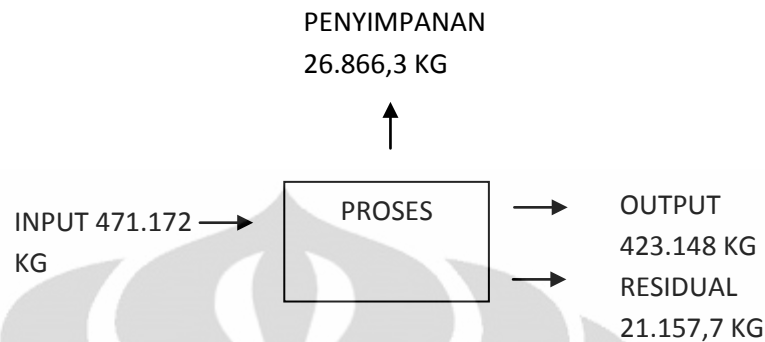
Pada proyek pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta sedang dilakukan pekerjaan pembangunan basement yang dibagi menjadi 17 zona. Selama masa penelitian zona yang dibangun adalah zona 1, zona 2, zona 3, zona 4, zona 5 dan zona 12. Total luas keenam zona tersebut adalah 1.347 m². Rincian pekerjaan masing-masing zona terlampir pada lampiran.

5.2 Material

Material yang digunakan dalam proyek selama penelitian didata untuk diketahui berapa material yang didatangkan, yang masuk penyimpanan, yang menjadi bagian dari bangunan dan material yang menjadi limbah. Dengan adanya pendataan ini akan diketahui berapa banyak (persentase) material yang menjadi limbah dari sejumlah material yang didatangkan.

5.2.1 Material Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

5.2.1.1 Besi



Gambar 5.1 Neraca Massa Besi Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Diagram kesetimbangan massa (*mass balance*) pada Gambar 4.1 diatas menggambarkan penggunaan material besi pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village. Input merupakan kedatangan besi selama masa penelitian yaitu sebanyak 471.172 kg. Besi yang masuk ke penyimpanan adalah sebanyak 26.866,3 kg sebagai stok. Output besi adalah besi yang terpasang pada bangunan tower tiffany yaitu sebanyak 423.148 kg. Besi yang menjadi residu merupakan besi sisa pemotongan menjadi panjang tertentu yang dibutuhkan sebanyak 21.157,7 kg. Besi yang menjadi residu tersebut ada yang bisa di daur ulang menjadi produk sekunder. Produk sekunder tersebut contohnya adalah dudukan tempat sampah atau sebagai penyangga tanda petunjuk.

Berikut adalah perhitungan persentase limbah besi yang dihasilkan terhadap jumlah material besi yang digunakan,

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah}}{\text{Input} - \text{Penyimpanan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{21.157,7 \text{ kg}}{471.172 \text{ kg} - 26.866,3 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 4,76 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas terlihat bahwa sebanyak 4,76% dari material yang digunakan menjadi limbah atau sebanyak 21.157,7 kg dari material besi yang didatangkan sebanyak 471.172 kg.

Setelah diketahui berapa banyak jumlah material yang menjadi limbah dapat diketahui apakah limbah tersebut masih memiliki nilai jual terhadap nilai pembelian awalnya atau sebaliknya limbah tersebut bernilai negatif karena pembuangannya membutuhkan biaya.

Tabel 5.1 Analisis Biaya Besi Proyek Pembangunan Tower Tiffany
Kemang Village

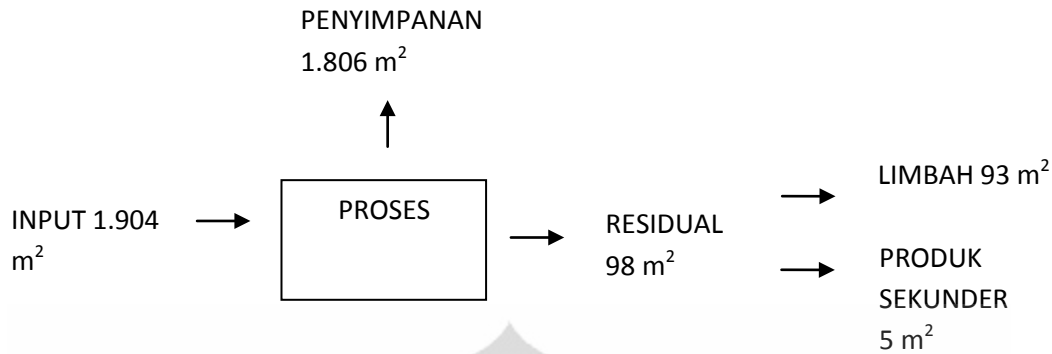
Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	471.172 kg	Rp 11.371,90	-	Rp 5.357.696.812,00
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	-	-	-	-
Menjual Limbah	21.157,7 kg	Rp 7.500,00	Rp 158.682.750	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Pengolahan Penulis

Dari analisis biaya diatas dapat dilihat bahwa material besi sebanyak 471.172 kg memiliki nilai sebesar Rp 5.357.696.812,00 limbahnya sebanyak 21.157,7 kg masih memiliki nilai jual yaitu sebesar Rp 158.682,750.

5.2.1.2 Kayu

Ada dua jenis kayu yang digunakan pada proyek pembangunan tower tiffany kemang village. Yaitu kayu konvensional dan phenol film sebagai bahan pengganti kayu yang lebih tahan lama. Pada saat penelitian tidak ada pendatangan phenol film ataupun kayu konvensional karena masih menggunakan stok yang ada pada gudang.



Gambar 5.2 Neraca Massa Kayu Konvensional Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Dari neraca massa kayu pada Gambar 4.2 dapat dilihat ada input kayu sebesar 1.904 m^2 . Sebagai bekisting kayu tersebut dapat digunakan kurang lebih sebanyak 6 kali. Kayu yang sudah dipakai sebagai cetakan bekisting namun kondisinya masih layak untuk digunakan dimasukkan kembali ke dalam penyimpanan bersamaan dengan kayu-kayu lain yang masih baru yaitu sebanyak 1.806 m^2 . Sedangkan kayu-kayu yang sudah tidak layak menjadi limbah sebanyak 98 m^2 . Kayu sebanyak 98 m^2 tersebut ada yang dimanfaatkan untuk membuat produk sekunder berupa papan petunjuk yaitu sebanyak 5 m^2 . Sisanya yang benar-benar menjadi limbah dan dikeluarkan dari proyek yaitu sebanyak 93 m^2 .

Berikut adalah perhitungan persentase banyaknya limbah kayu yang dihasilkan terhadap jumlah material kayu yang didatangkan dikurangi dengan jumlah material kayu yang masuk ke dalam penyimpanan.

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah}}{\text{Input} - \text{Produk Sekunder}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{93 \text{ m}^2}{1.904 \text{ m}^2 - 5 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 4,89\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan persentase limbah diatas dapat dilihat bahwa ada 4,89% kayu yang menjadi limbah atau sebanyak 93 m^2 dari total material yang diinput sebesar 1904 m^2 .

Selama masa penelitian dilakukan dua kali pengangkutan limbah kayu. Kedua pembuangan tersebut dilakukan dengan cara membayar truk untuk

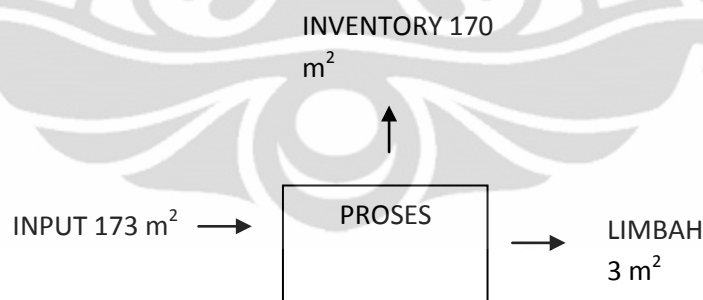
mengangkut. Jadi proyek mengeluarkan biaya untuk membuang kayu yang sudah menjadi limbah tersebut.

Tabel 5.2 Analisis Biaya Kayu Konvensional Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	1.904 m ²	Rp 68.376,76	-	Rp 130.189.365,70
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	14 m ³	Rp 66.150,00	-	Rp 926.100,00
Menjual Limbah	-	-	-	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Pengolahan Penulis

Analisis biaya menunjukkan bahwa kayu yang diinput pada awalnya sebesar 1.904 m² dengan nilai Rp 130.189.365,70. Lalu setelah digunakan sebagai bekisting terdapat 93 m² kayu yang menjadi limbah yang apabila diangkut akan membutuhkan pengangkutan truk sebanyak 2 kali dengan kapasitas 7 m³ sehingga totalnya ada 14 m³ kayu yang diangkut keluar proyek dengan biaya sebesar Rp 926.100,00.



Gambar 5.3 Neraca Massa Kayu Phenol Film Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

Kayu phenol film lebih awet dibandingkan dengan kayu biasa karena dilapisi oleh lapisan film dan permukaannya lebih halus sehingga menghasilkan hasil cor yang lebih baik dibandingkan dengan kayu biasa. Tidak ada pendatangan phenol film selama masa penelitian maka phenol film yang ada di dalam penyimpanan dijadikan sebagai input yaitu sebanyak 173 m². Setelah digunakan

hanya 3 m² yang menjadi limbah dan 170 m² yang masih baik kualitasnya dimasukkan lagi ke dalam penyimpanan.

Berikut adalah perhitungan persentase kayu phenol film yang menjadi limbah terhadap kayu phenol film yang diinput.

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{3 \text{ m}^2}{173 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 1,73 \% \end{aligned}$$

Karena kayu phenol film lebih tahan lama maka hanya 1,73 % limbah yang dihasilkan dari keseluruhan kayu phenol film yang diinput.

Tabel 5.3 Analisis Biaya Kayu Phenol Proyek Pembangunan Tower Tiffany
Kemang Village

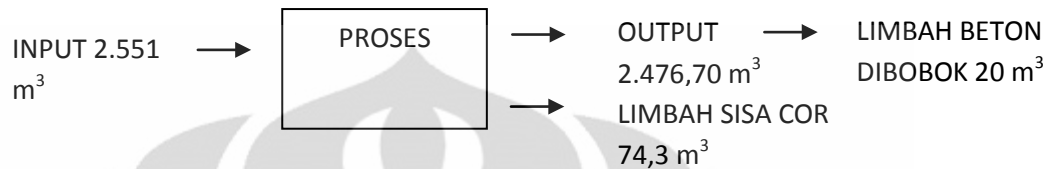
Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	173 m ²	Rp 70.707,07	-	Rp 12.232.323,23
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	-	-	-	-
Menjual Limbah	-	-	-	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Penulis, 2011

Apabila dibandingkan dengan kayu konvensional, kayu phenol film harganya lebih mahal tetapi dapat dipakai kurang lebih 30 kali sebagai bekisting. Sebanyak 173 m² kayu phenol film bernilai Rp 12.232.323,23. Kayu tersebut tidak diangkut keluar proyek sehingga tidak dapat dianalisis berapa biaya pembuangannya.

5.2.1.3 Beton

Jumlah volume beton yang diorder selama masa penelitian dari tanggal 10 Januari 2011 – 10 Februari 2011 pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village dapat dilihat pada neraca massa Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 5.4 Neraca Massa Beton Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Beton yang dibeli sebanyak 2.551 m^3 , beton yang menjadi outputnya sebanyak $2.476,70 \text{ m}^3$. Ada 2 jenis residual pada beton, yaitu beton yang belum dicor dan beton yang sudah dicor. Beton yang belum dicor sebanyak $74,3 \text{ m}^3$ dan beton tersebut dibawa kembali oleh truk pengaduk semen, sedangkan beton yang sudah dicor namun hasil cornya kurang baik maka beton tersebut dibobok. Beton yang sudah dibobok tersebut dikumpulkan sampai banyak lalu diangkut keluar proyek karena tidak dapat dimanfaatkan kembali.

Ada 2 jenis limbah beton yaitu beton yang belum digunakan untuk pengecoran karena kedatangan yang berlebih dan beton yang telah dicor tetapi karena hasil yang tidak sesuai dengan standar maka dilakukan pembobokan.

Berikut adalah persentase limbah beton sisa pengecoran

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah Sisa Cor}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{74,3 \text{ m}^3}{2.551 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 2,91\% \end{aligned}$$

Terdapat 2,91% limbah sisa cor dari total 2.551 m^3 beton yang diorder. Limbah yang menjadi sisa dari pengecoran tersebut tidak dimanfaatkan lebih lanjut dan dibawa kembali oleh truk pengaduk beton.

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah Bobokan Beton}}{\text{Output}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{20 \text{ m}^3}{2.476,70 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 0,8 \% \end{aligned}$$

Beton yang dibobok sebanyak 0,8% dari total limbah yang dicor. Nilai 0,8% tersebut didapatkan dengan mengumpulkan beton bobokan pada suatu kotak berukuran 1 x 1 x 1 m³. Selama masa penelitian kotak tersebut terisi penuh sebanyak 20 kali, maka diambil kesimpulan bahwa limbah dari hasil pembobokan beton yaitu sebanyak 20 m³.

Tabel 5.4 Analisis Biaya Beton Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

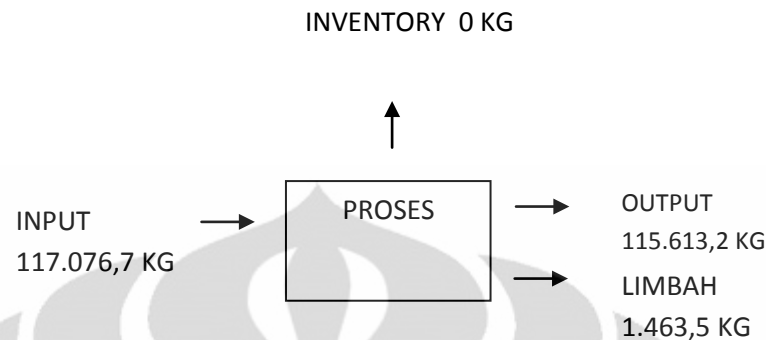
Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	2.551 m ³	Rp 718.000,00	-	Rp 1.831.618.000,00
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	20 m ³	Rp 44.888,00	-	Rp 897.760,00
Menjual Limbah	-	-	-	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Penulis, 2011

Pada analisis biaya terdapat 2.551 m³ beton yang didatangkan atau senilai dengan Rp 1.831.618.000,00. Limbah beton diangkut dengan menggunakan truk dengan kapasitas 7 m³ sehingga terdapat 3 kali pengangkutan selama masa penelitian dengan biaya Rp 897.760,00. Limbah beton yang membutuhkan biaya pembuangan hanya limbah beton hasil pembobokan saja karena limbah beton yang berlebih sudah dibawa kembali oleh truk pengaduk beton sehingga tidak membutuhkan biaya tambahan dalam pembuangannya.

5.2.2 Material Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

5.2.2.1 Besi



Gambar 5.5 Neraca Massa Besi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

Besi yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta ini tidak difabrikasi di proyek, melainkan difabrikasi di PT. Indofab dan dikirim ke proyek menjadi besi yang sudah dipotong-potong menyesuaikan dengan panjang yang dibutuhkan. Sehingga pada proyek ini tidak ada besi yang masuk ke dalam penyimpanan.

Apabila dilihat pada neraca massa pada Gambar 4.5 diatas besi yang diinput yaitu sebanyak 117.076,7 kg, besi yang menjadi output atau menjadi bagian dari bangunan sebanyak 115.613,2 kg. Sedangkan besi yang menjadi limbah sebanyak 1.463,5 kg. Pada perhitungan dibawah ini dapat dilihat berapa persentase besi yang menjadi limbah terhadap besi yang didatangkan

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{1.463,5 \text{ kg}}{117.076,7 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 1,25 \% \end{aligned}$$

Perhitungan diatas menunjukkan bahwa sebanyak 1,25 % besi menjadi limbah dari total 1.463,5 kg besi yang didatangkan.

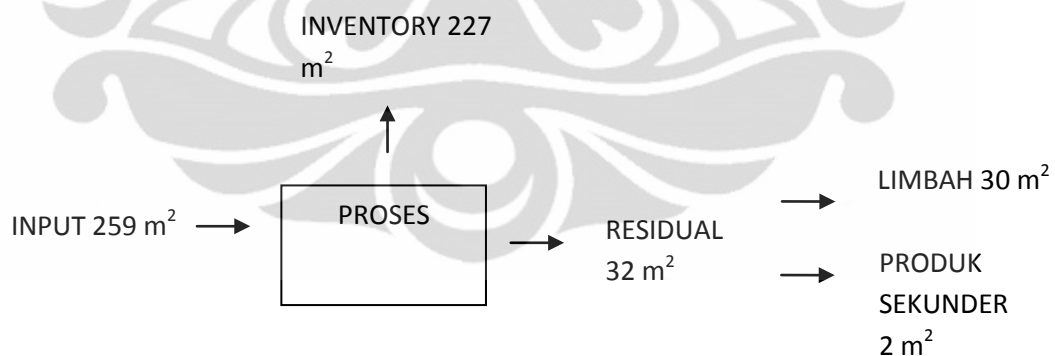
Tabel 5.5 Analisis Biaya Besi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota
DKI Jakarta

Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	117076,7 kg	Rp 11.371,90	-	Rp 1.331.384.525,00
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	-	-	-	-
Menjual Limbah	1.463,5 kg	Rp 7.500,00	Rp 10.976.250,00	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Penulis, 2011

Analisa biaya material besi pada Tabel 4.5 diatas menunjukkan bahwa besi yang didatangkan yaitu sebanyak 117.076,7 kg bernilai Rp 1.331.384.525,00. Besi yang menjadi limbah yaitu sebanyak 1463,5 kg dapat dijual dengan harga satuan Rp 7.500,00 sehingga besi bekas tersebut memiliki nilai Rp 10.976.250,00.

5.2.2.2 Kayu



Gambar 5.6 Neraca Massa Kayu Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan
Balaikota DKI Jakarta

Tidak ada pengadaan kayu selama masa penelitian karena jumlah persediaan di gudang masih mencukupi kebutuhan. Maka kayu yang ada dalam persediaan sebanyak 259 m² dijadikan sebagai input. Setelah digunakan sebagai bekisting kayu yang rusak sebanyak 32 m². Kayu yang masih dapat digunakan dimasukkan kembali ke dalam penyimpanan sebanyak 227 m². Kayu yang

menjadi residu tersebut digunakan untuk membuat produk sekunder sebanyak 2 m², sisanya sebanyak 30 m² yang menjadi limbah.

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah}}{\text{Input} - \text{Produk Sekunder}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{30 \text{ m}^2}{259 \text{ m}^2 - 2 \text{ m}^2} \times 100\% \\ &= 11,67\% \end{aligned}$$

Persentase kayu yang menjadi limbah yaitu sebanyak 11,67% dari total kayu yang menjadi input.

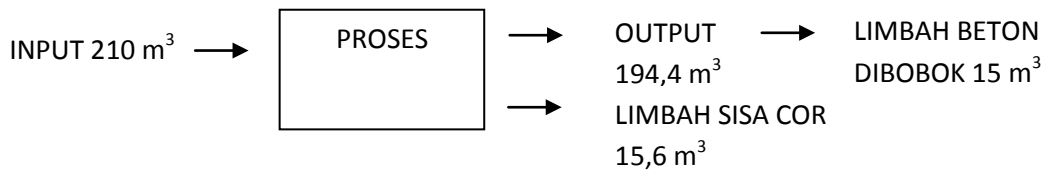
Tabel 5.6 Analisis Biaya Kayu Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	259 m ²	Rp 70.707,07		Rp 18.313.131,13
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	-	-	-	-
Menjual Limbah	-	-	-	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Penulis, 2011

Kayu sebanyak 259 m² tersebut harga satuannya adalah Rp 70.707,07 sehingga total nilai kayu tersebut adalah Rp 18.313.131,13. Tidak dilakukan pembuangan limbah kayu sebanyak 30 m² tersebut selama masa penelitian sehingga biaya yang dikeluarkan oleh proyek untuk pembuangan limbah kayu tidak dapat dianalisis.

5.2.2.3 Beton



Gambar 5.7 Neraca Massa Beton Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

Beton yang didatangkan selama masa penelitian sebanyak 210 m³. Beton yang menjadi output adalah sebanyak 194,4 m³. Sedangkan beton yang sudah didatangkan namun tidak digunakan karena volume yang dipesan memang dilebihkan untuk menghindari kekurangan selama masa pengecoran yaitu sebanyak 15,6 m³. Beton yang sudah dicor tersebut terkadang ada yang hasilnya tidak sempurna sehingga memerlukan pembobokan yaitu sebanyak 15 m³. Beton tersebut akan dibawa keluar dari proyek karena tidak digunakan.

Berikut adalah perhitungan persentase limbah sisa pengecoran beton

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah Sisa Cor}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{15,6 \text{ m}^3}{210 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 7,43\% \end{aligned}$$

Limbah sisa pengecoran sebanyak 7,43% dari total beton yang didatangkan. Limbah sisa tersebut ada yang dibawa kembali oleh truk pengaduk beton tetapi ada juga beton yang dibuang di dalam proyek sehingga membentuk suatu gundukan tetapi tidak dapat diidentifikasi berapa banyak beton tersebut.

$$\text{Limbah}(\%) = \frac{\text{Limbah Bobokan Beton}}{\text{Output}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Limbah}(\%) &= \frac{15 \text{ m}^3}{194,4 \text{ m}^3} \times 100\% \\ &= 7,72\% \end{aligned}$$

Limbah bobokan beton pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta yaitu sebanyak 7,72%. Cara perhitungan banyaknya jumlah limbah bobokan beton di proyek ini sama dengan cara perhitungan limbah bobokan beton pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village yaitu dengan menggunakan kotak sebesar 1 x 1 x 1 m³. Selama masa penelitian kotak tersebut terisi sebanyak 15 kali sehingga disimpulkan terdapat 15 m³ limbah bobokan beton yang dihasilkan.

Tabel 5.7 Analisis Biaya Beton Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

Kegiatan	Kuantitas	Harga Satuan	Pemasukan	Pengeluaran
Pendatangan	210 m ³	Rp 641.000,00	-	Rp 134.610.000,00
Pembuangan				
Membayar Truk Untuk Mengangkut	15 m ³	Rp 51.450,00	-	Rp 771.750,00
Menjual Limbah	-	-	-	-
Memberi dengan Cuma-Cuma	-	-	-	-
Digunakan Kembali dalam Proyek	-	-	-	-

Sumber: Penulis, 2011

Beton sebanyak 210 m³ tersebut dengan harga satuan Rp 641.000,00 bernilai Rp 134.610.000,00. Beton sisa bobokan diangkut dengan truk berkapasitas 8 m³ sehingga terjadi 2 kali pengangkutan limbah dengan total biaya Rp 771.750,00.

5.3 Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah

5.3.1 Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

5.3.1.1 Besi

Besi pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village difabrikasi secara *on-site*. Besi-besi yang didatangkan dipotong agar sesuai dengan spesifikasi bangunan yang dibutuhkan.

Menurut Gavian dan Bernold (1994) dan Craven et al (1994) limbah besi tersebut merupakan limbah residual karena sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu. Sedangkan Skoyles mengkategorikannya sebagai limbah alami karena pembentukannya tidak dapat dihindarkan apabila jumlahnya masih dalam batas yang dapat ditoleransi.

5.3.1.2 Kayu

Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village menggunakan dua jenis kayu, yang pertama merupakan kayu jenis biasa atau kayu konvensional sedangkan kayu yang kedua merupakan kayu phenol film. Umur penggunaan kayu phenol film lebih lama dibandingkan dengan umur penggunaan kayu konvensional.

Kategori sumber limbah kayu pada proyek ini menurut Gavian dan Bernold (1994) serta Craven et al (1994) merupakan limbah akibat proses pengaplikasian. Limbah ini juga bisa disebabkan oleh pekerja yang kurang terampil dalam pembongkaran bekisting sehingga menyebabkan kayu yang seharusnya masih bisa digunakan menjadi rusak.

Johnston dan Mincks (1992) mengkategorikannya menjadi limbah yang terjadi akibat manusia, karena pekerja yang kurang terampil dan berpengalaman maka limbah kayu ini terbentuk. Kurangnya pengawasan pekerja juga dapat dipertimbangkan menjadi salah satu faktor penyebab timbulnya limbah kayu ini.

5.3.1.3 Beton

5.3.2 Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta

5.3.2.1 Besi

Besi yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta tidak difabrikasi di lokasi proyek (*on-site*) tetapi difabrikasi di luar lokasi proyek (*off-site*) oleh PT. Indofab. Maka pada saat besi didatangkan ke proyek maka panjangnya diharapkan sudah sesuai dengan panjang besi yang dibutuhkan. Namun pada prakteknya panjang besi tersebut masih memerlukan penyesuaian di lapangan sehingga pemotongan masih tetap dilakukan *on-site*.

Menurut Skoyles (1987) limbah tersebut dikategorikan sebagai limbah langsung (*direct waste*). Limbah langsung dikategorikan secara lebih spesifik lagi dan limbah besi tersebut merupakan limbah akibat proses perubahan bentuk material. Lalu apabila ditelaah secara lebih dalam limbah besi tersebut juga merupakan akibat dari spesifikasi material yang salah. Perhitungan yang dilakukan oleh perencana kurang teliti sehingga material yang didatangkan masih membutuhkan penyesuaian.

Sedangkan apabila limbah tersebut dikategorikan dalam limbah konstruksi yang ditimbulkan pada saat pelaksanaan konstruksi menurut Johnston dan Mincks (1992) limbah tersebut disebabkan oleh desain dan dokumentasi yang kurang. Spesifikasi yang diberikan oleh pihak perencana mungkin kurang spesifik sehingga pada saat dilakukan fabrikasi *off-site* material kurang sesuai dengan kebutuhan.

Gavian dan Bernold (1994) serta Craven et al (1994) mengkategorikan limbah besi tersebut sebagai limbah residual karena sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu.

5.3.2.2 Kayu

Limbah kayu terjadi akibat menurunnya mutu kayu akibat penggunaannya sebagai bekisting. Kayu yang telah beberapa kali digunakan sebagai bekisting lama-kelamaan permukaannya akan menjadi tidak rata dan tidak dapat digunakan lagi. Limbah kayu juga menjadi rusak diakibatkan oleh kurang terampilnya pekerja pada saat pembongkaran bekisting.

Gavian dan Bernold (1994) serta Craven et al (1994) mengkategorikan limbah tersebut sebagai kesalahan pada saat operasional yang disebabkan oleh pekerja atau buruh. Dalam pengkategorian ini limbah tersebut juga dapat dikategorikan sebagai limbah residual yaitu limbah yang timbul akibat proses pengaplikasian.

Limbah kayu ini juga dikategorikan sebagai limbah akibat faktor manusia, yaitu karena ketidakterampilan pekerja, keterbatasan pengawasan dan karena kurangnya pengalaman menurut Johnston dan Mincks (1992).

Apabila dilihat dari pembagian limbah konstruksi menurut Skoyles (1987) limbah kayu yang ditimbulkan pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta ini dikategorikan sebagai limbah langsung. Kurangnya pelatihan pekerja merupakan penyebab timbulnya limbah kayu ini. Limbah ini juga dapat dikategorikan sebagai limbah natural karena pembentukannya tidak dapat dihindari akan tetapi apabila jumlahnya masih dalam batas toleransi.

5.3.2.3 Beton

Beton yang didatangkan pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota adalah sesuai dengan jumlah volume lahan yang akan dicor. Namun

karena berdasarkan pengalaman dari kepala operasi proyek yang sudah cukup berpengalaman apabila jumlah beton yang didatangkan tepat sesuai dengan jumlah lahan yang akan dicor maka akan menimbulkan banyak *void* pada beton yang dicor. Sehingga volume beton yang didatangkan selalu lebih dari volume lahan yang akan dicor.

Dalam pengkategorian limbah konstruksi Skoyles (1987) mengkategorikan beton sisa pengecoran sebagai limbah alami (*natural waste*) karena terbentuknya limbah tersebut tidak dapat dihindarkan. Tetapi apabila jumlahnya berlebihan maka beton sisa pengecoran masuk ke dalam kategori limbah langsung. Karena keputusan manajemen atau dalam hal ini adalah keputusan dari kepala operasi kurang tepat sehingga jumlah beton cor yang sisa menjadi berlebih.

Sedangkan menurut faktor penyebab terjadinya limbah menurut Johnston dan Mincks (1992) limbah beton sisa pengecoran ini merupakan limbah akibat desain dan dokumentasi yang kurang memadai. Karena kurangnya informasi seperti mungkin gambar kerja yang kurang jelas menyebabkan volume beton yang didatangkan berlebih. Gavian dan Bernold (1992) serta Craven et al (1994) mengkategorikannya sebagai limbah karena pengadaan yang terlalu banyak.

Selain beton sisa pengecoran, limbah beton juga dapat berbentuk beton akibat pembobokan. Beton dibobok akibat pengecoran yang kurang sempurna dan tidak memenuhi standar-standar yang ada. Beton yang tidak sesuai dengan standar ini disebabkan karena pekerja yang kurang terampil sehingga menurut Johnston dan Mincks (1992) limbah beton bobokan ini merupakan limbah yang ditimbulkan akibat kesalahan manusia.

5.4 Kuesioner

Penggunaan kuesioner pada penelitian ini adalah untuk mengetahui beberapa hal yang berhubungan dengan limbah konstruksi pembangunan struktur bangunan tinggi menurut tiga orang representatif dari masing-masing proyek yang dianggap cukup berpengalaman. Tiga orang tersebut adalah pimpinan proyek, kepala operasi lapangan dan operator K3L. Maka jumlah responden dari kuesioner ini adalah 6 orang.

Isi kuesioner ini adalah untuk mengetahui metode pembuangan limbah, faktor penyebab terjadinya timbulan limbah, faktor pengelolaan limbah, faktor

yang memudahkan pengelolaan limbah, faktor yang menghambat pengelolaan limbah, faktor penggunaan kembali limbah, faktor penghambat penggunaan kembali material bekas pada proyek konstruksi, tujuan/alasan penggunaan material bekas dan peluang penggunaan material bekas sesuai dengan jenis limbah.

Berikut adalah hasil pengolahan dari kuesioner berdasarkan index kepentingan tertinggi.

5.4.1 Metode Pembuangan Limbah

Terdapat empat cara untuk membuang limbah dalam suatu proyek konstruksi. Keempat cara tersebut adalah membayar truk untuk mengangkut, menjual limbah, memberi dengan cuma-cuma lalu yang terakhir tidak dibuang tetapi digunakan kembali di dalam proyek. Hasil dari pengisian kuesioner ini akan menunjukkan jenis limbah apa yang akan dibuang menurut keempat cara pembuangan tersebut.

5.4.1.1 Membayar Truk untuk Mengangkut

Metode pembuangan dengan membayar truk untuk mengangkut artinya suatu proyek konstruksi akan mengeluarkan biaya untuk jasa pengangkutan limbah menggunakan truk.

Tabel 5.8 Hasil Kuesioner Membayar Truk Untuk Mengangkut Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Sisa tanah galian				1	2	0,028	1
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan				2	1	0,026	2
3	Kayu				3		0,024	3,5
4	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll		1			2	0,024	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Dari analisa pembobotan dihasilkan bahwa sisa tanah galian dengan indeks terpenting 0,028 menempati rank pertama sebagai jenis limbah yang paling sering diangkut oleh jasa pengangkutan truk. Pada rank 2 ada puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan dengan indeks 0,026. Kayu dan logam bukan

besi termasuk kaleng, kontainer, dll sama-sama menempati rank 3,5 dengan indeks kepentingan 0,024.

Tabel 5.9 Hasil Kuesioner Membayar Truk Untuk Mengangkut Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll					3	0,03	1
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan				1	2	0,028	2
3	Kayu				2	1	0,026	3

Sumber: Penulis, 2011

Dari analisa pembobotan dihasilkan bahwa limbah yang paling banyak diangkut oleh jasa pengangkutan truk keluar dari proyek logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll menempati peringkat 1 dengan indeks kepentingan 0,03.. Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan menempati rank 2 dengan indeks kepentingan 0,028. Kayu dengan indeks kepentingan 0,026 menempati rank 3.

5.4.1.2 Menjual Limbah

Menjual limbah artinya suatu proyek konstruksi tidak perlu mengeluarkan biaya untuk membuang limbah keluar dari lokasi proyek, bahkan proyek tersebut akan mendapatkan pemasukan karena limbah tersebut masih ada nilai yang bisa diselamatkan (*salvage value*)

Tabel 5.10 Hasil Kuesioner Menjual Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Besi tulangan/baja					3	0,03	1
2	Kayu			2	1		0,02	2
3	Bata, tegel, genteng, dll		1	2			0,016	3

Sumber: Penulis, 2011

Dari analisa pembobotan kuesioner menjual limbah didapatkan bahwa besi tulangan/baja menempati rank 1 dengan indeks 0,03. Pada rank 2 terdapat

kayu sebagai limbah yang paling sering dijual dengan indeks 0,02 lalu pada rank 3 terdapat bata, tegel, genteng, dll dengan indeks 0,016.

Tabel 5.11 Hasil Kuesioner Menjual Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Besi tulangan/baja					3	0,03	1
2	Kayu				2	1	0,026	2
3	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan		1	1	1		0,018	3,5
4	Sisa tanah galian			3			0,018	3,5
5	Kelebihan Agregat			3			0,018	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Dari analisa pembobotan Memberi dengan Cuma-Cuma didapatkan hasil bahwa besi tulangan/baja merupakan jenis limbah yang paling banyak dijual dengan indeks kepentingan 0,03 pada rank 1. Kayu menempati rank 2 dengan indeks kepentingan 0,026. Sedangkan pada rank 3,5 dengan indeks kepentingan 0,018 terdapat puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan, sisa tanah galian dan kelebihan agregat sebagai limbah yang dijual.

5.4.1.3 Memberi dengan Cuma-Cuma

Pemberian material dengan cuma-cuma adalah membiarkan orang lain mengangkut limbah yang masih ada nilainya tetapi tidak dikenakan biaya pembelian bagi orang tersebut.

Tabel 5.12 Hasil Kuesioner Memberi dengan Cuma-Cuma Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan				2	1	0,026	1
2	Kayu			3			0,018	2,5
3	Bata, tegel, genteng, dll		1	1	1		0,018	2,5

Sumber: Penulis, 2011

Dari analisa pembobotan didapatkan puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan yang paling sering diberikan secara cuma-cuma dengan indeks kepentingan 0,026. Kayu dan bata,tegel,genteng,dll menempati rank 2,5 dengan indeks kepentingan masing-masing 0,018.

Tabel 5.13 Hasil Kuesioner Memberi dengan Cuma-Cuma Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan			2	1		0,02	1
2	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer,dll		1	1	1		0,018	2
3	Kayu		1	2			0,016	3,5
4	Sisa tanah galian		1	2			0,016	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Dari analisa pembobotan didapatkan puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan yang paling sering diberikan secara cuma-cuma dengan indeks kepentingan 0,02. Logam bukan besi termasuk kaleng,kontainer,dll menempati rank 2 sebagai limbah yang diberikan secara cuma-cuma dengan indeks kepentingan 0,018. Sedangkan kayu dan sisa tanah galian masing-masing menempati rank 3,5 dengan indeks 0,016

5.4.1.4 Digunakan Kembali Dalam Proyek

Limbah yang sudah digunakan tidak langsung dibuang tetapi dimanfaatkan kembali untuk membuat produk-produk sekunder. Berikut adalah tiga jenis limbah yang paling banyak digunakan kembali di dalam proyek:

Tabel 5.14 Hasil Kuesioner Digunakan Kembali Dalam Proyek Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu				3		0,024	1
2	Besi tulangan/baja			1	2		0,022	2
3	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan		1	2			0,016	3

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan kayu dengan indeks kepentingan 0,024 menempati rank 1 sebagai material yang paling sering digunakan kembali dalam proyek. Besi tulangan/baja dengan indeks 0,022 menempati rank 2 lalu puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan dengan indeks 0,016 menempati rank 3.

Tabel 5.15 Hasil Kuesioner Digunakan Kembali Dalam Proyek Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu					3	0,03	1
2	Besi tulangan/baja			2		1	0,022	2
3	Sisa tanah galian		1	2			0,016	3

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan kayu dengan indeks kepentingan 0,03 menempati rank 1 sebagai material yang paling sering digunakan kembali dalam proyek. Besi tulangan/baja dengan indeks 0,022 menempati rank 2 lalu sisa tanah galian dengan indeks 0,016 menempati rank 3.

5.4.2 Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah

Faktor penyebab terjadinya timbulan limbah yang dimaksud disini adalah kegiatan apa saja dalam proyek konstruksi yang paling banyak menjadi pemicu terjadinya timbulan limbah.

Tabel 5.16 Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu					3	0,03	1,5
2	Limbah dari proses pengaplikasian					3	0,03	1,5
3	Kemasan					3	0,03	1,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan limbah sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu, limbah dari proses pengaplikasian dan limbah kemasan

sama-sama menempati rank 1,5 dengan indeks kepentingan 0,03 sebagai faktor penyebab utama terjadinya timbulan limbah.

Tabel 5.17 Hasil Kuesioner Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kesalahan pada pekerja atau buruh				1	2	0,028	1,5
2	Limbah dari proses pengaplikasian				1	2	0,028	1,5
3	Kemasan				1	2	0,028	1,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan limbah dari kesalahan pada pekerja atau buruh, limbah dari proses pengaplikasian dan kemasan merupakan faktor-faktor yang paling banyak menyebabkan terjadinya timbulan limbah dengan indeks kepentingan 0,028 pada rank 1,5.

5.4.3 Faktor Pengelolaan Limbah

Faktor pengelolaan limbah disini adalah faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi suatu proyek dalam melakukan suatu pengelolaan limbah. Faktor-faktor tersebut adalah faktor pendorong pengelolaan limbah, faktor yang memudahkan pengelolaan limbah dan faktor yang menghambat pengelolaan limbah.

5.4.3.1 Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah

Faktor pendorong penggunaan limbah adalah faktor yang mendorong suatu proyek pembangunan untuk melakukan pengelolaan limbah.

Tabel 5.18 Hasil Kuesioner Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Mengurangi pemborosan biaya material					3	0,03	1
2	Mengurangi biaya pembuangan sampah				1	2	0,028	2,5
3	Keuntungan materi dari harga jual limbah yang masih dapat dijual				1	2	0,028	2,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menjadi motivasi bagi perusahaan kontraktor untuk mengelola limbah adalah untuk mengurangi pemborosan biaya material dengan indeks 0,03 pada rank 1. Mengurangi biaya pembuangan sampah dan keuntungan materi dari harga jual limbah yang masih dapat dijual; masing-masing dengan indeks 0,028 menempati rank 2,5 sebagai faktor yang mendorong perusahaan kontraktor untuk melakukan pengelolaan limbah.

Tabel 5.19 Hasil Kuesioner Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Menjaga kebersihan/kelestarian lingkungan sekitar proyek					3	0,03	1,5
2	Mengurangi pemborosan biaya material					3	0,03	1,5
3	Menjaga kebersihan tempat kerja					3	0,03	1,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menjadi motivasi bagi perusahaan kontraktor untuk mengelola limbah adalah untuk menjaga kebersihan/kelestarian lingkungan sekitar proyek. mengurangi pemborosan biaya material dan menjaga kebersihan tempat kerja yang menempati rank 1,5 dengan indeks kepentingan 0,03.

5.4.3.2 Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah

Faktor yang memudahkan pengelolaan limbah adalah faktor-faktor yang memudahkan suatu proyek konstruksi untuk melakukan pengelolaan limbah.

Tabel 5.20 Hasil Kuesioner Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah
Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Keberadaan pembeli material bekas / puing / limbah			1	2		0,022	1
2	Keberadaan tukang angkut puing di Jakarta			2	1		0,02	2,5
3	Ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak			2	1		0,02	2,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang memudahkan pengelolaan limbah adalah keberadaan pembeli material bekas/puing/limbah menempati rank 1 dengan indeks 0,22. Sedangkan keberadaan tukang angkut puing dan ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak masing-masing menempati rank 2,5 dengan indeks kepentingan masing-masing 0,02.

Tabel 5.21 Hasil Kuesioner Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah
 Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Keberadaan tukang angkut puing di Jakarta			1	2		0,022	1,5
2	Ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak			1	2		0,022	1,5
3	Keberadaan pembeli material bekas / puing / limbah			3			0,018	3,5
4	Keberadaan pemulung			3			0,018	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang memudahkan pengelolaan limbah adalah keberadaan tukang angkut puing dan ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak dengan indeks 0,012 pada rank 1,5. Sedangkan keberadaan pembeli material bekas/puing/limbah dan keberadaan pemulung menempati rank 3,5 dengan indeks 0,018.

5.4.3.3 Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah

Faktor yang menghambat pengelolaan limbah adalah faktor-faktor yang menghambat suatu proyek dalam melakukan suatu pengelolaan limbah.

Tabel 5.22 Hasil Kuesioner Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah Proyek
 Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan / pemrosesan				1	2	0,028	1
2	Keterbatasan dana				2	1	0,026	2,5
3	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran manajemen				2	1	0,026	2,5
4	Kurangnya insentif untuk melakukan pengelolaan yang baik				2	1	0,026	2,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menghambat pengelolaan limbah adalah keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan/pemrosesan dengan indeks 0,028 pada rank 1. Keterbatasan dana, kurangnya pengetahuan dan kesadaran manajemen serta kurangnya insentif untuk melakukan pengelolaan yang baik ketiganya menempati rank 2,5 dengan indeks kepentingan masing-masing 0,026.

Tabel 5.23 Hasil Kuesioner Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran pekerja				2	1	0,026	1
2	Keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan / pemrosesan			1	2		0,022	2
3	Keterbatasan waktu			2	1		0,02	3,5
4	Keterbatasan dana			2	1		0,02	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menghambat pengelolaan limbah adalah kurangnya pengetahuan dan kesadaran pekerja dengan indeks 0,026 pada rank 1. Keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan/pemrosesan menempati rank 2 dengan indeks 0,022. Lalu pada rank 3,5 terdapat faktor penghambat berupa keterbatasan waktu dan keterbatasan dana dengan indeks 0,02.

5.4.4 Faktor Penggunaan Kembali Limbah

Faktor penggunaan kembali limbah yang dimaksud dalam kuesioner ini adalah faktor-faktor apa saja yang menentukan apakah suatu limbah konstruksi tersebut akan digunakan kembali atau tidak.

5.4.4.1 Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma

Limbah konstruksi diberikan secara cuma-cuma untuk menghemat biaya yang dikeluarkan oleh proyek untuk membuang limbah tersebut. Bahkan apabila mungkin limbah tersebut bisa dijual untuk memberikan pemasukan tambahan bagi

proyek. Pada Tabel 4.24 dan 4.25 dibawah ini dapat dilihat faktor-faktor apa saja yang paling menentukan bahwa limbah tersebut akan dijual/diberikan cuma-cuma.

Tabel 5.24 Hasil Kuesioner Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma
Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kualitas material bekas/limbah			1	1	1	0,024	1,5
2	Besarnya ongkos/biaya untuk membuang sampah			1	1	1	0,024	1,5
3	Jarak dari lokasi yang mempengaruhi biaya angkut			2	1		0,02	3,5
4	Kuantitas material bekas/limbah		1	1		1	0,02	3,5
5	Besarnya selisih harga material		1	1		1	0,02	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menentukan suatu limbah digunakan kembali adalah kualitas material bekas/limbah dan besarnya ongkos/biaya untuk membuang sampah pada rank 1,5 dengan indeks 0,024. Pada rank 3,5 dengan indeks masing-masing 0,02 ditempati oleh jarak dari lokasi yang mempengaruhi biaya angkut, kuantitas material bekas/limbah dan besarnya selisih harga material sebagai faktor penentu suatu limbah dijual/diberikan cuma-cuma.

Tabel 5.25 Hasil Kuesioner Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma
Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kualitas material bekas/limbah				1	2	0,028	1
2	Kuantitas material bekas/limbah				3		0,024	2
3	Besarnya selisih harga material			2	1		0,02	3,5
4	Adanya pihak yang membutuhkan pada tempat dan waktu yang sama			2	1		0,02	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menentukan suatu limbah digunakan kembali adalah kualitas material bekas/limbah pada rank 1 dengan indeks 0,028. Kuantitas material bekas/limbah menempati rank 2 dengan indeks 0,024 dan selisih harga material dan adanya pihak yang membutuhkan pada tempat dan waktu yang sama menempati rank 3,5 dengan indeks 0,02.

5.4.4.2 Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi

Penggunaan suatu material bekas dalam proyek pembangunan kadang-kadang dihalangi oleh beberapa faktor-faktor. Berikut adalah ketiga faktor tertinggi yang menghambat digunakannya kembali material bekas pada suatu proyek menurut kuesioner yang dijawab oleh para responden.

Tabel 5.26 Hasil Kuesioner Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Peraturan bangunan / <i>building code</i>			1	1	1	0,024	1,5
2	Kualitas material bekas yang rendah				3		0,024	1,5
3	Penghematan biaya yang dihasilkan sedikit			1	1	1	0,024	1,5
4	Persyaratan dari pemilik			1	1	1	0,024	1,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menghambat penggunaan material bekas pada proyek konstruksi adalah peraturan bangunan/*building-code*, kualitas material bekas yang rendah, penghematan biaya yang dihasilkan sedikit dan persyaratan dari pemilik dengan indeks 0,024 pada rank 1,5.

Tabel 5.27 Hasil Kuesioner Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Peraturan bangunan / <i>building code</i>				1	2	0,028	1,5
2	Persyaratan dari pemilik				1	2	0,028	1,5
3	Kemudahan untuk dikerjakan (<i>workability</i>) yang rendah				3		0,024	3,5
4	Suplai material bekas tidak dapat diandalkan			1	1	1	0,024	3,5
5	Kualitas material bekas yang rendah				3		0,024	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan faktor utama yang menghambat penggunaan material bekas pada proyek konstruksi adalah peraturan bangunan/*building-code* dan persyaratan dari pemilik dengan indeks 0,028 pada rank 1,5. Kualitas material bekas material bekas yang rendah, suplai material bekas yang tidak dapat diandalkan serta kualitas material bekas yang rendah masing-masing dengan indeks 0,024 menempati rank 3,5.

5.4.4.3 Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas

Pertanyaan kuesioner pada bagian ini adalah untuk mengetahui tujuan/alasan mengapa suatu proyek setuju untuk menggunakan material bekas.

Tabel 5.28 Hasil Kuesioner Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Mengurangi biaya pembangunan karena lebih murah				1	2	0,028	1
2	Mengurangi biaya pembuangan limbah				2	1	0,026	2
3	Pelestarian lingkungan hidup			2		1	0,022	3

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan tujuan/alasan utama bagi perusahaan kontraktor untuk menggunakan kembali material bekas adalah untuk mengurangi biaya pembangunan karena lebih murah dengan indeks 0,028 pada rank 1. Mengurangi biaya pembuangan limbah dengan indeks 0,026 menempati rank 2 dan pelestarian lingkungan hidup menempati rank 3 dengan indeks 0,022.

Tabel 5.29 Hasil Kuesioner Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas
Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Mengurangi biaya pembangunan karena lebih murah				1	2	0,028	1,5
2	Mengurangi biaya pembuangan limbah				1	2	0,028	1,5
3	Pelestarian lingkungan hidup				1	2	0,028	1,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan tujuan/alasan utama bagi perusahaan kontraktor untuk menggunakan kembali material bekas adalah untuk mengurangi biaya pembangunan karena lebih murah, mengurangi biaya pembuangan limbah dan pelestarian lingkungan hidup dengan indeks 0,028 pada rank 1,5.

5.4.5 Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya

Banyak jenis material yang digunakan dalam suatu proyek konstruksi. Fungsi pertanyaan pada kuesioner bagian ini adalah untuk mengetahui material bekas apa yang memiliki peluang terbesar untuk digunakan kembali.

Tabel 5.30 Hasil Kuesioner Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya
Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu berupa balok / papan				3		0,024	1
2	Besi tulangan			1	2		0,022	2
3	Kayu lapis			2	1		0,02	3

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan berdasarkan jenisnya material bekas yang peluangnya paling besar untuk digunakan kembali adalah kayu berupa balok/papan dengan indeks 0,024 pada rank 1. Besi tulangan dengan indeks 0,022 menempati rank 2 dan kayu lapis dengan indeks 0,02 menempati rank 3.

Tabel 5.31 Hasil Kuesioner Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu berupa balok / papan					3	0,03	1
2	Kayu lapis			1	2		0,022	2
3	Besi tulangan			3			0,018	3,5
4	Puing untuk timbunan			3			0,018	3,5

Sumber: Penulis, 2011

Berdasarkan analisa pembobotan berdasarkan jenisnya material bekas yang peluangnya paling besar untuk digunakan kembali adalah kayu berupa balok/papan dengan indeks 0,03 pada rank 1. Kayu lapis dengan indeks 0,022 menempati rank 2. Pada rank 3,5 besi tulangan dan puing untuk timbunan dengan indeks 0,018.

BAB 6

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

- a. Komposisi timbulan limbah pembangunan struktur bangunan bertingkat tinggi didominasi oleh besi, beton dan kayu.
- b. Kuantitas timbulan limbah pada Proyek Pembangunan Tiffany Tower Kemang Village yaitu:
 - Besi sebanyak 21.157,7 kg atau sebanyak 4,76 % dari jumlah besi yang didatangkan. Limbah tersebut masih memiliki nilai yaitu sebesar Rp 158.682,750.
 - Limbah kayu konvensional yaitu sebanyak 93 m² atau sebanyak 4,89 % dari jumlah kayu yang didatangkan.
 - Limbah kayu phenol film yaitu sebanyak 3 m² atau sebanyak 1,73 % dari jumlah kayu yang didatangkan.
 - Limbah beton sisa pengecoran yaitu sebanyak 74,3 m³ atau sebanyak 2,91 % dari jumlah beton yang didatangkan.
 - Limbah beton yaitu sebanyak 20 m³ atau sebanyak 0,8% dari jumlah beton yang di cor. Beton tersebut menambah biaya yang harus dikeluarkan oleh proyek untuk pembuangannya dengan menggunakan truk yaitu sebesar Rp 897.760,00.
- c. Kuantitas timbulan limbah pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta yaitu:
 - Besi sebanyak 1.463,5 kg atau sebanyak 1,25% dari jumlah besi yang didatangkan. Besi tersebut masih memiliki nilai sebesar Rp 10.976.250,00 dan menjadi pemasukan bagi proyek.
 - Kayu sebanyak 30 m² atau sebanyak 11,67 % dari jumlah kayu yang didatangkan.
 - Beton sisa pengecoran sebanyak 15,6 m³ atau sebanyak 7,43 % dari jumlah beton yang didatangkan.
 - Limbah beton pembobokan yaitu sebanyak 15 m³ atau sebanyak 7,72 % dari jumlah beton yang dicor. Beton tersebut menambah biaya yang harus

dikeluarkan oleh proyek untuk pembuangannya dengan menggunakan truk yaitu sebesar Rp 771.750,00.

- d. Faktor utama penyebab terjadinya limbah konstruksi pada Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaikota DKI Jakarta adalah karena sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu, limbah proses pengaplikasian dan limbah kemasan
- e. Faktor utama penyebab terjadinya limbah konstruksi pada Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village adalah karena kesalahan pada pekerja atau buruh, limbah proses pengaplikasian dan limbah kemasan.
- f. Minimisasi akan mempengaruhi biaya yang dikeluarkan oleh kontraktor. Karena dengan penggunaan material secara lebih efisien dan berhati-hati maka mengurangi biaya untuk mengangkut limbah.
- g. Limbah suatu proyek konstruksi tidak dapat dibandingkan dengan proyek konstruksi lainnya karena perbedaan metode yang digunakan, fungsi bangunan, dll.

6.2 Saran

- Pencatatan jumlah material yang terpakai/tidak terpakai harus transparan dan diketahui oleh semua pihak yang terlibat dalam proyek

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, S., K. Hampson, S Mohamed. (2002). Waste in the Indonesian construction Project. *Asia Pacific Building and Construction Management Journal*.
- Asian Institute of Technology School of Environment, Resources and Development. (2008). *Report on Reduce, Reuse and Recycle (3R) Practices in Construction and Demolition Waste Management in Asia*. Thailand
- Ballard, Glenn dan Gregory Howell. (1994). *Toward Construction JIT*.
- Bossink, B. A. G. dan Brouwers, H.J.H. (1996). *Construction Waste: Quantification and Source Evaluation*. Belanda: Journal of Construction Engineering Management
- BRANZ. (2002). *Easy Guide To Reducing Construction Waste*. Australia: BRANZ.
- Silva, Fred Borges dan Francisco Ferreira Cardoso. (1999). *Applicability of Logistics Management in Lean Construction: A Case Study Approach in Brazilian Building Companies*. University of California Berkeley. USA.
- Chris J., Patterson. (1991), *A Guide For Construction Waste Audits*, Auckland: BRANZ.
- Formoso, C. T., et al. (1993). Developing a method for controlling material waste on building sites. *Economic evaluation and the built environment*.
- Gavilan. R. M., and Bernold, L.E. (1994). Source evaluation of solid waste in building construction. *Journal of Construction Engineering Management*.
- Greenwood, Rubina. (2004). *Construction Waste Minimisation Good Practice Guide*. Welsh School Arch
- Hal Johnston, William R. Mincks. (1992). *Waste Management for Construction Manager*” part of the American Association of Cost Engineering. Morgantown

- Hong Kong Polytechnic and Hongkong Construction Association. (1993). *Reduction of Construction Waste, Final Report*. Hong Kong: Department of Building & Real Estate The Hong Kong Polytechnic University
- ICF Incorporated. (1995). *Constuction and Demolition Waste Landfill*. Prepared for EPA Office Of Solid Waste
- Isatto, E. L., Formoso, C.T., De Cesare, C.M., Hirota, E. H., dan Alves, T. C. L. (2000). Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- J Glynn Henry and Gary W, Heinke. (1996). *Environmental Science and Engineering*. New Jersey : Prentice-Hall Inc.
- LF, Alarcon. 1997. *Training Field Personnel to Identify Waste and Improvement Opportunities in Lean Construction*, Rotterdam; The Netherlands.
- Noyes, Robert. (1994). *Pollution Prevention Technology Handbook*, USA
- Oglesby, C.H., Parker, H.W., and Howell, G. A. (1989). *Productivity improvement in Construction*, New York: McGraw-Hill.
- Peng, Chun-li, Domenic E. Scorpio, Charles Kibert. (1995). Strategies for Successful Construction and Demolition Waste Recycling Operations. *Journal of Construction Engineering Management*.
- Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta. (2010). *Buku Acuan Harga Satuan Bahan dan Upah Pekerjaan Bidang Jasa/Pemborongan*. Jakarta.
- Royat, S. (1994). Development Strategy of Construction Industry in Indonesia. *Workshop on Strategic Management in Construction Industry*, Bandung.
- R Skoyles. (1987). *Waste Management On Site*. Great Britain: Butler & Tanner Ltd.
- Santoso, Singgih. (2001). *Buku Latihan SPSS, Statistik Nonparametrik*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.

Tchobanoglous G. , Hilary T, Samuel V. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. New York : McGraw-Hill, Inc.



Lampiran 1 Luas Bangunan dan Pekerjaan Tower Tiffany Kemang Village

	Tanggal	Pekerjaan	Luas (m ²)
1	10 Jan 2011	Pembangunan Lantai 24	127
2	11 Jan 2011	Pembangunan Lantai 22 dan 24	255
3	13 Jan 2011	Pembangunan lantai 22 dan 24	255
4	14 Jan 2011	Pembangunan Lantai 25	127
/5	16 Jan 2011	Pembangunan Lantai 23 dan 25	382
6	17 Jan 2011	Pembangunan Lantai 25	127
7	18 Jan 2011	Pembangunan Lantai 24	127
8	19 Jan 2011	Pembangunan Lantai 25 dan 23	255
9	20 Jan 2011	Pembangunan Lantai 26	127
10	21 Jan 2011	Pembangunan Lantai 21	255
11	22 Jan 2011	Pembangunan Lantai 26	127
12	23 Jan 2011	Pembangunan Lantai 25 dan 26	255
13	24 Jan 2011	Pembangunan Lantai 24	127
14	25 Jan 2011	Pembangunan Lantai 26	127

(Lanjutan) Lampiran 1

15	26 Jan 2011	Pembangunan Lantai 25 dan 27	382
16	28 Jan 2011	Pembangunan Lantai 26 dan 27	255
17	29 Jan 2011	Pembangunan Lantai 25 dan 27	255
18	31 Jan 2011	Pembangunan Lantai 26 dan 27	382
19	1 Feb 2011	Pembangunan Lantai 28	127
20	2 Feb 2011	Pembangunan Lantai 27	127
21	3 Feb 2011	Pembangunan Lantai 26 dan 28	255
22	4 Feb 2011	Pembangunan Lantai 28	127
23	5 Feb 2011	Pembangunan Lantai 27	255
24	6 Feb 2011	Pembangunan Lantai 28	127
25	7 Feb 2011	Pembangunan Lantai 29	127
26	8 Feb 2011	Pembangunan Lantai 27	127
27	9 Feb 2011	Pembangunan Lantai 29	127
28	10 Feb 2011	Pembangunan Lantai 28 dan 29	382
	Total		5728

Sumber: Dokumen PT PP, Tbk

Lampiran 2 Luas Bangunan dan Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung DPRD
dan Balaikota DKI Jakarta

No	Zona	Luas (m ²)
1	Zona 1	144
2	Zona 2	144
3	Zona 3`	144
4	Zona 4	144
No	Zona	Luas (m ²)
5	Zona 5	195
6	Zona 12	576
	Total	1347

Sumber: Dokumen PT. Jaya Konstruksi, Tbk

Zona 1			
No	Pekerjaan	Tgl Mulai	Tgl Selesai
1	Galian	10 Januari 2011	12 Januari 2011
2	Bobok Bored Pile	13 Januari 2011	17 Januari 2011
3	Lantai Kerja	13 Januari 2011	18 Januari 2011
4	Pembesian	18 Januari 2011	24 Januari 2011
5	Pengecoran	25 Januari 2011	25 Januari 2011
Zona 2			
No	Pekerjaan	Tgl Mulai	Tgl Selesai
1	Galian	13 Januari 2011	17 Januari 2011
2	Bobok Bored Pile	18 Januari 2011	20 Januari 2011
3	Lantai Kerja	21 Januari 2011	21 Januari 2011
4	Pembesian	24 Januari 2011	27 Januari 2011
5	Pengecoran	28 Januari 2011	28 Januari 2011
Zona 3			
No	Pekerjaan	Tgl Mulai	Tgl Selesai
1	Galian	26 Januari 2011	28 Januari 2011
2	Bobok Bored Pile	31 Januari 2011	2 Februari 2011

3	Lantai Kerja	8 Februari 2011	8 Februari 2011
4	Pembesian	4 Februari 2011	9 Februari 2011
5	Pengecoran	10 Februari 2011	10 Februari 2011
Zona 4			
No	Pekerjaan	Tgl Mulai	Tgl Selesai
1	Galian	31 Januari 2011	2 Februari 2011
2	Bobok Bored Pile	3 Februari 2011	7 Februari 2011
3	Lantai Kerja	8 Februari 2011	8 Februari 2011
4	Pembesian	9 Februari 2011	14 Februari 2011
Zona 5			
No	Pekerjaan	Tgl Mulai	Tgl Selesai
1	Galian	3 Februari 2011	7 Februari 2011
2	Bobok Bored Pile	8 Februari 2011	10 Februari 2011
Zona 12			
No	Pekerjaan	Tgl Mulai	Tgl Selesai
1	Galian	18 Januari 2011	25 Januari 2011
2	Bobok Bored Pile	26 Januari 2011	28 Januari 2011
3	Lantai Kerja	31 Januari 2011	1 Februari 2011
4	Pembesian	2 Februari 2011	11 Februari 2011

Sumber: Dokumen PT. Jaya Konstruksi, Tbk

Lampiran 3Pendaftaran Besi Tower Tiffany Kemang Village

No	Tgl	Berat (kg)
1	10-Jan-11	30124
2	12-Jan-11	29876
3	14-Jan-11	26244
4	15-Jan-11	30124
5	17-Jan-11	30824
6	19-Jan-11	30124
7	21-Jan-11	30348
8	24-Jan-11	29876
9	26-Jan-11	26244
10	28-Jan-11	30348
11	31-Jan-11	29876
12	02-Feb-11	30348
13	04-Feb-11	26244
14	06-Feb-11	30348
15	08-Feb-11	29876
16	10-Feb-11	30348
	Total	471172

Lampiran 4 Besi Terpasang Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

No	Tanggal	Berat (kg)
1	10 Jan 2011	7983,93
2	11 Jan 2011	15967,86
3	13 Jan 2011	23951,79
4	14 Jan 2011	7983,93
5	16 Jan 2011	23951,79
6	17 Jan 2011	7983,93
7	18 Jan 2011	7983,93
8	19 Jan 2011	23951,79
9	20 Jan 2011	7983,93
10	21 Jan 2011	23951,79
11	22 Jan 2011	7983,93
12	23 Jan 2011	23951,79
13	24 Jan 2011	7983,93
14	25 Jan 2011	7983,93
15	26 Jan 2011	23951,79
16	28 Jan 2011	23951,79
17	29 Jan 2011	23951,79
18	31 Jan 2011	23951,79
19	1 Feb 2011	7983,93
20	2 Feb 2011	7983,93
21	3 Feb 2011	23951,79
22	4 Feb 2011	7983,93
23	5 Feb 2011	23951,79
24	6 Feb 2011	7983,93
25	7 Feb 2011	7983,93
26	8 Feb 2011	7983,93
27	9 Feb 2011	7983,93
28	10 Feb 2011	23951,79
	Total	423148,3

Lampiran 5 Penerimaan Beton Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang
Village

No	Tgl	Volume (m ³)
1	10 Januari 2010	57
2	11 Januari 2010	55
3	12 Januari 2010	58
4	13 Januari 2010	113
5	14 Januari 2010	28
6	15 Januari 2010	28
7	16 Januari 2010	170
8	17 Januari 2010	57
9	18 Januari 2010	58
10	19 Januari 2010	113
11	20 Januari 2010	57
12	21 Januari 2010	113
13	22 Januari 2010	57
14	23 Januari 2010	170
15	24 Januari 2010	57
16	25 Januari 2010	57
17	26 Januari 2010	85
18	27 Januari 2010	85
19	28 Januari 2010	113
20	29 Januari 2010	113
21	30 Januari 2010	84
22	31 Januari 2010	85
23	1 Februari 2010	57
24	2 Februari 2010	57
25	3 Februari 2010	113
26	4 Februari 2010	57
27	5 Februari 2010	113
28	6 Februari 2010	57
29	7 Februari 2010	57
30	8 Februari 2010	57
31	9 Februari 2010	57
32	10 Februari 2010	113
	Total	2551

Sumber: Dokumen PT. PP, Tbk

Lampiran 6 Volume Beton Terpasang Proyek Pembangunan Tower Tiffany
Kemang Village

No	Tgl	Volume (m ³)
1	10 Januari 2010	55,34
2	11 Januari 2010	53,40
3	12 Januari 2010	56,31
4	13 Januari 2010	109,71
5	14 Januari 2010	27,18
6	15 Januari 2010	27,18
7	16 Januari 2010	165,05
8	17 Januari 2010	55,34
9	18 Januari 2010	56,31
10	19 Januari 2010	109,71
11	20 Januari 2010	55,34
12	21 Januari 2010	109,71
13	22 Januari 2010	55,34
14	23 Januari 2010	165,05
15	24 Januari 2010	55,34
16	25 Januari 2010	55,34
17	26 Januari 2010	82,52
18	27 Januari 2010	82,52
19	28 Januari 2010	109,71
20	29 Januari 2010	109,71
21	30 Januari 2010	81,55
22	31 Januari 2010	82,52
23	1 Februari 2010	55,34
24	2 Februari 2010	55,34
25	3 Februari 2010	109,71
26	4 Februari 2010	55,34
27	5 Februari 2010	109,71
28	6 Februari 2010	55,34
29	7 Februari 2010	55,34
30	8 Februari 2010	55,34
31	9 Februari 2010	55,34
32	10 Februari 2010	109,71
	Total	2476,70

Sumber: Dokumen PT. PP, Tbk

Lampiran 7Pendant Besi Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota
DKI Jakarta

No	Tgl	Berat (kg)
1	17 Januari 2011	14634,58
2	23 Januari 2011	14634,58
3	1 Februari 2011	58538,33
4	3 Februari 2011	14634,58
5	8 Februari 2011	14634,58
	Total	117076,7

Sumber: Dokumen PT. Jaya Konstruksi, Tbk.

Lampiran 8Besi Terpasang Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota
DKI Jakarta

No	Tgl	Berat (kg)
1	17 Januari 2011	14561,41
2	23 Januari 2011	14561,41
3	1 Februari 2011	57367,57
4	3 Februari 2011	14561,41
5	8 Februari 2011	14561,41
	Total	115613,2

Sumber: Dokumen PT. Jaya Konstruksi, Tbk.

Lampiran 9 Pendetangan Beton Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan
Balaikota DKI Jakarta

No	Tgl	Volume (m ³)
1	25 Januari 2010	70
2	28 Januari 2010	70
3	10 Februari 2010	70
	Total	210

Sumber: Dokumen PT. Jaya Konstruksi, Tbk.

Lampiran 10 Volume Beton Terpasang Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan
Balaikota DKI Jakarta

No	Tgl	Volume (m ³)
1	25 Januari 2010	64,8
2	28 Januari 2010	64,8
3	10 Februari 2010	64,8
	Total	194,4

Sumber: Dokumen PT. Jaya Konstruksi, Tbk.

Lampiran 11 Kuesioner Membayar Truk Untuk Mengangkut

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5
1	Kayu					
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan					
3	Besi tulangan/baja					
4	Bata, tegel, genteng, dll					
5	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll					
6	Sisa tanah galian					
7	Kelebihan Agregat					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 12 Kuesioner Menjual Limbah

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5
1	Kayu					
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan					
3	Besi tulangan/baja					
4	Bata, tegel, genteng, dll					
5	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll					
6	Sisa tanah galian					
7	Kelebihan Agregat					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 13 Kuesioner Memberi dengan Cuma-Cuma

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5
1	Kayu					
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan					
3	Besi tulangan/baja					
4	Bata, tegel, genteng, dll					
5	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll					
6	Sisa tanah galian					
7	Kelebihan Agregat					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 14 Kuesioner Digunakan Kembali Dalam Proyek

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5
1	Kayu					
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan					
3	Besi tulangan/baja					
4	Bata, tegel, genteng, dll					
5	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll					
6	Sisa tanah galian					
7	Kelebihan Agregat					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 15 Faktor Penyebab Terjadinya Timbulan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Kesalahan pada dokumen kontrak					
2	Dokumen kontrak yang tidak selesai pada saat permulaan konstruksi					
3	Perubahan desain					
4	Kesalahan order, terlalu banyak order, terlalu sedikit order, dll					
5	Kesalahan supplier					
6	Kerusakan pada saat transportasi					
7	Penyimpanan yang tidak tepat sehingga menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas					
8	Kesalahan pada pekerja atau buruh					
9	Malfunction dari peralatan					
10	Cuaca buruk					
11	Kecelakaan					
12	Kerusakan akibat kegiatan berikutnya					
13	Penggunaan dari material yang salah sehingga membutuhkan pengganti					
14	Karena pemotongan dengan bentuk yang tidak ekonomis					
15	Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu					
16	Material yang <i>overmixing</i>					
17	Limbah dari proses pengaplikasian					
18	Kemasan					
19	Limbah kriminal atau vandalisme yang menyebabkan kerusakan					
20	Kurangnya pengontrolan material <i>on sitedan</i> perencanaan manajemen limbah					

Lampiran 16 Kuesioner Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Menjaga kebersihan/kelestarian lingkungan sekitar proyek					
2	Peraturan pemerintah/pengembang					
3	Persyaratan pemilik					
4	Meminimalkan gangguan pada tetangga (bangunan lain yang berada di sekitar proyek)					
5	Mengurangi biaya pembuangan sampah					
6	Mengurangi pemborosan biaya material					
7	Menjaga kebersihan tempat kerja					
8	Menyelamatkan material yang masih bisa digunakan					
9	Kesadaran untuk mengurangi volume sampah yang harus dibuang					
10	Keuntungan materi dari harga jual limbah yang masih dapat dijual					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 17 Kuesioner Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Keberadaan pembeli material bekas / puing / limbah/					
2	Keberadaan tukang angkut puing di Jakarta					
3	Ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak					
4	Keberadaan pemulung					
5	Keberadaan pengguna yang mengangkut limbah dengan cuma-cuma					
6	Kondisi proyek yang memungkinkan penggunaan kembali material bekas					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 18 Kuesioner Faktor yang Menghambat Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Keterbatasan waktu					
2	Keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan / pemrosesan					
3	Keterbatasan dana					
4	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran pekerja					
5	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran manajemen					
6	Ketidakjelasan peraturan / aspek hukum					
7	Kurangnya insentif untuk melakukan pengelolaan yang baik					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 19 Kuesioner Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Jarak dari lokasi yang mempengaruhi biaya angkut					
2	Kualitas material bekas/limbah					
3	Kuantitas material bekas/limbah					
4	Besarnya selisih harga material					
5	Adanya pihak yang membutuhkan pada tempat dan waktu yang sama					
6	Besarnya ongkos/biaya untuk membuang sampah					
7	Peraturan pemerintah					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 20 Kuesioner Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada
Proyek Konstruksi

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Peraturan bangunan / <i>building code</i>					
2	Kemudahan untuk dikerjakan (<i>workability</i>) yang rendah					
3	Suplai material bekas tidak dapat diandalkan					
4	Kualitas material bekas yang rendah					
5	Penghematan biaya yang dihasilkan sedikit					
6	Persyaratan dari pemilik					
7	Kurangnya insentif secara langsung bagi kontraktor/anda					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 21 Kuesioner Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya

No	Uraian	1	2	3	4	5
1	Kayu berupa balok / papan					
2	Besi tulangan					
3	Tegel ataupun bahan berupa keramik, granita, marmer, dll					
4	Bahan penutup atap seperti genteng, seng, asbes, dll					
5	Kayu lapis					
6	Alat-alat plumbing seperti wastafel, wc, keran air, dll					
7	Puing untuk timbunan					
8	Bata/batako/bahan dinding lainnya					
9	Kusen, panel pintu/jendela					
10	Instalasi listrik seperti kabel, sakelar, dll					
11	Panel-panel partisi					

Sumber: Penulis, 2011

Lampiran 22 Dokumentasi



Tumpukan Limbah Kayu

Limbah Besi Sisa
Potongan

Pendatangan Besi

Limbah Beton Sisa
BobokanKontainer Penampungan
Limbah Beton Sisa
BobokanPengangkutan Limbah
Beton Sisa Bobokan

Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta

- Metode Pembuangan Limbah

Membayar Truk Untuk Mengangkut

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Sisa tanah galian				1	2	0,028	1
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan				2	1	0,026	2
3	Kayu				3		0,024	3,5
4	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll		1			2	0,024	3,5
5	Bata, tegel, genteng, dll			2		1	0,022	5
6	Kelebihan Agregat		1	1	1		0,018	6
7	Besi tulangan/baja		3				0,012	7

Menjual Limbah

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Besi tulangan/baja					3	0,03	1
2	Kayu			2	1		0,02	2
3	Bata, tegel, genteng, dll		1	2			0,016	3
4	Sisa tanah galian		2	1			0,014	4,5
5	Kelebihan Agregat		2	1			0,014	4,5
6	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan	1	1	1			0,012	6
7	L/ogam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll	3					0,006	7

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta

Memberi dengan Cuma-Cuma

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan				2	1	0,026	1
2	Kayu			3			0,018	2,5
3	Bata,tegel,genteng,dll		1	1	1		0,018	2,5
4	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer,dll		2	1			0,014	4,5
5	Sisa tanah galian		2	1			0,014	4,5
6	Kelebihan Agregat		2	1			0,014	4,5
7	Besi tulangan/baja	3					0,006	7

Digunakan Kembali dalam Proyek

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu				3		0,024	1
2	Besi tulangan/baja			1	2		0,022	2
3	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan		1	2			0,016	3
4	Sisa tanah galian		2	1			0,014	4
5	Kelebihan Agregat		3				0,012	5
6	Bata,tegel,genteng,dll	1	2				0,01	6
7	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer,dll	3					0,006	7

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD
dan Balaikota DKI Jakarta

• Terjadinya Timbulan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu					3	0,03	1,5
2	Limbah dari proses pengaplikasian					3	0,03	1,5
3	Kemasan					3	0,03	1,5
4	Karena pemotongan dengan bentuk yang tidak ekonomis				3		0,024	4
5	Perubahan desain			1	2		0,022	5,5
6	Kurangnya pengontrolan material <i>on site</i> dan perencanaan manajemen limbah			1	2		0,022	5,5
7	Kesalahan pada pekerja atau buruh			2	1		0,02	7,5
8	Kerusakan akibat kegiatan berikutnya			2	1		0,02	7,5
9	Material yang <i>overmixing</i>			2	1		0,02	7,5
10	Kerusakan pada saat transportasi			3			0,018	10
11	Kesalahan pada dokumen kontrak		1	2			0,016	11,5
12	Dokumen kontrak yang tidak selesai pada saat permulaan konstruksi		1	2			0,016	11,5
13	Kesalahan order, terlalu banyak order, terlalu sedikit order, dll		1	2			0,016	11,5
14	Kesalahan supplier		1	2			0,016	11,5
15	Malfunction dari peralatan		2		1		0,016	11,5
16	Cuaca buruk		1	2			0,016	11,5
17	Penyimpanan yang tidak tepat sehingga menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas		2	1			0,014	17,5
18	Kecelakaan		2	1			0,014	17,5
19	Penggunaan dari material yang salah sehingga membutuhkan pengganti		2	1			0,014	17,5
20	Limbah kriminal atau vandalisme yang menyebabkan kerusakan	2					0,004	20

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaiikota DKI Jakarta

- Faktor Pengelolaan Limbah

Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Mengurangi pemborosan biaya material					3	0,03	1
2	Mengurangi biaya pembuangan sampah				1	2	0,028	2,5
3	Keuntungan materi dari harga jual limbah yang masih dapat dijual				1	2	0,028	2,5
4	Menjaga kebersihan/kelestarian lingkungan sekitar proyek			1		2	0,026	4,5
5	Menjaga kebersihan tempat kerja			1		2	0,026	4,5
6	Menyelamatkan material yang masih bisa digunakan			1	1	1	0,024	6,5
7	Kesadaran untuk mengurangi volume sampah yang harus dibuang			1	1	1	0,024	6,5
8	Persyaratan pemilik		1	2			0,016	8,5
9	Meminimalkan gangguan pada tetangga (bangunan lain yang berada di sekitar proyek)		1	2			0,016	8,5
10	Peraturan pemerintah/pengembang		2	1			0,014	10

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaiikota DKI Jakarta

Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Keberadaan pembeli material bekas / puing / limbah			1	2		0,022	1
2	Keberadaan tukang angkut puing di Jakarta			2	1		0,02	2,5
3	Ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak			2	1		0,02	2,5
4	Keberadaan pemulung			3			0,018	4
5	Keberadaan pengguna yang mengangkut limbah dengan cuma-cuma		1	2			0,016	5
6	Kondisi proyek yang memungkinkan penggunaan kembali material bekas		3				0,012	6

Faktor Penghambat Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan / pemrosesan				1	2	0,028	1
2	Keterbatasan dana				2	1	0,026	2,5
3	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran manajemen				2	1	0,026	2,5
4	Kurangnya insentif untuk melakukan pengelolaan yang baik				2	1	0,026	2,5
5	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran pekerja			1	1	1	0,024	5
6	Keterbatasan waktu		2		1		0,016	6
7	Ketidajelasan peraturan / aspek hukum		2	1			0,014	7

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balaiikota DKI Jakarta

- Faktor Penggunaan Kembali Limbah

Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kualitas material bekas/limbah			1	1	1	0,024	1,5
2	Besarnya ongkos/biaya untuk membuang sampah			1	1	1	0,024	1,5
3	Jarak dari lokasi yang mempengaruhi biaya angkut			2	1		0,02	3,5
4	Kuantitas material bekas/limbah		1	1		1	0,02	3,5
5	Besarnya selisih harga material		1	1		1	0,02	3,5
6	Adanya pihak yang membutuhkan pada tempat dan waktu yang sama		3				0,012	6
7	Peraturan pemerintah	2	1				0,008	7

Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Peraturan bangunan / <i>building code</i>			1	1	1	0,024	1,5
2	Kualitas material bekas yang rendah				3		0,024	1,5
3	Penghematan biaya yang dihasilkan sedikit			1	1	1	0,024	1,5
4	Persyaratan dari pemilik			1	1	1	0,024	1,5
5	Kemudahan untuk dikerjakan (<i>workability</i>) yang rendah			3			0,018	5,5
6	Suplai material bekas tidak dapat diandalkan		1	1	1		0,018	5,5
7	Kurangnya insentif secara langsung bagi kontraktor/anda		1	1	1		0,018	5,5

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai kota DKI Jakarta

Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Mengurangi biaya pembangunan karena lebih murah				1	2	0,028	1
2	Mengurangi biaya pembuangan limbah				2	1	0,026	2
3	Pelestarian lingkungan hidup			2		1	0,022	3
4	Mendapatkan material yang lebih baik tanpa biaya tambahan			2	1		0,02	4
5	Mendapatkan material spesifik yang langka		3				0,012	5,5
6	Persediaan bahan bangunan baru sedang kosong		3				0,012	5,5

(lanjutan) Lampiran 23 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Gedung DPRD dan Balai Kota DKI Jakarta

- Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu berupa balok / papan				3		0,024	1
2	Besi tulangan			1	2		0,022	2
3	Kayu lapis			2	1		0,02	3
4	Bata/batako/bahan dinding lainnya			3			0,018	4
5	Puing untuk timbunan		1	2			0,016	5
6	Tegel ataupun bahan berupa keramik, granita, marmer, dll		3				0,012	6
7	Bahan penutup atap seperti genteng, seng, asbes, dll	1	2				0,01	7,5
8	Panel-panel partisi	1	2				0,01	7,5
9	Alat-alat plumbing seperti wastafel, wc, keran air, dll	2	1				0,008	9,5
10	Kusen, panel pintu/jendela	2	1				0,008	9,5
11	Instalasi listrik seperti kabel, sakelar, dll	2	1				0,008	9,5

Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

- Metode Pembuangan Limbah

Membayar Truk Untuk Mengangkut

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll					3	0,03	1
2	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan				1	2	0,028	2
3	Kayu				2	1	0,026	3
4	Kelebihan Agregat			2	1		0,02	4
5	Bata, tegel, genteng, dll		1	1	1		0,018	5
6	Besi tulangan/baja		1	2			0,016	6,5
7	Sisa tanah galian		1	2			0,016	6,5

Menjual Limbah

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Besi tulangan/baja					3	0,03	1
2	Kayu				2	1	0,026	2
3	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan		1	1	1		0,018	3,5
4	Sisa tanah galian			3			0,018	3,5
5	Kelebihan Agregat			3			0,018	3,5
6	Bata, tegel, genteng, dll	1		2			0,014	6
7	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer, dll	2	1				0,008	7

/

(lanjutan) Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Memberi dengan Cuma-Cuma

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan			2	1		0,02	1
2	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer,dll		1	1	1		0,018	2
3	Kayu		1	2			0,016	3,5
4	Sisa tanah galian		1	2			0,016	3,5
5	Bata,tegel,genteng,dll		2	1			0,014	5,5
6	Kelebihan Agregat		2	1			0,014	5,5
7	Besi tulangan/baja	1	2				0,01	7

Digunakan Kembali dalam Proyek

No	Jenis Limbah	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu					3	0,03	1
2	Besi tulangan/baja			2		1	0,022	2
3	Sisa tanah galian		1	2			0,016	3
4	Bata,tegel,genteng,dll		2	1			0,014	4
5	Kelebihan Agregat		3				0,012	5
6	Puing-puing akibat perbaikan/bongkaran, sisa adukan	1	2				0,01	6
7	Logam bukan besi termasuk kaleng, kontainer,dll	3					0,006	7

(lanjutan) Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany
Kemang Village

• Terjadinya Timbulan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kesalahan pada pekerja atau buruh				1	2	0,028	1,5
2	Limbah dari proses pengaplikasian				1	2	0,028	1,5
3	Kemasan				1	2	0,028	1,5
4	Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu				2	1	0,026	4
5	Perubahan desain				3		0,024	5,5
6	Karena pemotongan dengan bentuk yang tidak ekonomis				3		0,024	5,5
7	Material yang <i>overmixing</i>				3		0,024	5,5
8	Malfunction dari peralatan			2	1		0,02	8
9	Kesalahan supplier		1	1	1		0,018	9
10	Kesalahan order, terlalu banyak order, terlalu sedikit order, dll		1	2			0,016	10,5
11	Kerusakan pada saat transportasi		1	2			0,016	10,5
12	Penyimpanan yang tidak tepat sehingga menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas		1	2			0,016	10,5
13	Cuaca buruk		1	2			0,016	10,5
14	Kerusakan akibat kegiatan berikutnya		1	2			0,016	10,5
15	Kurangnya pengontrolan material <i>on site</i> dan perencanaan manajemen limbah		1	2			0,016	10,5
16	Kesalahan pada dokumen kontrak		2	1			0,014	16,5
17	Dokumen kontrak yang tidak selesai pada saat permulaan konstruksi		2	1			0,014	16,5
18	Kecelakaan		2	1			0,014	16,5
19	Penggunaan dari material yang salah sehingga membutuhkan pengganti		3				0,012	19
20	Limbah kriminal atau vandalisme yang menyebabkan kerusakan	3					0,006	20

(lanjutan) Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

- Faktor Pengelolaan Limbah

Faktor Pendorong Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Menjaga kebersihan/kelestarian lingkungan sekitar proyek					3	0,03	1,5
2	Mengurangi pemborosan biaya material					3	0,03	1,5
3	Menjaga kebersihan tempat kerja					3	0,03	1,5
4	Persyaratan pemilik				1	2	0,028	4,5
5	Mengurangi biaya pembuangan sampah				1	2	0,028	4,5
6	Kesadaran untuk mengurangi volume sampah yang harus dibuang				1	2	0,028	4,5
7	Menyelamatkan material yang masih bisa digunakan				2	1	0,026	7,5
8	Keuntungan materi dari harga jual limbah yang masih dapat dijual				2	1	0,026	7,5
9	Meminimalkan gangguan pada tetangga (bangunan lain yang berada di sekitar proyek)		1			2	0,024	9
10	Peraturan pemerintah/pengembang		1	2			0,016	10

(lanjutan) Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Faktor yang Memudahkan Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Keberadaan tukang angkut puing di Jakarta			1	2		0,022	1,5
2	Ketersediaan tenaga kerja dalam jumlah banyak			1	2		0,022	1,5
3	Keberadaan pembeli material bekas / puing / limbah			3			0,018	3,5
4	Keberadaan pemulung			3			0,018	3,5
5	Kondisi proyek yang memungkinkan penggunaan kembali material bekas		1	2			0,016	5
6	Keberadaan pengguna yang mengangkut limbah dengan cuma-cuma		2	1			0,014	6

Faktor Penghambat Pengelolaan Limbah

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran pekerja				2	1	0,026	1
2	Keterbatasan lokasi untuk tempat penyimpanan / pemrosesan			1	2		0,022	2
3	Keterbatasan waktu			2	1		0,02	3,5
4	Keterbatasan dana			2	1		0,02	3,5
5	Kurangnya pengetahuan dan kesadaran manajemen		1	2			0,016	5,5
6	Ketidajelasan peraturan / aspek hukum		1	2			0,016	5,5
7	Kurangnya insentif untuk melakukan pengelolaan yang baik		1	2			0,016	5,5

(lanjutan) Lampiran24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

- Faktor Penggunaan Kembali Limbah

Faktor Penentu Limbah Dijual/Diberikan Cuma-Cuma

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kualitas material bekas/limbah				1	2	0,028	1
2	Kuantitas material bekas/limbah				3		0,024	2
3	Besarnya selisih harga material			2	1		0,02	3,5
4	Adanya pihak yang membutuhkan pada tempat dan waktu yang sama			2	1		0,02	3,5
5	Besarnya ongkos/biaya untuk membuang sampah		1	1	1		0,018	5
6	Jarak dari lokasi yang mempengaruhi biaya angkut		2	1			0,014	6
7	Peraturan pemerintah		3				0,012	7

Faktor Penghambat Penggunaan Material Bekas Pada Proyek Konstruksi

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Peraturan bangunan / <i>building code</i>				1	2	0,028	1,5
2	Persyaratan dari pemilik				1	2	0,028	1,5
3	Kemudahan untuk dikerjakan (<i>workability</i>) yang rendah				3		0,024	3,5
4	Suplai material bekas tidak dapat diandalkan			1	1	1	0,024	3,5
5	Kualitas material bekas yang rendah				3		0,024	3,5
6	Penghematan biaya yang dihasilkan sedikit		1	1	1		0,018	6
7	Kurangnya insentif secara langsung bagi kontraktor/anda		1	2			0,016	7

(lanjutan) Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

Tujuan/Alasan Penggunaan Material Bekas

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Mengurangi biaya pembangunan karena lebih murah				1	2	0,028	1,5
2	Mengurangi biaya pembuangan limbah				1	2	0,028	1,5
3	Pelestarian lingkungan hidup				1	2	0,028	1,5
4	Mendapatkan material yang lebih baik tanpa biaya tambahan		1		2		0,02	4
5	Persediaan bahan bangunan baru sedang kosong	1		1	1		0,016	5
6	Mendapatkan material spesifik yang langka		2	1			0,014	6

(lanjutan) Lampiran 24 Rekap Kuesioner Proyek Pembangunan Tower Tiffany Kemang Village

- Peluang Penggunaan Material Bekas Sesuai Jenisnya

No	Uraian	1	2	3	4	5	Index	Rank
1	Kayu berupa balok / papan					3	0,03	1
2	Kayu lapis			1	2		0,022	2
3	Besi tulangan			3			0,018	3,5
4	Puing untuk timbunan			3			0,018	3,5
5	Tegel ataupun bahan berupa keramik, granita, marmer, dll		3				0,012	5,5
6	Bahan penutup atap seperti genteng,seng,asbes,dll		3				0,012	5,5
7	Alat-alat plumbing seperti wastafel,wc,keran air,dll		3				0,012	5,5
8	Bata/batako/bahan dinding lainnya	1	2				0,01	8,5
9	Panel-panel partisi	1	2				0,01	8,5
10	Kusen, panel pintu/jendela	2	1				0,008	10
11	Instalasi listrik seperti kabel, sakelar,dll	3					0,006	11