

**ANALISIS SISA MATERIAL KONSTRUKSI PADA PERUMAHAN GRAHA
BANDARA MALANG TIPE 30 DAN 36**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :
WAHYU NARISWARI
NIM. 0510613072-61

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
MALANG
2010**

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
GAMBAR 2.1	Diagram Pareto	17
GAMBAR 2.2	Garis Regresi di Dalam Sebuah Grafik	27
GAMBAR 3.1	Diagram Pareto untuk Pelaksanaan	45
GAMBAR 3.2	Diagram Alir Penelitian	53
GAMBAR 4.1	Diagram Pareto Jenis Material Berdasarkan Besarnya Harga Material Proyek Untuk Rumah Tipe 30	54
GAMBAR 4.2	Diagram Pareto Jenis Material Berdasarkan Besarnya Harga Material Proyek Untuk Rumah Tipe 36	55
GAMBAR 4.3	Diagram Pareto Berdasarkan Persentase Untuk Rumah Tipe 30	56
GAMBAR 4.4	Diagram Pareto Berdasarkan Persentase Untuk Rumah Tipe 36	57
GAMBAR 4.5	Persentase Biaya Masing-masing Material Pada Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 30	61
GAMBAR 4.6	Persentase Biaya Masing-masing Material Pada Prorek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 36	62
GAMBAR 4.7	Diagram Pareto Jenis Material Berdasarkan Besarnya Persentase Kuantitas Sisa Material Untuk Rumah Tipe30	63
GAMBAR 4.8	Diagram Pareto Jenis Material Berdasarkan Besarnya Persentase Kuantitas Sisa Material Untuk Rumah Tipe36	64
GAMBAR 4.9	Persentase Kuantitas Sisa Material Pada Proyek Pembangunan Perum. Graha Bandara tipe 30	67
GAMBAR 4.10	Persentase Kuantitas Sisa Material Pada Proyek Pembangunan Perum. Graha Bandara tipe 36	68

GAMBAR 4.11	Persentase <i>Direct</i> dan <i>Indirect Waste</i> Jenis Material yang Diteliti Terhadap Volume Material (Desain) pada Rumah Tipe 30	86
GAMBAR 4.12	Persentase <i>Direct</i> dan <i>Indirect Waste</i> Jenis Material yang Diteliti Terhadap Volume Material (Desain) pada Rumah Tipe 36	87
GAMBAR 4.13	Persentase <i>Direct Waste (1)</i> Terhadap <i>indirect waste (2)</i> Berdasarkan Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe30	89
GAMBAR 4.14	Persentase <i>Direct Waste (1)</i> Terhadap <i>indirect waste (2)</i> Berdasarkan Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe36	90
GAMBAR 4.15	Persentase Biaya Sisa Material Terhadap Total Biaya Sisa Material Pada Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30	101
GAMBAR 4.16	Persentase Biaya Sisa Material Terhadap Total Biaya Sisa Material Pada Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36	101

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian Sisa Material pada Konstruksi	5
2.2 Klasifikasi Sisa Material Konstruksi	5
2.3 Faktor-Faktor dan Sumber Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi	8
2.4 Penelitian Sisa Material yang Sudah Dilakukan	13
2.5 Penentuan Jenis Material dengan Diagram Pareto	15
2.6 Identifikasi Sisa Material	18
2.7 Pemilihan Subyek Penelitian	18
2.8 Menentukan Sumber dan Penyebab Sisa Material Konstruksi	25
2.8.1 Analisis Regresi	25
2.8.2 Analisis faktor	30
2.8.3 Uji Mann-Whitney	32
2.9 Manajemen Material	33

2.9.1 Pengadaan Material	33
2.9.2 Penanganan Material	33
2.9.3 Penyimpanan Material	34
2.9.4 Pemakaian Material	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 36

3.1 Obyek Studi	36
3.2 Metode Pengumpulan Data	36
3.3 Metode Analisis Data	40
3.4 Metode Pengambilan Data Material Sisa Konstruksi dan Hubungannya Terhadap Biaya Proyek	41
3.5 Penentuan Jenis Material Dengan Diagram Pareto	42
3.6 Langkah – Langkah Penelitian	46

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN 54

4.1 Jenis Material Berdasarkan Harga Material Menggunakan Diagram Pareto	54
4.2 Jenis Material Berdasarkan Kuantitas Sisa Material Menggunakan Diagram Pareto	63
4.3 Sumber & Penyebab Sisa Material	71
4.3.1 Analisis yang Dilakukan	71
4.3.2 Hasil Analisis	83
4.4 Kategori Sisa Material	84
4.5 Usaha Mengurangi Sisa Material Konstruksi di Lapangan	91
4.5.1 Manajemen Material	91
4.5.2 Pemanfaatan Sisa Material di Lapangan	95
4.5.3 Solusi yang Dilakukan Terhadap Sisa Material Akibat Perubahan Disain Dari Pembeli	96
4.6 Analisis Pengaruh Sisa Material Terhadap Biaya Proyek	97

BAB V Kesimpulan dan Saran	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	109



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sumber dan Penyebab Terjadinya Material Konstruksi	9
Tabel 2.2	Faktor-faktor Penyebab dan Cara Meminimalisasi Sisa material	12
Tabel 2.3	Sisa material pada Konstruksi	13
Tabel 2.4	Daftar Semua Item Berdasarkan Tipe Cacatnya	16
Tabel 2.5	Daftar Semua Item untuk Membuat Diagram Pareto	16
Tabel 2.6	Hasil Pengujian Communalities	31
Tabel 3.1	Kuantitas Sisa material Hasil Pengamatan Lapangan	37
Tabel 3.2	Biaya Sisa material Hasil Pengamatan Lapangan	41
Tabel 3.3	Persentase Kategori Sisa material	42
Tabel 3.4	Jenis Material Berdasarkan Nilai Biaya Material Tipe A	43
Tabel 3.5	Jenis Material Berdasarkan Nilai Biaya Material Tipe B	43
Tabel 3.6	Daftar Semua Item untuk Membuat Diagram Pareto Rumah Tipe A	44
Tabel 3.7	Daftar Semua Item untuk Membuat Diagram Pareto Rumah Tipe B	44
Tabel 3.8	Hasil Pengujian <i>Communalities</i>	51
Tabel 4.1	Jenis & Nilai Material Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 30	58
Tabel 4.2	Jenis & Nilai Material Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 36	59
Tabel 4.3	Persentase Kuantitas Sisa Material Dari Pengamatan Lapangan dan Data Kontraktor Untuk Rumah Tipe 30	65
Tabel 4.4	Persentase Kuantitas Sisa Material Dari Pengamatan Lapangan Dan Data Kontraktor Untuk Rumah Tipe 36	66
Tabel 4.5	Persentase Sisa Material Rumah Tipe 30 Yang Diteliti	70
Tabel 4.6	Persentase Sisa Material Rumah Tipe 36 Yang Diteliti	70

Tabel 4.7	Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 30 Secara Simultan	72
Tabel 4.8	Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 30 Secara Parsial	73
Tabel 4.9	Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 36 Secara Simultan	75
Tabel 4.10	Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 36 Secara Parsial	75
Tabel 4.11	Hasil Pengujian <i>Communalities</i> pada sisa batu-bata rumah tipe 30	99
Tabel 4.12	Hasil Pengujian <i>Communalities</i> pada sisa batu-bata rumah tipe 36	79
Tabel 4.13	Hasil Pengujian <i>Communalities</i> pada faktor penyebab sisa batu-bata rumah tipe 30	81
Tabel 4.14	Hasil Pengujian <i>Communalities</i> pada faktor penyebab sisa batu-bata rumah tipe 36	81
Tabel 4.15	Hasil Uji Mann-Whitney pada Sisa Material Batu bata 1	82
Tabel 4.16	Hasil Uji Mann-Whitney pada Sisa Material Batu bata 2	82
Tabel 4.17	Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (<i>Direct Waste</i>) Untuk Rumah Tipe 30	84
Tabel 4.18	Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (<i>Direct Waste</i>) Untuk Rumah Tipe 36	85
Tabel 4.19	Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (<i>Indirect Waste</i>) Untuk Rumah Tipe 30	85
Tabel 4.20	Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (<i>Indirect Waste</i>) Untuk Rumah Tipe 36	85
Tabel 4.21	Persentase <i>Direct Waste</i> dan <i>Indirect Waste</i> Terhadap Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe 30	88
Tabel 4.22	Persentase <i>Direct Waste</i> dan <i>Indirect Waste</i> Terhadap Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe 36	88
Tabel 4.23	Frekuensi Usaha Mengurangi Material Sisa Konstruksi Berdasarkan Survey Kuesioner Tahap II	92
Tabel 4.24	Analisis Pengaruh Sisa (<i>Direct Waste</i>) Material	

	Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30	98
Tabel 4.25	Analisis Pengaruh Sisa (<i>Direct Waste</i>) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36	98
Tabel 4.26	Analisis Pengaruh Sisa (<i>Indirect Waste</i>) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30	99
Tabel 4.27	Analisis Pengaruh Sisa (<i>Indirect Waste</i>) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36	99
Tabel 4.28	Analisis Pengaruh Sisa Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30	100
Tabel 4.29	Analisis Pengaruh Sisa Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36	100

ABSTRAK

Wahyu Nariswari, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2010, *Analisis Sisa Material Konstruksi Pada Perumahan Graha Bandara Malang Tipe 30 dan 36*, Dosen Pembimbing : Saifoe El Unas ST, MT. dan Yatnanta Padma Devia, ST, MT.

Sisa material merupakan suatu masalah yang serius pada konstruksi bangunan. Usaha minimalisasi sisa material konstruksi akan membantu kontraktor untuk meningkatkan keuntungan dan mengurangi dampak buruk bagi lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuantitas sisa material, sumber dan faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material, mengategorikan sisa material berdasarkan *direct waste* dan *indirect waste*, menghitung pengaruh sisa material yang terjadi terhadap biaya proyek, serta usaha untuk mengurangi sisa material yang terjadi pada proyek pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30 dan Tipe 36.

Data penelitian diperoleh melalui survey kuesioner yang dilakukan secara 2 tahap dengan responden adalah staff kontraktor antara lain manager lapangan, pengawas lapangan, pelaksana lapangan, dan mandor. Survey kuesioner tahap I meliputi sumber dan faktor-faktor penyebab yang menimbulkan sisa material konstruksi di lapangan. Survey kuesioner tahap II meliputi usaha-usaha yang sering dilakukan untuk mengurangi sisa material yang terjadi di lapangan. Selanjutnya dilakukan wawancara terhadap manajer lapangan dan pelaksana lapangan, dan pengambilan data berupa data material yang diberikan oleh manajer lapangan dan pelaksana lapangan. Hasil kuesioner diolah menggunakan bantuan program statistic *SPSS 15*. Untuk menentukan besarnya sisa material berdasarkan *direct waste* dapat dihitung dengan cara hasil pengurangan dari material siap pakai dikurangi material terpasang dikurangi sisa stock material tersebut, dan untuk menghitung besarnya *indirect waste* dihitung berdasarkan volume material terpasang dikurangi volume desain. Kuantitas sisa material adalah jumlah dari volume *direct waste* dan volume *indirect waste*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) sumber dan penyebab sisa material konstruksi meliputi tahap desain; pengadaan material; penanganan material; pelaksanaan; residual; dan lain-lain, (2) volume sisa material di lapangan terbesar untuk rumah tipe 30 adalah material batu bata sebesar (13,208%), sedangkan untuk rumah tipe 36 adalah batu bata sebesar (13,482%), (3) penyebab paling dominan sisa material terhadap total sisa material baik untuk rumah tipe 30 maupun tipe 36 adalah batu bata, dengan faktor penyebab paling dominan adalah faktor desain yaitu perubahan desain oleh pembeli, (4) kuantitas *direct waste* memiliki persentase lebih besar daripada *indirect waste*. Kuantitas *direct Waste* untuk rumah tipe 30 sebesar 5,241% dan *indirect Waste* sebesar 0,78%, sedangkan untuk rumah tipe 36 kuantitas *direct Waste* sebesar 5,6% dan *indirect waste* sebesar 1,047% dari total 7 jenis material yang diteliti, sehingga memiliki dampak terhadap lingkungan, (5) usaha untuk mengurangi sisa material di lapangan dengan manajemen material yang baik dan terencana, meliputi: pengadaan material, penyimpanan material, penanganan material, dan pemakaian material, (6) Besarnya total biaya sisa material adalah 6,279% terhadap total biaya proyek sebesar Rp. 356.361.600,- untuk rumah tipe 30 dan sebesar 6,64% terhadap total biaya proyek sebesar Rp. 930.944.700,- untuk rumah tipe 36.

Kata Kunci : *Direct Waste*, *Indirect waste*, Perumahan, Sisa material Konstruksi.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dalam membangun suatu proyek, salah satu parameter yang menentukan keberhasilan suatu proyek adalah penggunaan biaya yang efisien. Disamping biaya, terdapat parameter lain yang menentukan keberhasilan suatu proyek, yaitu: mutu dan waktu. Material dalam suatu proyek sangat memegang peranan penting dalam menentukan biaya proyek, karena material mempunyai kontribusi sebesar 40 – 60 % dari biaya proyek (Ritz, 1994). Dalam pelaksanaan proyek, penggunaan material oleh pekerja - pekerja di lapangan dapat menghasilkan sisa material yang sangat tinggi. Beberapa penelitian di Brazil menunjukkan bahwa *waste material* atau biasa disebut sisa material mencapai 20-30% berat dari total material di lokasi proyek. Sehingga semakin besar *waste material* yang dihasilkan, maka biayanya juga semakin besar dan tidak akan dicapai suatu penggunaan biaya yang efisien. (Pinto & Agopayan 1994; Hamassaki & Neto1994; Formoso et.al. 1993).

Sisa material sangat sulit untuk dihilangkan, hal ini disebabkan karena sebagian besar kontraktor menganggap besarnya sisa material sebagai konsekuensi dari proses pelaksanaan konstruksi. Padahal dengan mengetahui sumber/penyebab terjadinya sisa material, dapat dilakukan upaya untuk mereduksi sisa material yang terjadi, sehingga biaya pelaksanaan dapat ditekan. Selain anggapan klasik bahwa sisa material merupakan suatu konsekuensi yang harus ditanggung dalam pelaksanaan suatu proyek, terdapat beberapa sebab lain, yaitu: akibat kekeliruan manusia (*human error*), kesulitan untuk mengetahui keberadaan, sumber, serta dampak yang ditimbulkannya.(Rahim, Irwan Ridwan, 2006)

Meminimalisasi sisa material sangat membantu kontraktor untuk meningkatkan keuntungan semaksimal mungkin. Dalam mereduksi sisa material, dilakukan penilaian terhadap sisa material yang terjadi, dimana ada tiga unsur pokok yang harus diperhatikan, yaitu: material-material yang berpotensi menjadi sisa material, sumber yang menyebabkan terjadinya sisa material, dan pekerjaan-pekerjaan pada proyek yang menyebabkan sisa material. (Rahim, Irwan Ridwan, 2006)

Berdasarkan penelitian, di negara- negara maju seperti di wilayah Amerika dan Eropa bahwa terlihat kecenderungan terjadinya sisa material yang cukup besar pada pelaksanaan proyek (Bossink & Brouwers, 1996). Negara-negara di Amerika dan Eropa

merupakan negara maju yang memiliki teknologi yang canggih dan maju, namun negara-negara tersebut masih mempunyai kecenderungan terjadinya sisa material yang cukup besar. Sedangkan Industri konstruksi Indonesia, masih bergelut dengan permasalahan ketidakefisienan dalam pelaksanaan proses konstruksinya. Masih terlalu banyak pemborosan (waste) berupa kegiatan yang menggunakan sumber daya tetapi tidak menghasilkan nilai yang diharapkan (value). Berdasarkan pada data yang disampaikan oleh Lean Construction Institute, pemborosan pada industri konstruksi sekitar 57% sedangkan kegiatan yang memberikan nilai tambah hanya sebesar 10%.(Rahim, Irwan Ridwan, 2006)

Penelitian yang dilakukan Alwi. dkk, (2002) untuk mengidentifikasi permasalahan ketidakefisienan di Indonesia menyimpulkan bahwa terdapat ketidakefisienan pada kontraktor di Indonesia berupa keterlambatan jadwal, perbaikan pada pekerjaan finishing, kerusakan material di lokasi, menunggu perbaikan peralatan dan alat yang belum datang. Beberapa ketidakefisienan tersebut disebabkan antara lain oleh terlalu banyaknya perubahan rancangan, rendahnya keahlian pekerja, keterlambatan dalam pengambilan keputusan, koordinasi yang tidak baik antar pihak yang terlibat, lemahnya perencanaan dan pengendalian, keterlambatan delivery material, dan metoda kerja yang tidak sesuai.

Usaha penanggulangan maupun pengurangan sisa material konstruksi dapat dilakukan dengan berbagai macam metode. Beberapa negara maju melakukan penanggulangan dengan metode daur ulang (*recycling*), pembakaran (*incineration*), dan penggunaan kembali (*reuse*). Metode daur ulang di Indonesia masih sulit untuk diterapkan, karena pada umumnya tempat sampah di Indonesia belum dipilah-pilah menurut jenis sampah, sehingga semua sampah dijadikan satu dalam satu tempat penampungan, selain itu kemajuan teknologi belum dapat menyamai teknologi di negara maju, karena membutuhkan biaya yang tinggi, dan hasil daur ulang belum diteliti untuk dapat dimanfaatkan. Metode pembakaran akan berdampak buruk bagi pencemaran udara dan lingkungan. Pada metode penggunaan kembali (*reuse*) sisa material, biasanya terbatas pada material yang tidak menjadi bagian dari struktur bangunan (*non consumable material*), misalnya bekisting dan perancah (*scaffolding*).(<http://puslit.petra.ac.id/journals/civil/>)

Cara penanggulangan sisa material yang paling mungkin dilakukan di Indonesia adalah melalui manajemen material untuk meminimalisasi sisa material yang terjadi.

Hal ini dilakukan dengan pertimbangan biaya, teknologi yang cukup sederhana, dan juga sekaligus wawasan ramah lingkungan. (<http://puslit.petra.ac.id/journals/civil/>)

Selama ini, upaya penilaian terhadap sisa material pada proyek perumahan jarang dilakukan di Indonesia (Rahim, Irwan Ridwan, 2006). Padahal semakin hari semakin menjamur berbagai proyek perumahan, dan konsumsi masyarakat yang semakin meningkat terhadap perumahan, hal tersebut bisa kita lihat saat ini seberapa banyak perumahan yang dibangun dan sudah laku terjual. Seperti di Malang Jawa Timur, sudah banyak muncul perumahan-perumahan yang bahkan menjamur di seluruh wilayah Malang. Untuk itu dalam tugas akhir ini diambil studi kasus sisa material pada pembangunan perumahan Graha Bandara tipe 30 dan tipe 36, di Malang, Jawa Timur, dengan pertimbangan proyek tersebut sedang berjalan, sehingga sisa material konstruksi bisa langsung diteliti.

1.2. PERMASALAHAN

Permasalahan yang dapat dirumuskan untuk diteliti dan dianalisis tentang sisa material / sisa material konstruksi tersebut di atas adalah :

1. Apa saja sumber dan faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material konstruksi pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence?
2. Sisa material apakah yang paling besar terhadap kuantitas sisa material pada rumah tipe 30 dan rumah tipe 36 ?
3. Material apakah yang paling banyak menyebabkan sisa material konstruksi serta penyebabnya yang paling dominan? Serta solusi yang berkaitan dengan hal tersebut?
4. Apa saja kategori sisa material konstruksi yang terjadi berdasarkan tipenya?
5. Bagaimanakah cara mengurangi sisa material konstruksi yang terjadi?
6. Bagaimana pengaruh sisa material yang terjadi terhadap biaya yang ditimbulkan?

1.3 RUANG LINGKUP DAN BATASAN

Batasan – batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi yang ditinjau yaitu perumahan Graha Bandara di Malang. Tipe-tipe perumahan yang diteliti yaitu tipe 30 dan tipe 36 untuk membandingkan volume sisa material pada masing-masing tipe

2. Material yang diteliti adalah material yang menjadi bagian dari bangunan perumahan Graha Bandara, penentuan material yang akan diteliti tersebut dibuat berdasarkan analisa *pareto*.
3. Kriteria penilaian dari sisa material yaitu material-material yang berpotensi menjadi sisa material, dan pekerjaan-pekerjaan pada proyek yang menyebabkan sisa material
4. Nilai sisa material diperoleh dari analisa data kuesioner dengan bantuan program computer *SPSS 15*
5. Responden kuesioner adalah staff kontraktor antara lain manajer lapangan, pengawas lapangan, mandor, dan pelaksana lapangan.
6. Tidak mengubah desain rumah yang sudah ada.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sumber dan faktor penyebab timbulnya sisa material konstruksi
2. Mengetahui kuantitas sisa material terbesar yang terjadi pada tipe rumah yang diteliti yaitu tipe 30 dan 36
3. Mengetahui material yang paling banyak menyebabkan sisa material dan penyebab dominannya, serta solusinya.
4. Mengkategorikan sisa material konstruksi yang terjadi berdasarkan tipenya
5. Mengetahui bagaimana cara mengurangi sisa material konstruksi
6. Mengetahui pengaruh sisa material konstruksi terhadap biaya proyek

1.5 MANFAAT PENELITIAN

1. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan masukan untuk kontraktor maupun konsultan untuk melakukan evaluasi dalam upaya untuk meminimalisasi sisa material
2. Hasil penelitian ini nantinya juga diharapkan mampu menekan biaya pelaksanaan proyek sehingga mampu memberikan keuntungan yang maksimal
3. Penggunaan material konstruksi menjadi lebih efisien
4. Memperluas wawasan peneliti dalam manajemen sisa material

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. PENGERTIAN SISA MATERIAL PADA KONSTRUKSI

Material sebagai salah satu komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya proyek, mempunyai kontribusi sebesar 40-60% dari biaya proyek (Ritz, 1994). Sehingga secara tidak langsung memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan proyek khususnya dalam komponen biaya. Pada proses konstruksi, penggunaan material oleh pekerja-pekerja di lapangan dapat menimbulkan sisa material yang cukup tinggi. Beberapa penelitian di Brazil menunjukkan sisa material dapat mencapai 20-30% berat dari total material di lokasi.

Sisa material menurut *J.R. Illingworth* sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang diisyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa/ tercecer/ rusak sehingga tidak dapat dipergunakan lagi sesuai fungsinya.

2.2. KLASIFIKASI SISA MATERIAL KONSTRUKSI

Penggunaan material dalam proses konstruksi digolongkan dalam dua bagian besar, yaitu: (Gavilan, R. M. ; dan Bernold, L. E. , 1994):

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

Alur penggunaan *Consumable Material* adalah penggunaan material konstruksi mulai sejak pengiriman ke lokasi, proses konstruksi, sampai pada posisinya yang terakhir akan berakhir pada salah satu dari keempat posisi dibawah ini (Gavilan,1994) , yaitu :

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

Keberadaan sisa material tersebut, akan terus bertambah seiring dengan proses berkembangnya pembangunan proyek konstruksi tersebut. Menurut *Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan Vigil, S.A., (1993)* , bahwa jenis sisa material dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu:

1. *Demolition waste*, yaitu sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran proses renovasi atau penghancuran bangunan lama.
2. *Construction waste*, yaitu sisa material konstruksi yang berasal dari proses pembangunan atau renovasi bangunan. Sisa material tersebut tidak dapat dipakai lagi sesuai dengan fungsi semula. Sisa material ini bisa terdiri dari beton, batu bata, plesteran, kayu, pipa, dan lain-lain.

Construction waste menurut *Skoyles.E.F.(1976)* dapat digolongkan kedalam dua kategori berdasarkan tipenya, yaitu :

1. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek karena rusak, hilang dan tidak dapat digunakan lagi, yang terdiri dari :
 - a) *Transport and delivery waste*
Yaitu semua sisa material yang terjadi pada saat melakukan transport material di dalam lokasi pekerjaan, termasuk pembongkaran dan penempatan pada tempat penyimpanan seperti membuang/ melempar semen, keramik, pada saat dipindahkan.
 - b) *Site storage waste*
Yaitu sisa material yang terjadi karena penumpukan/ penyimpanan material pada tempat yang tidak aman terutama untuk material pasir dan batu pecah, atau pada tempat dengan kondisi yang lembab terutama untuk material semen.
 - c) *Conversion waste*
Yaitu sisa material yang terjadi karena pemotongan bahan dengan bentuk yang tidak ekonomis seperti material besi beton, keramik dan sebagainya.
 - d) *Fixing waste*
Yaitu material yang tercecer, rusak, atau terbuang, selama pemakaian di lapangan, seperti pasir, agregat,semen, dan sebagainya.
 - e) *Cutting waste*
Yaitu sisa material yang dihasilkan karena pemotongan bahan seperti tiang pancang, besi beton, batu bata, keramik, dan sebagainya.

f) *Application and Residu waste*

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

g) *Criminal waste*

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

h) *Wrong use waste*

Yaitu pemakaian tipe atau kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi dalam kontrak, maka pihak direksi akan memerintah kontraktor untuk menggantikan material tersebut yang sesuai dengan kontrak, sehingga menyebabkan sisa material di lapangan.

i) *Management waste*

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

2. *Indirect waste* adalah sisa material yang terjadi dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*moneter loss*), terjadi kelebihan pemakaian volume dari volume yang telah direncanakan, sehingga tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan dan mempengaruhi biaya secara tersembunyi (*hidden cost*), misalnya ketebalan plesteran melebihi ketebalan/volume yang direncanakan yang disebabkan oleh terjadinya deviasi dimensi elemen struktur pada saat pengecoran. Untuk lebih jelasnya, *Indirect waste* ini dapat dibagi dalam tiga jenis, yaitu:

a) *Substitution waste*

Yaitu sisa material yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula, sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan biaya yang dapat disebabkan karena tiga hal, yaitu:

- ✘ terlalu banyak material yang dibeli
- ✘ material yang rusak
- ✘ makin bertambahnya kebutuhan material tertentu

b) *Production waste*

Yaitu sisa material yang disebabkan karena pemakaian material yang berlebihan dan kontraktor tidak berhak mengklaim atas kelebihan volume tersebut karena dasar pembayaran berdasarkan volume kontrak, contohnya pada saat pemasangan dinding bata tidak rata, sehingga menyebabkan pemakaian mortar menjadi berlebihan karena plesteran menjadi tebal.

c) *Negligence waste*

Yaitu sisa material yang terjadi karena kesalahan di lokasi (*site error*), sehingga kontraktor menggunakan material lebih dari yang direncanakan/ditentukan. Misalnya, pada saat penggalian pondasi yang terlalu lebar/dalam akibat kesalahan pekerja (*human error*), sehingga mengakibatkan kelebihan pemakaian volume beton pada waktu pengecoran pondasi tersebut.

2.3. FAKTOR-FAKTOR DAN SUMBER PENYEBAB TERJADINYA SISA MATERIAL KONSTRUKSI

Sisa material yang terjadi di lapangan dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa penyebab. Sumber-sumber yang dapat menyebabkan terjadinya sisa material konstruksi dapat dibedakan dalam 6 kategori, (*Gavilan, R.M., and Bernold, L.E., 1994*), yaitu:

1. Disain (*Design waste*)
2. Pengadaan material (*Procurement waste*)
3. Penanganan material
4. Pelaksanaan
5. Residual
6. Dan lain-lain

Bossink and Browsers (1996) di Belanda dalam penelitiannya telah menyimpulkan faktor-faktor dan sumber terjadinya sisa material berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh Gavilan and Bernold (1994) yang tercantum pada Tabel 2.1., berikut :

Tabel 2.1. Sumber dan Penyebab Terjadinya Sisa material Konstruksi

<i>No</i>	<i>Sumber</i>	<i>Penyebab</i>
1	Desain	<p>Kesalahan dalam dokumen kontrak</p> <p>Ketidak lengkapan dokumen kontrak</p> <p>Perubahan desain</p> <p>Memilih spesifikasi produk</p> <p>Memilih produk yang berkualitas rendah</p> <p>Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan</p> <p>Desainer tidak mengenal dengan baik jenis-jenis produk yang lain</p> <p>Pendetailan gambar yang rumit</p> <p>Informasi gambar yang kurang</p> <p>Kurang berkoordinasi dengan kontraktor dan kurang berpengalaman mengenai konstruksi</p>
2	Pengadaan	<p>Kesalahan pemesanan (kelebihan, kekurangan,dsb)</p> <p>Pesananan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil</p> <p>Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi</p> <p>Pemasok mengirim barang tidak sesuai spesifikasi</p> <p>Kemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan</p>
3	Pelaksanaan	<p>Material yang tidak dikemas dengan baik</p> <p>Material yang dikirim dalam keadaan tidak padat atau kurang</p> <p>Membuang atau / melempar material</p> <p>Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang</p> <p>Penyimpanan material yang tidak benar menyebabkan kerusakan</p> <p>Kerusakan material akibat transportasi ke/ di lokasi proyek</p>

4	Pelaksanaan	<p>Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja</p> <p>Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik</p> <p>Cuaca yang buruk</p> <p>Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti</p> <p>Metode untuk menempatkan pondasi</p> <p>Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna</p> <p>Informasi tipe dan ukuran material yang digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor</p> <p>Kecerobohan dalam mencampur, mengolah, dan kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti</p> <p>Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume</p>
5	Residual	<p>Sisa pemotongan material tidak bisa digunakan lagi</p> <p>Kesalahan pada saat memotong material</p> <p>Kesalahan pesanan barang karena tidak menguasai spesifikasi</p> <p>Kemasan</p> <p>Sisa material karena proses pemakaian</p>
6	Lain-lain	<p>Kehilangan akibat pencurian</p> <p>Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material</p>

Sumber : Bossink, 1996

Perilaku manusia dapat mempengaruhi secara signifikan sisa material yang terjadi di lapangan. Penelitian ini dilakukan oleh Teo dan Loosemore (2001) berdasarkan “*theory of planned behavior*” oleh Ajzen. Tujuan penelitian ini untuk memberi rekomendasi dan membantu para manager di lapangan untuk mengetahui sikap dan perilaku para pekerja yang dapat mempengaruhi terjadinya sisa material yang terjadi di lapangan. Hasil penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sikap

- Kurangnya insentif
- Keragu-raguan mengurangi sisa material

- Kurangnya pengetahuan atas:
 - ▶ Nilai sisa
 - ▶ Konsekuensi sisa material
 - ▶ Cara untuk mengurangi sisa material
 - ▶ Tanggung jawab terhadap sisa material
- Percaya bahwa sisa material tak dapat dihindari

2. Norma – Norma Subyektif

- Budaya yang pragmatis
- Budaya yang pemborosan
- Budaya yang tidak adil
- Standar industri yang tidak konsisten
- Sisa material yang tidak jelas
- Sisa material merupakan prioritas yang terakhir
- Komitmen manajemen kurang
- Kebijakan yang tidak jelas
- Kurang adanya koordinasi

3. Pengontrolan Perilaku

- Penekanan waktu
- Penekanan biaya
- Proses disain kurang sempurna
- Fasilitas sisa material kurang
- Pemasaran sisa material kurang
- Pengurangan sisa material sulit, tidak praktis dan perlu biaya

Carlos T.Farmoso et al, dalam papernya “ *Material Waste In Building Industry: Main Causes and Prevention*” memaparkan tentang studinya di lapangan. Studi ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Studi pertama dilakukan di *University of Rio Grand do Sul (UFRGS)*, di Brazil pada April 1992 sampai dengan Juni 1993, yang meneliti 7 jenis bahan bangunan yang berada di lima lokasi yang berbeda
2. Studi kedua meneliti 18 jenis bahan bangunan pada 69 lokasi, penelitian ini merupakan hasil kerjasama diantara 15 Universitas di Brazil antara bulan Oktober 1996 sampai dengan Mei 1998

Hasil penelitian tersebut, menghasilkan “*Faktor-faktor Penyebab dan Cara Meminimalisasi Sisa material*” yang bisa dilihat dalam Tabel 2.2.berikut:

Tabel 2.2. Faktor-faktor Penyebab dan Cara Meminimalisasi Sisa material (Farmoso et al, 2002)

No	Jenis Material	Faktor Penyebab	Cara Meminimalisasi
1	Beton Ready Mix (BRM)	<ul style="list-style-type: none"> • Volume beton dari suplier kurang • Terjadi deviasi dimensi struktur saat pengecoran 	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perhitungan volume BRM setelah menempati bekisting • Melakukan constructubility pada elemen-elemen struktur, dan disain sistem bekisting yang lebih sempurna • Menggunakan alat ukur yang lebih teliti
2	Besi Beton	<ul style="list-style-type: none"> • Disain yang kurang sempurna • Pemotongan bahan tidak optimal • Jumlah stok yang berlebihan 	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan kapasitas disain • Meningkatkan sistem pengontrolan
3	Semen (dalam bentuk mortar)	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran bata yang bervariasi • Terjadi deviasi dimensi struktur • Tercecer selama penanganan dan transportasi • Pemakaian mortar berlebihan pada joint-joint pasangan bata 	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan sistem pengontrolan • Melakukan constructubility pada elemen-elemen struktur, dan disain sistem bekisting yang lebih sempurna • Menggunakan peralatan yang memadai • Menggunakan jalur jalan yang aman • Koordinasi modul tembok bata dengan pekerjaan struktur

4	Batu bata	<ul style="list-style-type: none"> • Volume bata kurang dan rusak pada saat terima barang • Sisa pemotongan di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan sistem pengontrolan • Mengurangi jumlah stok • Rencanakan operasi pemotongan bata • Mengkoordinasi modul dalam disain
5	Keramik	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa pemotongan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Memusatkan operasi pemotongan keramik

2.4. PENELITIAN SISA MATERIAL YANG SUDAH DILAKUKAN

1. PENELITIAN DI NEGARA LAIN

Nilai sisa material konstruksi pada negara – negara maju juga menunjukkan jumlah yang tidak sedikit. Di Amerika terjadinya sisa material konstruksi menjadi hal yang harus diperhatikan secara serius oleh pemerintahan Amerika. *Mills et al. (1999)* menyebutkan bahwa jumlah dari *Construction & Demolition waste (C & D)* di United States menghasilkan lebih dari 100 juta ton per tahun. Masalah sisa material pada konstruksi di beberapa Negara berdasarkan berat dalam (%) ditunjukkan dalam Tabel 2.5. berikut :

Tabel 2.3. Sisa Material Pada Konstruksi

<i>Negara</i>	<i>Sisa material pada Konstruksi berdasarkan Berat (%)</i>
Belanda	26
Australia	20 - 30
Amerika serikat	20 - 29
Jerman	19
Finlandia	13 - 15

Sumber : (jurnal ASCE, vol. 122 maret 1996)

Hasil penelitian kuantitas sisa material di proyek yang telah dilakukan oleh para peneliti di beberapa negara adalah (*Farmoso, C.T.*) antara lain :

- Penelitian di Inggris yang dilakukan pada 114 bangunan industri dari tahun 1960 – 1970 (*Skoyles, E.F.*), bahwa hasil penelitian tersebut menyimpulkan

bahwa kesalahan manajemen material di lapangan menyebabkan terjadinya sisa material antara 2% - 15% dari material yang direncanakan

- Penelitian di Hongkong, dilakukan pada 32 bangunan konstruksi sejak bulan Juni 1992 – Februari 1993 (*Farmoso C.T.*). Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya sisa material yang lebih besar di masa yang akan datang dan pengaruhnya terhadap lingkungan. Sisa material yang terjadi antara 2,4% - 26,5% dari material yang dibeli
- Penelitian di Belanda yang dilakukan pada 5 bangunan rumah tinggal sejak April 1993 – Juni 1994 (*Bossink, B.A.G., and Brouwers, H.J.H.*). Hasil penelitian menyimpulkan terjadinya sisa material sebesar 1% - 10% dari material yang dibeli
- Penelitian di Australia dilakukan pada 15 bangunan rumah tinggal (*Forsythe, P., and Brouwers, H.J.H.*). Sisa material yang terjadi berkisar antara 2,5% - 22% dari material yang dibeli. Penelitian ini memberikan suatu model biaya sisa material yang terjadi di proyek
- Penelitian di Brasil dilakukan pada 3 bangunan rumah tinggal antara tahun 1986 – 1987 (*Pinto, T.P., and Agopayan, v.*). Hasil penelitian menunjukkan sisa material berkisar antara 11% - 17%

Masalah sisa material ini selain berdampak pada pembengkakan biaya proyek, juga berdampak terhadap lingkungan. Berdasarkan penelitian – penelitian terhadap beberapa negara maju bahwa sisa material masih menjadi masalah yang butuh perhatian khusus, walaupun teknologi mereka juga sudah canggih dan berkualitas tinggi.

Sisa material tidak dapat dihilangkan tapi diminimalkan. Biaya yang digunakan untuk meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh sisa material jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai dari sisa material itu sendiri (*Tchnobaglous , 1993*)

2. PENELITIAN DI INDONESIA

- Penelitian pada sebuah komplek ruko di Surabaya pada tahun 2004. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sisa material yang terbesar yaitu batu bata 12,51% dan pasir 11,39%.

● Penelitian pada pembangunan perumahan Tanjung Bunga tahap 1, khususnya tipe 36 di Makassar. Hasil analisis menunjukkan bahwa material semen memiliki nilai sisa material terbesar. Berikut penyebab utama dari sisa material yang ditimbulkan pada tiap-tiap material yang diteliti yaitu:

- sisa material semen terutama terjadi dari sisa pekerjaan plesteran.
- kayu kebanyakan dari sisa pekerjaan bekisting
- keramik terutama dari sisa pekerjaan pemasangan keramik ukuran 30X30
- batubata sisa material terutama akibat kesalahan penangan pada pembuatan dinding
- cat terutama diakibatkan karena kesalahan penanganan pengecatan dasar (meni)
- dan material besi terutama akibat kesalahan pengukuran.

2.5. PENENTUAN JENIS MATERIAL DENGAN DIAGRAM PARETO

Untuk menentukan jenis material yang akan diteliti diambil berdasarkan analisa *Pareto* dimana jenis material nilainya 80% dari total material proyek. Berikut cara membuat Diagram Pareto menurut Moch. Zen S. Hadi, ST dalam materi VI Diagram Sebab Akibat Diagram Pareto.

🍎 Langkah 1 :

- Menentukan macam masalah yang akan diteliti (misal: item rusak, kejadian kecelakaan)
- Menentukan data apa yang diperlukan dan bagaimana cara mengklasifikasi (misal: rusak berdasarkan tipe, lokasi, proses, mesin, metoda; item yang jarang muncul diringkas dalam judul “Lain-lain”)
- Menetapkan metode pengumpulan data dan periodenya

🍎 Langkah 2 :

- Merencanakan lembaran catatan data yang memuat daftar semua item, dengan menyediakan ruang untuk jumlah total, sebagaimana contoh seperti pada tabel 2.4 berikut ini:

TABEL 2.4 Daftar Semua Item Berdasarkan Tipe Cacatnya

No	Tipe Cacat	Jumlah
1	Retak	10
2	Goresan	42
3	Noda	6
4	Regangan	104
5	Celah	4
6	Lubang pen	20
7	Lain-lain	14
	TOTAL	200

🍏 **Langkah 3 :**

- Mengisi lembaran catatan dan menghitung jumlah total

🍏 **Langkah 4 :**

- Membuat lembaran data Diagram Pareto yang memuat daftar semua item, sebagaimana contoh seperti pada Tabel 2.5

TABEL 2.5. Daftar Semua Item untuk Membuat Diagram Pareto

No.	Tipe Cacat	Jumlah	Total Kumulatif	Persentase Keseluruhan	Persentase Komulatif
1	Regangan	104	104	52	52
2	Goresan	42	146	21	73
3	Lubang Pen	20	166	10	83
4	Retak	10	176	5	88
5	Noda	6	182	3	91
6	Celah	4	186	2	93
7	Lain-lain	14	200	7	100
	TOTAL	200	-	100	-

🍏 **Langkah 5 :**

- Mengatur item dalam urutan jumlah dan mengisi lembaran data. Item “Lain-lain” harus diletakkan pada garis terakhir.

🍏 Langkah 6 :

- Menggambar 2 sumbu vertical dan sumbu horizontal, yaitu:
 - a. Sumbu Vertikal
Menandai sumbu vertical kiri dengan skala dari 0 sampai dengan total seluruhnya dan sumbu vertical kanan dengan skala 0% - 100%.
 - b. Sumbu Horizontal
Membagi sumbu ini dengan jumlah interval sampai jumlah item yang diklasifikasikan.

🍏 Langkah 7 :

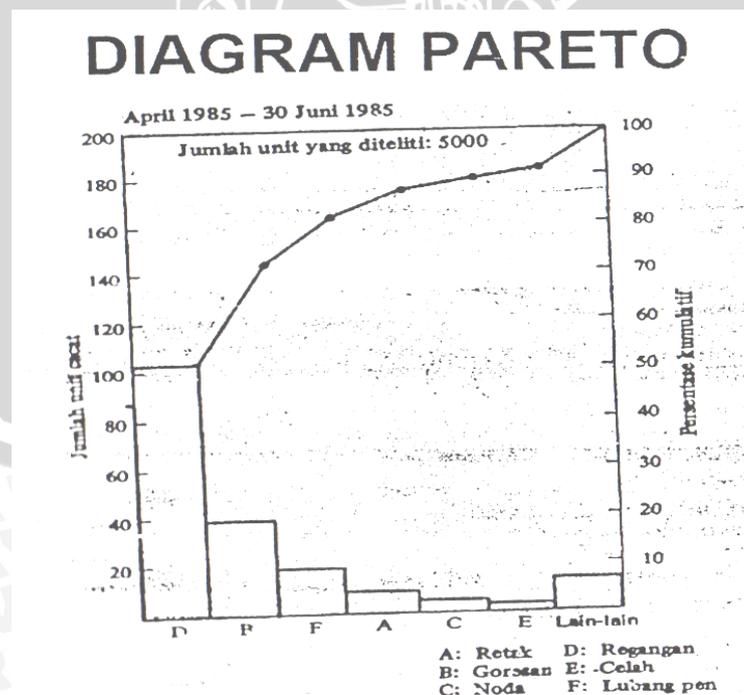
- Membuat diagram balok

🍏 Langkah 8 :

- Menggambar kurva kumulatif (kurva Pareto)

🍏 Langkah 9 :

- Menulis item-item yang diperlukan pada diagram, yaitu:
 - a. Item yang berhubungan dengan diagram: judul, kuantitas sebenarnya, unit.
 - b. Item yang berhubungan dengan data : periode, tempat penelitian, jumlah data, seperti contoh pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Diagram

2.6. IDENTIFIKASI SISA MATERIAL

Suatu proses dilakukan untuk memberikan gambaran tentang sisa material yang akan dinilai pada suatu proyek yang akan ditinjau (Yost, 1998), dalam melakukan identifikasi sisa material, kita harus mencari sumber data/ informasi dari :

1. Literatur berupa tulisan/ penelitian yang membahas tentang sisa material
2. Prediksi dan pengalaman kontraktor pada pelaksanaan proyek sebelumnya.

2.7. PEMILIHAN SUBYEK PENELITIAN

Setelah dirumuskan masalah dan rancangan penelitian secara tepat dan sesuai dengan format penelitian, langkah berikutnya adalah menentukan subyek penelitian. Subyek penelitian merupakan populasi penelitian yang diambil secara sampel. Pengambilan sampel penelitian disebut sampling. (Kurnia Ilmu, 2008)

🍏 POPULASI

Populasi merupakan seluruh subyek penelitian. Populasi menurut Singarimbun (1989:8) adalah jumlah keseluruhan dari unit-unit analisis yang memiliki ciri-ciri yang akan diduga. Nawawi (2003:141) populasi adalah keseluruhan obyek penelitian yang dapat terdiri dari manusia, benda-benda, hewan, tumbuh-tumbuhan, gejala-gejala, nilai tes atau peristiwa-peristiwa sebagai sumber data yang memiliki karakteristik tertentu di dalam suatu penelitian.

🍏 SAMPEL

Sampel adalah sebagian dari populasi yang diambil secara representatif atau mewakili populasi yang bersangkutan atau bagian kecil yang diamati. Penelitian terhadap sampel biasanya disebut studi sampling. Menurut Sugiyono (2005:44) sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut.

🍏 TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL

Proses pengambilan sample merupakan cara-cara kita dalam memilih sample untuk studi tertentu. Proses terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut: (Kurnia Ilmu, 2008)

➤ Tahap 1: Memilih Populasi

Proses awal ialah menentukan populasi yang menarik untuk dipelajari. Suatu populasi yang baik ialah mencakup rancangan eksplisit semua elemen yang terlibat.

➤ Tahap 2: Memilih Unit-Unit Sampling

Unit-unit sampling adalah unit analisa dari mana sample diambil atau berasal. Karena kompleksitas penelitian dan banyaknya desain sample, maka pemilihan unit-unit sampling harus dilakukan dengan seksama.

➤ Tahap 3: Memilih Kerangka Sampling

Pemilihan kerangka sampling merupakan tahap yang penting karena jika kerangka sampling yang dipilih secara memadai tidak mewakili populasi, maka generalisasi hasil penelitian meragukan. Kerangka sampling dapat berupa daftar nama populasi seperti buku telepon atau data base nama lainnya.

➤ Tahap 4: Memilih Desain Sampel

Desain sample merupakan tipe metode atau pendekatan yang digunakan untuk memilih unit-unit analisa studi. Desain sample sebaiknya dipilih sesuai dengan tujuan penelitian.

➤ Tahap 5: Memilih Ukuran Sampel

Ukuran sampel tergantung beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya ialah:

- Homogenitas unit-unit sampel: secara umum semakin mirip unit-unit sampel dalam suatu populasi semakin kecil sample yang dibutuhkan untuk memperkirakan parameter-parameter populasi.
- Kepercayaan: kepercayaan mengacu pada suatu tingkatan tertentu dimana peneliti ingin merasa yakin bahwa yang bersangkutan memperkirakan secara nyata parameter populasi yang benar. Semakin tinggi tingkat kepercayaan yang diinginkan, maka semakin besar ukuran sample yang diperlukan.
- Presisi: presisi mengacu pada ukuran kesalahan standar estimasi. Untuk mendapatkan presisi yang besar dibutuhkan ukuran sampel yang besar pula.
- Kekuatan Statistik: istilah ini mengacu pada adanya kemampuan mendeteksi perbedaan dalam situasi pengujian hipotesis. Untuk mendapatkan kekuatan yang tinggi, peneliti memerlukan sampel yang besar.
- Prosedur Analisa: tipe prosedur analisa yang dipilih untuk analisa data dapat juga mempengaruhi seleksi ukuran sampel.

- Biaya, Waktu dan Personil: Pemilihan ukuran sampel juga harus mempertimbangkan biaya, waktu dan personil. Sampel besar akan menuntut biaya besar, waktu banyak dan personil besar juga.
- Memilih Rancangan Sampling: Rancangan sampling menentukan prosedur operasional dan metode untuk mendapatkan sampel yang diinginkan. Jika dirancang dengan baik, rancangan sampling akan menuntun peneliti dalam memilih sample yang digunakan dalam studi, sehingga kesalahan yang akan muncul dapat ditekan sekecil mungkin.
- Memilih Sampel: Tahap akhir dalam proses ini ialah penentuan sampel untuk digunakan pada proses penelitian berikutnya, yaitu koleksi data.

🍎 DESAIN SAMPEL

🚦 Probability Sampling

Probability adalah pengambilan sampel secara acak (random) dengan memberikan peluang yang sama seluruh populasi untuk dipilih sebagai sampel penelitian.

Adapun teknik sampling ini meliputi, sebagai berikut:

a. *Pengambilan Sampel Secara Random Sederhana (Simple Random Sampling)*

Pengambilan sampel yang dilakukan secara acak atau random dari populasi, yang memungkinkan setiap individu berpeluang untuk menjadi sampel penelitian, dengan cara melalui undian. Persampelan ini dilakukan karena populasi dianggap seragam (homogen).

- Keuntungan menggunakan teknik ini ialah peneliti tidak membutuhkan pengetahuan tentang populasi sebelumnya bebas dari kesalahan-kesalahan klasifikasi yang kemungkinan dapat terjadi dan dengan mudah data dianalisa serta kesalahan-kesalahan dapat dihitung.
- Kelemahan dalam teknik ini ialah: peneliti tidak dapat memanfaatkan pengetahuan yang dipunyainya tentang populasi dan tingkat kesalahan dalam penentuan ukuran sample lebih besar.

b. *Pengambilan Sampel Secara Random Sistematis (Systematic Random Sampling)*

Teknik ini merupakan pengembangan teknik sebelumnya hanya bedanya teknik ini menggunakan urutan alami. Caranya ialah pilih secara random dimulai dari antara angka 1 dan integer yang terdekat terhadap ratio sampling

(N/n), kemudian pilih item-item dengan interval dari integer yang terdekat terhadap ratio sampling.

- Keuntungan menggunakan sample ini ialah peneliti menyederhanakan proses penarikan sample dan mudah di cek dan menekan keanekaragaman sample.
- Kerugiannya ialah apabila interval berhubungan dengan pengurutan periodic suatu populasi, maka akan terjadi keanekaragaman sample.

c. Pengambilan Sampel Secara Random Bertahap (Random Multistage)

Desain ini merupakan variasi dari desain di atas tetapi lebih kompleks. Caranya ialah dengan menggunakan bentuk sample acak dengan sedikit-dikitnya dua tahap.

- Keuntungannya ialah daftar sampel, identifikasi, dan penomoran yang dibutuhkan hanya untuk para anggota dari unit sampling yang dipilih dalam sample. Jika unit sampling didefinisikan secara geografis akan lebih menghemat biayanya.
- Kelemahannya ialah tingkat kesalahan akan menjadi tinggi apabila jumlah sampling unit yang dipilih menurun.

d. Teknik Pengambilan Sampel Secara Random Bertingkat (Stratified Random Sampling)

1. Proporsional

Cara pengambilan sample dilakukan dengan menyeleksi setiap unit sampling yang sesuai dengan ukuran unit sampling.

- Keuntungannya ialah aspek representatifnya lebih meyakinkan sesuai dengan sifat-sifat yang membentuk dasar unit-unit yang mengklasifikasinya, sehingga mengurangi keanekaragamannya. Karakteristik-karakteristik masing-masing strata dapat diestimasi sehingga dapat dibuat perbandingan.
- Kerugiannya ialah membutuhkan informasi yang akurat pada proporsi populasi untuk masing-masing strata. Jika hal tersebut diabaikan maka kesalahan akan muncul.

2. Disproporsional

Strategi pengambilan sampel sama dengan proporsional. Perbedaannya ialah terletak pada ukuran sample yang tidak proporsional terhadap ukuran

unit sampling karena untuk kepentingan pertimbangan analisa dan kesesuaian.

e. Teknik Pengambilan Sampel Cluster

Strategi pengambilan sampel dilakukan dengan cara memilih unit-unit sampling dengan menggunakan formulir tertentu sampling acak, unit-unit akhir ialah kelompok-kelompok tertentu, pilih kelompok-kelompok tersebut secara random dan hitung masing-masing kelompok.

- Keuntungan menggunakan teknik ini ialah jika kluster-kluster didasarkan pada perbedaan geografis maka biaya penelitiannya menjadi lebih murah. Karakteristik kluster dan populasi dapat diestimasi.
- Kelemahannya ialah membutuhkan kemampuan untuk membedakan masing-masing anggota populasi secara unik terhadap kluster, yang akan menyebabkan kemungkinan adanya duplikasi atau penghilangan

f. Teknik Pengambilan Sampel Kluster Bertsrata (Stratified Cluster)

Cara menyeleksi sampel dengan cara memilih kluster-kluster secara random untuk setiap unit sampling.

- Keuntungannya ialah mengurangi keaneka-ragaman sampling kluster sederhana.
- Kelemahannya ialah karakteristik-karakteristik kluster bisa berubah sehingga keuntungannya dapat hilang karena itu tidak dapat dipakai untuk penelitiannya berikutnya.

g. Repetisi Multiple atau Sequential (berurutan)

Dua sample atau lebih dari kluster di atas (F) diambil dengan menggunakan hasil-hasil dari sample yang lebih dahulu untuk merancang sample-sampel berikutnya.

- Keuntungan menggunakan teknik ini ialah memberikan estimasi karakteristik populasi yang memfasilitasi perancangan yang efisien untuk sample-sampel berikutnya.
- Kelemahan teknik ini ialah penghitungan dan analisa akan dilakukan berulang-ulang. Sampling berurutan hanya dapat digunakan jika suatu sample yang kecil dapat mencerminkan populasinya.

✚ **Non Probability Sampling**

Nonprobability sampling merupakan pengambilan sampel yang tidak memberi peluang yang sama bagi wakil populasi untuk dipilih menjadi sampel penelitian, atau pengambilan sampel yang dipilih dengan non random, biasanya disebut dengan sampel tetap (fixed). Adapun teknik persampelan yang selalu digunakan adalah:

a. Penilaian (judgment):

Memilih sampel dari suatu populasi didasarkan pada informasi yang tersedia, sehingga keterwakilannya terhadap populasi dapat dipertanggungjawabkan.

- Keuntungannya ialah unit-unit yang terakhir dipilih dapat dipilih sehingga mereka mempunyai banyak kemiripan.
- Kerugiannya ialah memunculkan keanekaragaman dan bias estimasi terhadap populasi dan sample yang dipilihnya.

b. Kesesuaian (Convenience):

Memilih unit-unit analisa dengan cara yang dianggap sesuai oleh peneliti.

- Keuntungannya ialah dapat dilakukan dengan cepat dan murah.
- Kelemahannya ialah mengandung sejumlah kesalahan sistematis dan variabel-variabel yang tidak diketahui.

c. Teknik Bola Salju (Snowball)

Memilih unit-unit yang mempunyai karakteristik langka dan unit-unit tambahan yang ditunjukkan oleh responden sebelumnya.

- Keuntungannya ialah hanya digunakan dalam situasi-situasi tertentu.
- Kelemahannya ialah keterwakilan dari karakteristik langka dapat tidak terlihat di sampel yang sudah dipilih.

🍏 **SKALA PENGUKURAN**

Untuk memilih uji statistik yang akan digunakan dalam menganalisa data maka tipe data memegang peranan yang penting. Dalam statistik, data merupakan karakteristik, symbol atau angka dari sebuah variabel yang diukur. Pengukuran hanya dilakukan terhadap variabel yang dapat didefinisikan seperti minat, kinerja ataupun sikap. Agar hasil penelitian tidak memberikan interpretasi yang berbeda maka definisi operasional terhadap variabel yang diteliti perlu dijelaskan terlebih dahulu. Data dalam statistik secara umum dapat digolongkan menjadi 2 macam yaitu:

■ **Data nominal** yaitu data yang didapat dari hasil perhitungan dan berbentuk kategori misalnya laki-laki-perempuan, tua-muda. Jika laki-laki disimbolkan dengan 1 dan perempuan disimbolkan dengan 2, maka bukan berarti perempuan lebih baik atau lebih banyak dua kali lipat dari laki-laki. Data ini tidak bisa diberikan perlakuan matematika seperti penjumlahan ataupun perkalian. Yang termasuk data nominal, juga termasuk data ordinal.

■ **Data kontinyu** yaitu data yang didapat dari hasil pengukuran. Data hasil pengukuran diperoleh dari tes, kuesioner ataupun alat ukur lain yang sudah terstandar misalnya timbangan, panjang ataupun skala psikologis yang lain. yang termasuk data kontinum ini adalah interval dan rasio. Data didapatkan dari perhitungan dan pengukuran.. Aturan penggunaan notasi bilangan dalam pengukuran disebut skala atau tingkat pengukuran (scales of measurement).

Secara lebih rinci, dalam statistik terdapat 4 skala pengukuran yaitu nominal, ordinal, interval dan rasio.

➤ *Skala nominal* adalah skala mengelompokkan obyek atau peristiwa dalam berbentuk kategori. Skala nominal diperoleh dari pengukuran nominal yaitu suatu proses mengklasifikasi obyek-obyek yang berbeda kedalam kategori-kategori berdasarkan beberapa karakteristik tertentu.

Karakteristik data nominal adalah:

1. Kategori data bersifat mutually eksklusif (setiap obyek hanya memiliki satu kategori)
2. Kategori data tidak disusun secara logis

➤ *Skala ordinal* adalah jenis skala yang menunjukkan tingkat. Skala ini biasanya dipergunakan dalam menentukan ranking seseorang dibandingkan dengan yang lain. Skala ordinal memiliki karakteristik:

1. Kategori data bersifat mutually eksklusif (setiap obyek hanya memiliki satu kategori)
2. Kategori data disusun berdasarkan urutan logis
3. Kategori data disusun berdasarkan urutan logis dengan besarnya karakteristik yang dimiliki

➤ *Skala interval* adalah skala yang yang memiliki jarak yang sama antar datanya akan tetapi tidak memiliki nol mutlak. Nol mutlak artinya tidak dianggap ada. Salah satu ciri matematis yang dimiliki skala interval

adalah penjumlahan. Dengan demikian, kita dapat membuat operasi penambahan atau pengurangan.

- *Skala rasio* adalah skala pengukuran yang memiliki nol mutlak sehingga dapat dilakukan operasi perkalian dan pembagian. Misalnya berat badan, tinggi badan, pendapatan dan lain sebagainya.

(<http://statistikpendidikanii.blogspot.com/2008/03/skala-pengukuran.html>)

2.8. MENENTUKAN SUMBER DAN PENYEBAB SISA MATERIAL KONSTRUKSI

Untuk mengetahui sumber dan penyebab sisa material konstruksi, berdasarkan data kuesioner yang dilakukan terhadap 4 responden dari staf kontraktor, maka harus dilakukan beberapa analisis statistik sebagai berikut (Deny Kurniawan, 2008) :

2.8.1. Analisis Regresi

Dalam berbagai segi kehidupan pada umumnya, seringkali ditemui hubungan sebab akibat (kausalitas) antara satu faktor dengan faktor lainnya. Akan tetapi besarnya hubungan sebab akibat tersebut tidak dapat diketahui jika hanya bersandar pada teori kualitatif atau akal sehat. Untuk itu, dibutuhkan suatu analisis kuantitatif yang dapat memberikan informasi mengenai hal-hal tersebut. Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah model regresi linier.

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen; respon; Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independen; predictor; X). Ada 2 jenis regresi linier yang sangat populer, yaitu: (*Hardius Usman, SSi., MSi, 2006*)

- ✚ Regresi linier sederhana : persamaan regresi yang hanya ada satu variabel bebas

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$$

- ✚ Regresi linier majemuk/berganda : persamaan regresi yang variabel bebasnya lebih dari satu

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \varepsilon$$

Dalam hal ini: Y = variabel terikat (variabel yang dipengaruhi)

β_0 = Konstanta

β_1 = Koefisien regresi dari variabel X_1

β_2 = Koefisien regresi dari variabel X_2

β_3 = Koefisien regresi dari variabel X_3

- β_4 = Koefisien regresi dari variabel X_4
 β_5 = Koefisien regresi dari variabel X_5
 β_6 = Koefisien regresi dari variabel X_6
 β_7 = Koefisien regresi dari variabel X_7
 X = variabel bebas (variabel yang mempengaruhi)
 ε = error

Data untuk variabel independen X pada regresi linier, dapat berupa fixed data maupun observational data, yaitu:

1. Fixed data : yaitu data yang telah ditetapkan/dikontrol/diteliti oleh peneliti sebelumnya. Untuk fixed data biasanya peneliti sebelumnya telah memiliki beberapa nilai variabel X yang ingin diteliti. Biasanya fixed data diperoleh dari percobaan laboratorium.
2. Observational data : yaitu data pengamatan yang tidak ditentukan sebelumnya oleh peneliti. Variabel X yang diteliti bisa berapa saja, tergantung keadaan di lapangan. Biasanya observational data diperoleh dengan menggunakan kuesioner. Di dalam suatu model regresi kita akan menemukan koefisien-koefisien. Koefisien-koefisien untuk model regresi merupakan suatu nilai rata-rata yang berpeluang terjadi pada variabel Y (variabel terikat) bila suatu nilai X (variabel bebas) diberikan.

Koefisien regresi dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

1. Intersep (intercept)

secara matematis adalah suatu titik perpotongan antara suatu garis dengan sumbu Y pada diagram/sumbu kartesius saat nilai $X = 0$. Sedangkan definisi secara statistika adalah nilai rata-rata pada variabel Y apabila nilai pada variabel X bernilai 0. Dengan kata lain apabila X tidak memberikan kontribusi, maka secara rata-rata, variabel Y akan bernilai sebesar intersep. Perlu diingat, intersep hanyalah suatu konstanta yang memungkinkan munculnya koefisien lain di dalam model regresi. Apabila data pengamatan pada variabel X tidak mencakup nilai 0 atau mendekati 0, maka intersep tidak memiliki makna yang berarti, sehingga tidak perlu diinterpretasikan.

2. Slope

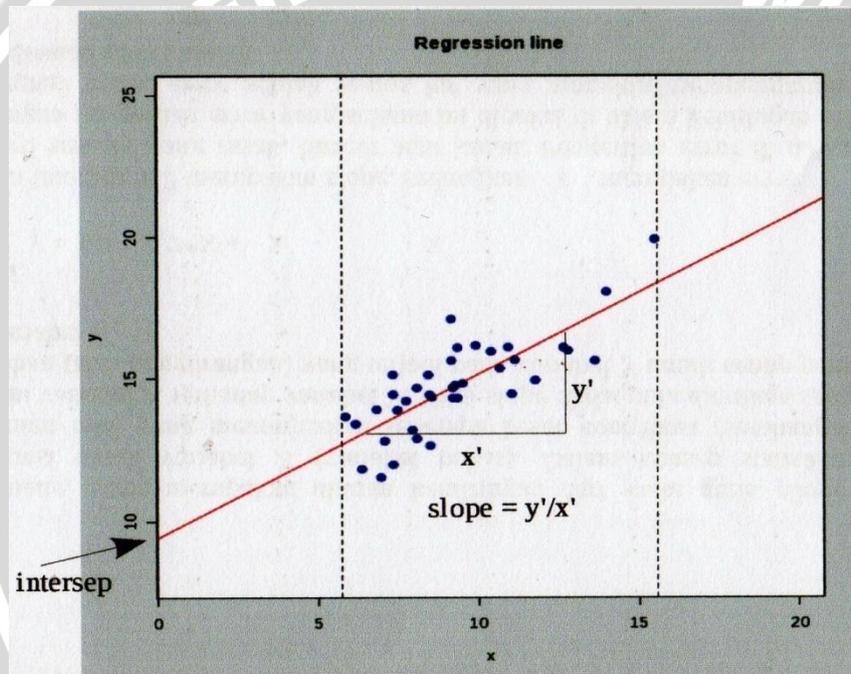
Secara matematis slope merupakan ukuran kemiringan dari suatu garis. Slope adalah koefisien regresi untuk variabel X (variabel bebas). Dalam konsep statistika, slope merupakan suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar

kontribusi (sumbangan) yang diberikan suatu variabel X terhadap variabel Y. Nilai slope dapat pula diartikan sebagai rata-rata pertambahan atau pengurangan yang terjadi pada variabel Y untuk setiap peningkatan satu satuan variabel X.

Contoh model regresi:

$$Y = 9.4 + 0.7X + \varepsilon$$

Angka 9.4 merupakan intersep, 0.7 merupakan slope, sedangkan ε merupakan error. Error bukanlah berarti sesuatu yang rusak, hancur atau kacau. Pengertian error di dalam konsep statistika berbeda dengan pengertian error yang selama ini dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Di dalam konsep regresi linier, error adalah semua hal yang mungkin mempengaruhi variabel terikat Y, yang tidak diamati oleh peneliti. Berikut ini adalah contoh garis regresi di dalam sebuah grafik :



Gambar 2.2. Garis Regresi di Dalam Sebuah Grafik

Dalam grafik di atas dapat kita lihat bahwa sumbu X berada pada kisaran angka 5 lebih sedikit hingga angka 15 lebih sedikit. Hal ini berarti bahwa kita hanya diijinkan untuk melakukan prediksi nilai Y untuk nilai X yang berada dalam rentang tersebut. Sebab, kita tidak memiliki dasar yang kuat untuk mengatakan bahwa hubungan variabel X dan Y tetap linier untuk titik-titik data yang mendekati angka nol. Kondisi seperti itu berdampak terhadap interpretasi intersep. Dalam kasus ini, karena data untuk variabel X tidak memuat angka nol atau mendekati nol, intersep dikatakan tidak memiliki makna yang berarti, sehingga tidak perlu diinterpretasikan.

Uji Simultan Model Regresi

Uji simultan (keseluruhan; bersama-sama) pada konsep regresi linier adalah pengujian mengenai apakah model regresi yang didapatkan benar-benar dapat diterima. Bertujuan untuk menguji apakah antara variabel-variabel bebas X dan terikat Y, benar-benar terdapat hubungan linier (*linear relation*). Hipotesis yang berlaku dalam pengujian ini adalah :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Tidak semua } \beta_i = 0$$

$$i = 1, 2, \dots, k$$

k = banyaknya variabel bebas X

β_i : parameter (koefisien) ke-*i* model regresi linier

Penjabaran secara hitungan untuk uji simultan ini dapat ditemui pada tabel ANOVA (*Analysis Of Variance*). Di dalam tabel ANOVA akan ditemui nilai statistik-F (F_{hitung}), dimana:

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}(db_1, db_2)$ maka H_0 diterima, sedangkan

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}(db_1, db_2)$ maka H_0 ditolak.

db_1 dan db_2 adalah parameter-parameter F_{tabel} , dimana:

$$db_1 = \text{derajat bebas 1}$$

$$= p - 1$$

$$db_2 = \text{derajat bebas 2}$$

$$= n - p$$

$$p = \text{banyaknya parameter (koefisien) model regresi linier}$$

$$= \text{banyaknya variabel bebas} + 1$$

$$n = \text{banyaknya pengamatan}$$

Apabila H_0 ditolak, maka model regresi yang diperoleh dapat digunakan.

Uji Parsial Model Regresi

Uji parsial digunakan untuk menguji apakah sebuah variabel bebas X benar-benar memberikan kontribusi terhadap variabel Y masih memberikan kontribusi secara signifikan terhadap variabel terikat Y. Hipotesis untuk uji ini adalah:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Dimana : $j = 0, 1, \dots, k$

k = banyaknya variabel bebas X

Uji parsial ini menggunakan uji-t, yaitu:

- Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel} (n-p)$, maka H_0 diterima
- Jika $t_{hitung} > t_{tabel} (n-p)$, maka H_0 ditolak

Dimana: $(n-p)$ = parameter t_{tabel}

n = banyaknya pengamatan

p = banyaknya parameter (koefisien) model regresi linier

Apabila H_0 ditolak, maka variabel bebas X tersebut memiliki kontribusi yang signifikan terhadap variabel terikat Y.

Pengambilan Keputusan dengan p -value

Untuk memutuskan apakah H_0 ditolak atau diterima, kita membutuhkan suatu kriteria uji. Kriteria uji yang paling sering digunakan akhir-akhir ini adalah p -value. Uji p -value memberikan 2 informasi sekaligus, yaitu disamping petunjuk apakah H_0 pantas ditolak, p -value juga memberikan informasi mengenai peluang terjadinya kejadian yang disebutkan di dalam H_0 (dengan asumsi H_0 dianggap benar).

Definisi p -value adalah tingkat keberartian terkecil sehingga nilai suatu uji statistik yang sedang diamati masih berarti. Misal, jika p -value sebesar 0.021, hal ini berarti bahwa jika H_0 dianggap benar, maka kejadian yang disebutkan di dalam H_0 hanya akan terjadi sebanyak 21 kali dari 1000 kali percobaan yang sama. Oleh karena sedemikian kecilnya peluang terjadinya kejadian yang disebutkan di dalam H_0 tersebut, maka kita dapat menolak pernyataan yang ada di dalam H_0 . sebagai gantinya, kita menerima pernyataan yang ada di H_1 .

p -value dapat pula diartikan sebagai besarnya peluang melakukan kesalahan apabila kita memutuskan untuk menolak H_0 . Pada umumnya, p -value dibandingkan dengan suatu taraf nyata α tertentu, biasanya 0.05 atau 5%. Taraf nyata α diartikan sebagai peluang kita melakukan kesalahan untuk menyimpulkan bahwa H_0 salah, padahal sebenarnya pernyataan H_0 yang benar. Kesalahan semacam ini biasa dikenal dengan galat/kesalahan jenis 1 (*type 1 error*, *baca type one error*). Misal, α yang digunakan adalah 0.05, jika p -value sebesar 0.021 (< 0.05), maka kita berani memutuskan menolak H_0 . Hal ini disebabkan karena jika kita memutuskan menolak H_0 (menganggap pernyataan H_0 salah), kemungkinan kita melakukan kesalahan masih lebih kecil daripada $\alpha = 0.05$, dimana 0.05 merupakan ambang batas maksimal dimungkinkannya kita salah dalam membuat keputusan.

Koefisien Determinasi R^2

Yaitu besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai R^2 berkisar antara 0 s.d 1. Apabila nilai R^2 dikalikan 100%, maka hal ini menunjukkan persentase keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Semakin besar nilai R^2 semakin baik model regresi yang diperoleh.

2.8.2. Analisis Faktor

Dalam analisis faktor, dilakukan pengujian independensi variabel penelitian, berupa independensi matriks korelasi. Hal ini dikarenakan analisis faktor bisa dipergunakan dengan tepat (*usefulness*) jika variabel-variabel yang akan dianalisis saling berkorelasi (atau saling independensi). Terdapat 4 pengukuran yang bisa digunakan yaitu (1) Ukuran MSA, (2) Ukuran *Communalities*, (3) Ukuran KMO, dan (4) Ukuran *Bartlett*.

1. Ukuran MSA (Measurement System Analysis)

MSA digunakan untuk melakukan validasi terhadap sistem pengukuran yang digunakan di perusahaan. Untuk data yang bersifat variabel, dilakukan analisa sistem pengukuran sehingga didapatkan hasil pengukuran yang benar-benar akurat, presisi dan dapat dipertanggungjawabkan.

Konsep Dasar :

- ✘ Variasi : Kuadrat dari standard deviasi
- ✘ Standar Deviasi / Simpangan Baku "Sigma" : Ukuran penyebaran data terhadap rata – ratanya.

Total variasi yang diamati dalam pengukuran suatu produk adalah penjumlahan variasi produk itu sendiri dan variasi dari pengukuran. Tujuan dari MSA adalah mengusahakan agar variasi pengukuran menjadi seminimal mungkin.

$$\text{Total Variasi} = \text{Variasi produk} + \text{Variasi pengukuran}$$

2. Ukuran *Communalities*

Ukuran *communalities* menunjukkan proporsi ragam atau varian yang dijelaskan oleh faktor. Perhitungannya dilakukan dengan menjumlahkan nilai koefisien korelasi kuadrat yang termasuk ke dalam faktor utama dalam *component matrix*. Contoh **Tabel 2.6** :

Tabel 2.6. Hasil Pengujian Communalities

Item	Communalities
X _{1,1}	0,983
X _{1,2}	0,725
X _{1,3}	0,817
X _{1,4}	0,709
X _{1,5}	0,021
X _{1,6}	0,047

Pada contoh gambar di atas, dapat dilihat nilai communalities terbesar adalah variabel X_{1,1} sebesar 0.983, hal tersebut berarti bahwa sekitar 98.3% varians dari variabel desain dapat dijelaskan oleh faktor yang akan terbentuk. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh terbesar dari variabel Y, adalah variabel X_{1,1}.

3. Ukuran KMO (Kaiser-Meyer- Olkin) mengukur sampling adequacy

KMO adalah nilai indeks yang digunakan untuk menguji ketepatan analisis faktor. Nilai yang tinggi (antara 0.5 – 1.0) mengindikasikan bahwa penggunaan analisis faktor adalah tepat. Sedangkan apabila nilainya di bawah 0.5, maka penggunaan analisis ini tidak tepat.

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_j r_{ij}^2}{\sum_i \sum_j r_{ij}^2 + \sum_i \sum_j a_{ij}^2}$$

Dimana : r_{ij} = koefisien korelasi antara variabel i dan j

a_{ij} = koefisien korelasi parsial antara variabel i dan j

4. Ukuran Barlett

Sebuah tes statistik yang digunakan untuk menguji hipotesa variabel yang tidak berkorelasi dengan populasi. Dengan kata lain, matriks korelasi populasinya adalah sebuah *identity matrix*. Setiap variabel yang berhubungan sempurna dengan variabel tersebut bernilai $r = 1$, sementara variabel yang tidak mempunyai korelasi dengan variabel lainnya bernilai $r = 0$.

2.8.3. Uji Mann-Whitney

Uji Mann-Whitney digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua grup yang tidak berhubungan satu dengan yang lain, apakah kedua grup tersebut mempunyai rata-rata yang sama ataukah tidak secara signifikan. Data yang digunakan dianggap berdistribusi bebas. *Uji Mann-Whitney* terdapat 2 macam, yaitu uji T dan uji Z. Uji T digunakan untuk data yang jumlahnya kurang dari 30, sedangkan uji Z digunakan untuk data yang jumlahnya lebih dari 30.

Uji Mann-Whitney biasanya digunakan dalam berbagai bidang, terutama lebih sering dalam Psikologi, medik/perawatan dan bisnis. Misalnya, pada psikologi, *uji Mann-Whitney* digunakan untuk membandingkan sikap dan perilaku, dan lain-lain. Dalam bidang pengobatan, *uji Mann-Whitney* digunakan untuk mengetahui efek obat apakah sama atau tidak, selain itu juga bisa digunakan untuk menguji apakah obat tertentu dapat menyembuhkan penyakit atau tidak. Dalam Bisnis, *uji Mann-Whitney* dapat digunakan untuk mengetahui preferensi orang-orang yang berbeda.

Asumsi yang berlaku dalam *uji Mann-Whitney* adalah:

1. *Uji Mann-Whitney* mengasumsikan bahwa sampel yang berasal dari populasi adalah acak,
2. Pada *uji Mann-Whitney* sampel bersifat independen (berdiri sendiri),
3. Skala pengukuran yang digunakan adalah ordinal.

Hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : tidak ada perbedaan distribusi skor untuk populasi yang diwakilkan oleh kelompok eksperimen dan control.

H_1 : Skor untuk kelompok eksperimen secara statistik lebih besar daripada skor populasi kelompok control.

Untuk menghitung nilai statistik *uji Mann-Whitney*, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - \sum_{i=n_1+1}^{n_2} R_i$$

Dimana:

U = Nilai *uji Mann-Whitney*

N_1 = sampel 1

N_2 = sampel 2

R_i = Ranking ukuran sampel

2.9. MANAJEMEN MATERIAL

Agar dapat menanggulangi sisa material mencapai minimum, maka diperlukan suatu manajemen material, yang prosesnya dimulai sejak tahap pengadaan material sampai diolah menjadi suatu bahan yang siap pakai. Dalam proyek konstruksi, manajemen material umumnya meliputi tahap pengadaan, penanganan, penyimpanan, dan pemakaian material.

2.9.1. Pengadaan Material

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

- Membuat estimasi kebutuhan volume dan jenis material yang akan dipakai, beserta spesifikasi yang jelas. Kalau perlu diberikan juga spesifikasi yang jelas. Kalau perlu diberikan juga spesifikasi material alternative untuk bahan yang sulit didapatkan.
- Membuat jadwal pengiriman material ke lokasi sesuai jadwal pelaksanaan di lapangan
- Menyampaikan kebutuhan kepada bagian pengadaan/ logistic untuk dipesankan sesuai kebutuhan
- Memilih supplier diutamakan yang sudah berpengalaman (bonafiditas), baru dipertimbangkan factor harga (Nugraha,1985)
- Menyiapkan dan menerbitkan perintah pembelian
- Melaksanakan pembelian dengan pemesanan yang terencana terlebih dahulu, sehingga pengiriman selalu sesuai dengan jadwal proyek. Perlu diatur agar material yang datang sesuai jadwal pemakaian material tersebut (Thomas, 1998). Komunikasi antara kontraktor dan supplier harus terjalin dengan baik, supaya tidak terjadi kesalahan dalam pengiriman.

2.9.2. Penanganan Material

Setiap material yang tiba ke lokasi proyek perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan sisa material. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Menurunkan muatan material dengan hati-hati, hal ini dilakukan supaya tidak terjadi banyak material yang rusak (Skoyles,1976)
- Menerima dan memeriksa material, hal ini dilakukan supaya tidak terjadi penerimaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta, volume yang kurang dan material yang rusak dari supplier (Stuckhart, 1995)

- Melakukan penumpukan material dengan benar, baik jumlah pembatasan jumlah penumpukan yang diperbolehkan dengan rekomendasi pabrik maupun metode penumpukan.
- Pemindahan material dari tempat penyimpanan ke tempat kerja harus dilakukan dengan hati-hati
- Penataan site dibuat sebaik mungkin, sehingga arus material jalannya pendek dan aman (Thomas, 1989)

2.9.3. Penyimpanan Material

Setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga membutuhkan penanganan dalam hal penyimpanan yang berbeda pula. Setiap material yang dibawa ke lokasi proyek perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan sisa material. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- Menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak bercampur dengan material lain sehingga tidak mudah rusak. Untuk material yang mudah rusak atau pecah perlu dipisahkan dengan material berat yang lain, seperti batu-bata dan keramik jangan terlalu dekat dengan besi beton atau material berat lainnya.
- Gudang penyimpanan material harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, kerusakan, dan bebas dari bahaya banjir.
- Selain gudang, perlu diperhatikan juga lokasi di sekitar proyek yang digunakan untuk penyimpanan peralatan berat, seperti besi beton, pasir, batu bata, batu pecah, dan jalur arus material dari lokasi penyimpanan ke tempat kerja.
- Arus keluar masuk barang harus diperhatikan dengan baik, misalnya penyimpanan semen yang harus berdasarkan *FIFO (First in First Out)*, atau masuk pertama keluar pertama. Cara ini untuk mencegah material yang tidak tahan lama, sehingga tidak rusak sebelum digunakan.
- Semua barang yang disimpan dalam gudang semudah mungkin untuk diambil/dicari ketika akan digunakan, untuk itu sedapat mungkin setiap material diberi tanda/label (Nugraha, 1985)

2.9.4. Pemakaian Material

Pada tahap pemakaian material, sisa material bisa timbul disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :

- Memakai peralatan kerja yang kurang memadai maupun budaya kerja yang kurang baik (Gavilan, 1994)
- Perilaku para pekerja di lapangan (Loosemore, 2001)

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

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

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



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. OBYEK STUDI

Obyek studi yang diamati adalah proyek konstruksi pembangunan perumahan Graha Bandara yang terletak di kecamatan Pakis, Malang. Dua tipe rumah yang diamati adalah rumah tipe 30, dan tipe 36. Rumah tipe 30 yaitu rumah dengan luas bangunan $30 m^2$ dengan luas tanah $72 m^2$, sedangkan rumah dengan tipe 36 yaitu rumah dengan luas bangunan $36 m^2$ dengan luas tanah $72 m^2$.

Perumahan yang menjadi Objek penelitian dalam tugas akhir ini tergolong tipe perumahan sederhana. Perumahan Sederhana yaitu: perumahan yang dibangun menggunakan bahan bangunan dan konstruksi sederhana, akan tetapi masih memenuhi standard kebutuhan minimal dari aspek keamanan dan kenyamanan, biasanya menyediakan lahan kurang lebih $100 m^2$, dengan tipe 21, 30, 36, dan tipe 45. (Annahape.com)

Penyebaran kuesioner dilakukan dengan ruang sampel berupa pembangunan perumahan Graha Bandara untuk semua rumah tipe 30 dan 36, dan responden kuesioner adalah staff kontraktor antara lain manajer lapangan, pengawas lapangan, mandor, dan pelaksana lapangan.

Dalam penelitian ini, akan dihasilkan perbandingan nilai sisa material antara rumah tipe 30 dan 36, serta dapat diketahui material yang mempunyai nilai sisa material terbesar, serta penyebab dominannya.

3.2. METODE PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini dilakukan melalui 2 cara, yaitu:

1. Pengamatan secara langsung di lapangan.

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan baik dalam bentuk *direct waste* maupun *indirect waste*, factor-faktor penyebab timbulnya sisa material yang bersumber dari desain, pengadaan, penanganan material, pelaksanaan, residual(sisa), dan lain-lain serta pengambilan dokumentasi sebagai data aktual di lapangan dengan mencatat volume material siap di lapangan ke dalam form yang sudah dirancang.

Pengamatan di lapangan dilakukan terhadap faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya sisa material di lapangan, pengambilan dokumentasi dan

mencatat material yang siap di lapangan. Pencatatan material siap di lapangan diantaranya meliputi pekerjaan pasangan batu bata, keramik, kayu, besi, cat, dan semen.

Berdasarkan pengamatan di lapangan terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material, hasilnya dimasukkan ke dalam form yang disediakan untuk mengetahui presentase kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan baik dalam bentuk *direct waste* maupun *indirect waste*. Berikut bentuk form yang telah disediakan, terdapat dalam **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Kuantitas Sisa material Hasil Pengamatan Lapangan

No (1)	Jenis Material (2)	Satuan (3)	Volume Material			Volume Sisa material (7)	Sisa material(%) (8)
			Siap Pakai (4)	Sisa Stock (5)	Disain/BQ (6)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Sumber : Suryanto Intan, et al. Dimensi Teknik Sipil Vol 7, No.1,Maret 2005: 36-45

Keterangan :

- ▶ (4) : Jumlah volume total yang didatangkan di lapangan
- ▶ (5) : Sisa material yang masih bisa disimpan
- ▶ (6) : kebutuhan volume material berdasarkan gambar rencana
- ▶ (7) = (4) - (5) - (6)
- ▶ (8) = $\frac{(7)}{(6)} \times 100\%$

2. Penelitian Survei

Penelitian survei adalah penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data yang pokok. Untuk itu dibuat kuesioner pada penelitian ini.

Kuesioner yang dibuat dalam penelitian ini diberikan kepada manajer lapangan, pengawas lapangan, pelaksana lapangan, dan mandor pada proyek perumahan Graha Bandara Malang khususnya tipe 30 dan tipe 36.

Penyebaran kuesioner ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran atau uraian informasi tentang kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan serta sumber dan penyebab terjadinya sisa material, serta manajemen material yang berkaitan dengan terjadinya sisa material di lapangan. Penyebaran kuesioner dilakukan pada saat selesai pengerjaan proyek, sehingga data yang didapat masih aktual serta tidak mengganggu pelaksanaan proyek. Dimana responden adalah staff kontraktor antara lain manajer lapangan, pengawas lapangan, pelaksana lapangan, dan mandor.

Kuesioner yang dibuat berupa pertanyaan yang disusun berdasarkan literature dari pengamatan lapangan dimana setiap pertanyaan dilengkapi dengan pilihan besarnya kuantitas sisa material dalam bentuk persentase(%). Setiap pertanyaan dilengkapi dengan pilihan bobot angka dimana responden dapat memilih salah satu dari pilihan yang ada. Jawaban responden diukur dengan menggunakan skala likert (*Lykert scale*) diadakan *scoring* yakni pemberian nilai numerikal 1, 2, 3, 4 dan 5. Menurut Moh. Nazir, teknik membuat skala adalah cara mengubah fakta-fakta kualitatif (atribut) menjadi suatu urutan kuantitatif (variabel).

Skala Likert (*Method of Summateds Ratings*) oleh Likert (1932), alternatif jawaban pada skala Likert, alternatif jawaban “sangat tidak setuju” diberi skor 1; “tidak setuju” diberi skor 2; “ragu-ragu” diberi skor 3; “setuju” diberi kode 4; dan “sangat setuju” diberi skor 5. angka-angka (numerik) inilah yang kemudian diolah, sehingga menghasilkan skor tertentu. Tetapi, sesuai dengan sifat dan cirinya, angka 1, 2, 3, 4, dan 5 atau skor yang sudah diperoleh tidak memberikan arti apa-apa terhadap objek yang diukur. Dengan kata lain, skor yang lebih tinggi lebih tidak berarti lebih baik dari skor yang lebih rendah. Skor 1 hanya menunjukkan sikap “sangat tidak setuju”, skor 2 menunjukkan sikap “tidak setuju, skor 3 menunjukkan sikap “ragu-ragu”, skor 4 menunjukkan sikap “setuju”, dan skor 5 menunjukkan sikap “sangat setuju”. Kita tidak bisa mengatakan bahwa skor 4 atau “setuju” dua kali lebih baik dari skor 2 atau “tidak setuju”.

(<http://suhartoumm.blogspot.com/2009/07/transformasi-data-ordinal-menjadi.html>)

Isi dari kuesioner yang telah disediakan, secara garis besar terdiri dari:

■ Data responden

Data responden ini dibuat untuk mendapatkan informasi secara jelas mengenai identitas responden yang memberikan kontribusi dalam pengisian kuesioner seperti nama, status di lapangan, lamanya bekerja, dan nama perusahaan.

■ Bahan material

Berisi pernyataan mengenai bahan material apa saja yang dominan menghasilkan sisa material yang ditentukan dalam bentuk persentase untuk masing-masing jenis material yang diteliti selama kegiatan konstruksi berlangsung.

■ Sisa material konstruksi

Bagian ini berisi pernyataan mengenai sumber dan faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material di lapangan untuk masing-masing jenis material tersebut yang dibuat berdasarkan literatur, jurnal, dan masukan dari hasil pengamatan di lapangan.

■ Manajemen material

Dalam manajemen material, pernyataan dibuat berdasarkan literatur, dan hasil pengamatan di lapangan yang berkaitan dengan langkah-langkah yang perlu diambil untuk dapat mengurangi dan mengendalikan kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan dan digunakan pada survey kuesioner.

3. Wawancara

Dalam hal ini dilakukan wawancara kepada pihak yang terkait pada proyek tersebut, metode ini digunakan untuk mendapatkan informasi dengan cara bertanya langsung kepada responden.

Selain membuat kuesioner, wawancara menjadi suatu cara yang akan mendukung untuk lebih memahami secara menyeluruh sesuai kebutuhan terhadap proyek yang sedang diteliti. Wawancara juga sangat berperan dalam menentukan sumber dan penyebab tertinggi dalam proyek tersebut, sehingga menjadi bahan pertimbangan dalam pembuatan kuesioner.

Wawancara ini dilakukan pada saat istirahat ataupun setelah pelaksanaan proyek, sehingga tidak mengganggu proses berjalannya proyek serta konsentrasi para responden tidak terbelah sehingga mampu memberikan jawaban yang bermutu. Pertanyaan telah dibuat secara matang dan tersusun secara sistematis, sehingga tercipta pertanyaan dan jawaban yang sesuai sasaran.

Berdasarkan Masri Singarimbun & Sofian Effendi (1989) yaitu supaya proses pengumpulan data dengan cara wawancara tersebut berhasil, maka perlu :

- Menciptakan hubungan baik dengan responden sehingga wawancara dapat berjalan lancar
- Menyampaikan semua pertanyaan dalam daftar pertanyaan kepada responden dengan baik dan tepat
- Mencatat semua jawaban lisan dari responden dengan teliti dan jelas maksudnya
- Apabila jawaban responden tidak jelas, maka harus dapat menggali tambahan informasi dengan menyampaikan pertanyaan yang tepat dan netral.

3.3. METODE ANALISIS DATA

Pada studi kasus ini metode analisis data antara lain yaitu :

1. Analisis diskriptif pada data hasil survey kuesioner

Analisis diskriptif pada data hasil survey kuesioner yang telah dibuat dilakukan untuk mengetahui:

- 🌿 Gambaran identitas responden tentang status/jabatan dan pengalaman kerja.
- 🌿 Persentase jumlah responden terhadap jenis material yang menyebabkan sisa material yang terjadi di lapangan.
- 🌿 untuk mengetahui material yang paling banyak memberikan kontribusi terhadap terjadinya sisa material konstruksi, serta sumber dan penyebab dominan terjadinya sisa material konstruksi.

2. Analisis kuantitatif pada pengolahan data hasil pengamatan di lapangan

Analisis kuantitatif data hasil pengamatan bertujuan untuk mendapatkan kuantitas sisa material secara nyata di lapangan yang diperoleh dari volume material siap pakai di lapangan dikurangi dengan volume material desain berdasarkan gambar rencana proyek dan *Bill of Quantity (BOQ)*, kemudian dikurangi dengan sisa material di lapangan yang masih bisa digunakan jika masih ada.

3.4. METODE PENGAMBILAN DATA MATERIAL SISA KONSTRUKSI DAN HUBUNGANNYA TERHADAP BIAYA PROYEK

Hubungan antara sisa material konstruksi baik berupa *direct waste* maupun *indirect waste* dengan biaya proyek di lapangan dapat diketahui dengan membuat tabel biaya sisa material hasil pengamatan lapangan seperti pada Tabel 3.2

Tabel 3.2. Biaya Sisa material Hasil Pengamatan Lapangan

No	Jenis Material (berdasarkan analisis Pareto)	Kuantitas Sisa material (%)	Biaya Material (Rp)	Biaya Sisa Sisa material (Rp)	(%) Terhadap Total Biaya Sisa Sisa material	Kumulatif
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
Total				(x)	100%	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek						

Sumber : Suryanto, Intan.dkk.Dimensi Teknik Sipil Vol 7 No.1.Maret 2005:36 – 45

Pada tabel di atas, material yang diteliti adalah *consumable material* dengan konsep *Pareto Law 20 – 80*, yaitu menetapkan jenis material yang akan diteliti yaitu 20% jenis material yang memiliki nilai sebesar 80% dari total nilai material rencana.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Tabel 3.2., maka dapat diketahui berapa besar biaya sisa material yang terjadi dan persentasenya terhadap total biaya proyek. Dengan mengacu pada data Tabel 3.2. di atas, maka sisa material tersebut dapat kita ketahui berapa besarnya persentase *direct* dan *indirect waste* untuk masing-masing jenis material sesuai dengan Tabel 3.3. berikut:

Tabel 3.3. Persentase Kategori Sisa material

No.	Jenis Material	Kategori Sisa material	
		<i>Direct Waste (%)</i>	<i>Indirect Waste (%)</i>
1.			
2.			
3.			

Sumber : Suryanto Intan.dkk. Dimensi Teknik Sipil Vol 7 No. 1.Maret 2005:36-45

Berdasarkan Tabel 3.3. di atas dapat diketahui berapa besar persentase *direct waste* maupun *Indirect waste* yang terjadi untuk setiap material yang diteliti. *Direct waste* biasanya di lapangan dalam bentuk fisik yang telah rusak dan tidak dapat diperbaiki, dan tidak dapat digunakan lagi sehingga pengaruhnya terhadap lingkungan lebih besar.

Sedangkan *indirect waste* lebih banyak berpengaruh terhadap kehilangan biaya. Hal itu disebabkan oleh kebutuhan volume material di lapangan menjadi lebih besar dari yang direncanakan, dan tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan, sehingga kurang berpengaruh terhadap lingkungan.

3.5. PENENTUAN JENIS MATERIAL DENGAN DIAGRAM PARETO

Untuk menentukan jenis material yang akan diteliti diambil berdasarkan analisa *Pareto* dimana jenis material nilainya 80% dari total material dari total material proyek. Penjelasan selengkapnya mengenai cara-cara pembuatan Diagram Pareto dapat dilihat pada landasan teori (Bab II). Berikut pembuatan Diagram Pareto pada studi sisa material konstruksi pada proyek perumahan Graha Bandara Malang tipe 30 dan tipe 36:

🍎 Langkah 1 :

- Menentukan jenis-jenis material yang akan diteliti (missal: batubata, kayu, keramik, besi, semen, dll)
- Menentukan data apa yang diperlukan dan bagaimana cara mengklasifikasi (missal: berdasarkan besarnya nilai biaya material)

🍎 Langkah 2 :

- Merencanakan lembaran catatan data yang memuat daftar semua item, dengan menyediakan ruang untuk jumlah total, sebagaimana contoh seperti pada tabel 3.4. dan 3.6. berikut:

TABEL 3.4 Jenis Material Berdasarkan Nilai Biaya Material Tipe A

No	Jenis Material	Biaya (Rp)
1	X1	3.000.000
2	X2	2.500.000
3	X3	2.000.000
4	X4	1.750.000
5	X5	1.500.000
6	X6	1.000.000
7	X7	750.000
	TOTAL	12.500.000

TABEL 3.5 Jenis Material Berdasarkan Nilai Biaya Material Tipe B

No	Jenis Material	Biaya (Rp)
1	X1	3.500.000
2	X2	3.000.000
3	X3	2.500.000
4	X4	2.000.000
5	X5	1.500.000
6	X6	1.000.000
7	X7	500.000
	TOTAL	14.000.000

🍏 **Langkah 3 :**

- Mengisi lembaran catatan dan menghitung jumlah total

🍏 **Langkah 4 :**

- Membuat lembaran data Diagram Pareto yang memuat daftar semua item, sebagaimana contoh seperti pada Tabel 3.6. dan 3.7. berikut:

TABEL 3.6. Daftar Semua Item untuk Membuat Diagram Pareto Rumah Tipe A

No.	Type Cacat	Jumlah	Total Kumulatif	Persentase Keseluruhan	Persentase Komulatif
1	X1	3.000.000	3.000.000	24,00	24,00
2	X2	2.500.000	5.500.000	20,00	44,00
3	X3	2.000.000	7.500.000	16,00	60,00
4	X4	1.750.000	9.250.000	14,00	74,00
5	X5	1.500.000	10.750.000	12,00	86,00
6	X6	1.000.000	11.750.000	8,00	94,00
7	X7	750.000	12.500.000	6,00	100,00
	TOTAL	12.500.000	-	100	-

TABEL 3.7. Daftar Semua Item untuk Membuat Diagram Pareto Rumah Tipe B

No	Type Cacat	Jumlah	Total Kumulatif	Persentase Keseluruhan	Persentase Komulatif
1	X1	3.500.000	3.000.000	25,00	21,43
2	X2	3.000.000	6.000.000	21,43	42,86
3	X3	2.500.000	8.500.000	17,86	60,71
4	X4	2.000.000	10.500.000	14,29	75,00
5	X5	1.500.000	12.000.000	10,71	85,71
6	X6	1.000.000	13.000.000	7,14	92,86
7	X7	500.000	13.500.000	3,57	96,43
	TOTAL	14.000.000	-	100	-

🍷 **Langkah 5 :**

- Mengatur item dalam urutan jumlah dan mengisi lembaran data. Item “Lain-lain” harus diletakkan pada garis terakhir.

🍷 **Langkah 6 :**

- Menggambar 2 sumbu vertical dan sumbu horizontal, yaitu:

- a. Sumbu Vertikal
Menandai sumbu vertikal kiri dengan skala dari 0 sampai dengan total seluruhnya dan sumbu vertikal kanan dengan skala 0% - 100%.
- b. Sumbu Horizontal
Membagi sumbu ini dengan jumlah interval sampai jumlah item yang diklasifikasikan.

🍏 **Langkah 7 :**

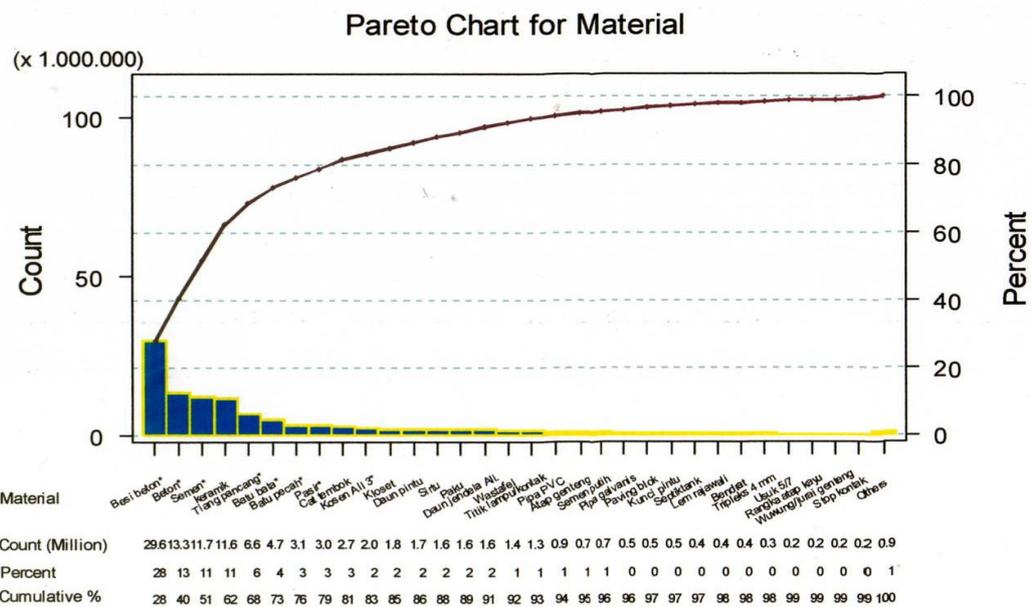
- Membuat diagram balok

🍏 **Langkah 8 :**

- Menggambar kurva kumulatif (kurva Pareto)
- Menandai nilai kumulatif di atas interval pada kurva kumulatif dari setiap item, dan menghubungkan titik-titik tersebut dengan garis.

🍏 **Langkah 9 :**

- Menulis item-item yang diperlukan pada diagram, yaitu:
 - a. Item yang berhubungan dengan diagram: judul, harga material, jenis material. Seperti contoh pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1.Diagram Pareto untuk Pelaksanaan



3.6. LANGKAH – LANGKAH PENELITIAN

1. Pemilihan Sampel

Proses memilih orang, objek, atau kejadian yang tepat untuk penelitian dikenal dengan *pengambilan sampel/sampling*. Sedangkan keseluruhan kelompok orang, kejadian atau hal minat yang ingin peneliti investigasi disebut *populasi*, dan sebuah *elemen* merupakan satu anggota populasi. Dan *sampel* adalah sebagian dari populasi tersebut, yang anggotanya terdiri atas sejumlah anggota yang dipilih dari populasi. (metodologi penelitian untuk bisnis, 2002). Dalam acuan sebaran normal, jumlah sampel minimal adalah 30 sampel untuk populasi kecil. Namun untuk populasi yang besar, jumlah sampel (n) ditentukan berdasarkan rumus, sebagai berikut: (Eriyanto, 2007, Teknik Sampling Analisis Opini Publik)

$$n = (Z \cdot Z (P (1- P))) \cdot \frac{N}{(Z \cdot Z (P(1-P)) + (N-1) \cdot (E \cdot E))}$$

Keterangan : Z = mengacu pada nilai (tingkat kepercayaan)

Dalam hal ini tingkat kepercayaannya 90%, sehingga Z= 1,65

N = jumlah populasi

untuk tipe 30 N= 24

untuk tipe 36 N= 63

P = variasi populasi, kita anggap 50% atau 0,5

E = kesalahan sampel yang dikehendaki,
dalam hal ini dianggap 10% atau 0,1

➤ Penentuan jumlah sampel untuk perumahan tipe 30

$$n = (1,65 \cdot 1,65 (0,5 (1-0,5))) \cdot \frac{24}{(1,65 \cdot 1,65(0,5(1-0,5)) + (24-1) \cdot 0,1 \cdot 0,1)} = 17,94 = 18$$

➤ Penentuan jumlah sampel untuk perumahan tipe 36

$$n = (1,65 \cdot 1,65 (0,5 (1-0,5))) \cdot \frac{63}{(1,65 \cdot 1,65(0,5(1-0,5)) + (63-1) \cdot 0,1 \cdot 0,1)} = 32,97 = 33$$

Dalam penelitian ini, rumah tipe 30 dan tipe 36 merupakan populasi, kemudian tiap-tiap rumah tipe 30 dan 36 merupakan elemen. Dalam pengambilan

sampel digunakan *probabilitas acak sederhana* . Probability adalah pengambilan sampel secara acak (random) dengan memberikan peluang yang sama seluruh populasi untuk dipilih sebagai sampel penelitian. Pengambilan Sampel Acak/Random Sederhana (Simple Random Sampling). Pengambilan sampel yang dilakukan secara acak atau random dari populasi, yang memungkinkan setiap individu berpeluang untuk menjadi sampel penelitian, dengan cara melalui undian. Persampelan ini dilakukan karena populasi dianggap seragam /homogen. (<http://sepercik-supriatna73.blogspot.com/2008/12/teknik-pengambilan-sampel.html>)

Analisa statistik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan bantuan program computer *SPSS*, untuk mengetahui nilai margin maksimum dan minimum.

2. Pembuatan Kuesioner

Kuesioner yang dibuat berupa pertanyaan yang disusun berdasarkan literature dari pengamatan lapangan dimana setiap pertanyaan dilengkapi dengan pilihan besarnya kuantitas sisa material dalam bentuk persentase(%). Setiap pertanyaan dilengkapi dengan pilihan bobot angka dimana responden dapat memilih salah satu dari pilihan yang ada. Jawaban responden diukur dengan menggunakan skala likert (*Lykert scale*) diadakan *scoring* yakni pemberian nilai numerikal 1, 2, 3, 4 dan 5.

3. Penyebaran Kuesioner

Kuesioner yang dibuat dalam penelitian ini diberikan kepada manajer lapangan, pengawas lapangan, pelaksana lapangan, dan mandor pada proyek perumahan Graha Bandara Malang khususnya tipe 30 dan tipe 36. Penyebaran kuesioner dilakukan pada saat selesai pengerjaan proyek, sehingga data yang didapat masih aktual serta tidak mengganggu pelaksanaan proyek.

Kuesioner tersebut sejumlah sampel yang telah diperoleh, yaitu berdasarkan hitungan di atas untuk tipe 30 diambil 18 sampel yang diambil secara acak, untuk tipe 36 diambil sampel sebanyak 33 yang diambil secara acak, kemudian dibagikan kepada empat responden yang terkait (manajer lapangan, pelaksana lapangan, pengawas lapangan, dan mandor).

4. Analisa Jawaban Responden

🍏 Untuk mengetahui material yang paling berpengaruh terhadap timbulnya sisa material

Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk jawaban responden atas pertanyaan dalam kuesioner dengan menggunakan program SPSS *Analisis Regresi Berganda* versi 15, untuk mengetahui material yang paling berpengaruh terhadap timbulnya sisa material.

Analisis Regresi Berganda adalah suatu metode analisis statistik yang mempelajari pola hubungan antara dua atau lebih variabel. Berikut model analisis regresi linier berganda :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \varepsilon$$

Keterangan:

Y = Variabel variabel tak bebas/ terikat (Dependen)

X 1- 7 = Variabel variabel bebas ke1-7(Independen Pertama)

β_0 = Konstanta (Intersept)

β_1 = Koefisien regresi dari variabel X₁ (batu-bata)

β_2 = Koefisien regresi dari variabel X₂ (keramik)

β_3 = Koefisien regresi dari variabel X₃ (kayu)

β_4 = Koefisien regresi dari variabel X₄ (besi)

β_5 = Koefisien regresi dari variabel X₅ (pasir)

β_6 = Koefisien regresi dari variabel X₆ (semen)

β_7 = Koefisien regresi dari variabel X₇ (genteng)

ε = Error

Untuk mendapatkan nilai konstanta dan masing-masing nilai koefisien regresi pada persamaan tersebut di atas, khusus untuk analisis regresi linier berganda dengan tiga variabel (satu variabel dependen dan dua variabel independen) sudah tersedia rumusnya, sedangkan jika analisis regresi linier berganda dengan lebih tiga variabel maka harus menggunakan metode matrik.

Untuk kemudahan dalam perhitungan, maka digunakan jasa computer SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) Windows Version 15.0., dalam analisa SPSS maka dilakukan uji-uji sebagai berikut:

❶ Uji Simultan Model Regresi

Uji simultan (keseluruhan; bersama-sama) pada konsep regresi linier adalah pengujian mengenai apakah model regresi yang didapatkan benar-benar dapat diterima. Bertujuan untuk menguji apakah antara variabel-variabel bebas X dan terikat Y, benar-benar terdapat hubungan linier (*linear relation*). Hipotesis yang berlaku dalam pengujian ini adalah :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Tidak semua } \beta_i = 0$$

Dimana: $i = 1, 2, \dots, k$

k = banyaknya variabel bebas X

β_i = parameter (koefisien) ke- i model regresi linier

Penjabaran secara hitungan untuk uji simultan ini dapat ditemui pada tabel ANOVA (*Analysis Of Variance*). Di dalam tabel ANOVA akan ditemui nilai statistik-F (F_{hitung}), dimana:

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}(db_1, db_2)$ maka H_0 diterima, sedangkan

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}(db_1, db_2)$ maka H_0 ditolak.

db_1 dan db_2 adalah parameter-parameter F_{tabel} , dimana:

db_1 = derajat bebas 1

$$= p - 1$$

db_2 = derajat bebas 2

$$= n - p$$

p = banyaknya parameter (koefisien) model regresi linier

= banyaknya variabel bebas + 1

n = banyaknya pengamatan

Apabila H_0 ditolak, maka model regresi yang diperoleh dapat digunakan.

❷ Koefisien Determinasi R^2

Yaitu besarnya keragaman (informasi) di dalam variabel Y yang dapat diberikan oleh model regresi yang didapatkan. Nilai R^2 berkisar antara 0 - 1. Apabila nilai R^2 dikalikan 100%, maka hal ini menunjukkan persentase.

🌀 Uji Parsial

Uji parsial digunakan untuk menguji apakah sebuah variabel bebas X benar-benar memberikan kontribusi terhadap variabel X masih memberikan kontribusi secara signifikan terhadap variabel terikat Y. Hipotesis untuk uji ini adalah:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad , \text{Dimana : } j = 0, 1, \dots, k$$

k = banyaknya variabel bebas X

Uji parsial ini menggunakan uji-t, yaitu:

Jika $t_{hitung} \leq t_{tabel} (n-p)$, maka H_0 diterima

Jika $t_{hitung} > t_{tabel} (n-p)$, maka H_0 ditolak

Dimana: $(n-p)$ = parameter t_{tabel}

n = banyaknya pengamatan

p = banyaknya parameter (koefisien) model regresi linier

Apabila H_0 ditolak, maka variabel bebas X tersebut memiliki kontribusi yang signifikan terhadap variabel terikat Y.

🍀 Untuk mengetahui penyebab paling dominan terhadap sisa material yang ditimbulkan

Setelah diketahui material yang paling berpengaruh terhadap sisa material konstruksi yang timbul, kemudian dianalisa lagi untuk mengetahui penyebab paling dominan dari sisa material yang timbul tadi dengan menggunakan *Analisis Faktor*.

Analisa Faktor (*Factor Analysis (FA)*) adalah alat analisis statistik yang dipergunakan untuk mereduksi/mengurangi data (data reduction) dengan meminimalkan informasi yang hilang atau untuk mendeteksi struktur hubungan antar variabel. (statistics & psychology, 2009)

Adapun faktor disini dibentuk dari sekumpulan variabel penelitian yang meliputi dari beberapa variabel laten yang dibentuk dari item/indikator, misalnya:

1. $(X_{1.1})$

2. $(X_{1.2})$

3. $(X_{1.3})$

4. ($X_{1.4}$)
5. ($X_{1.5}$)
6. ($X_{1.6}$)

Dari ke 6 item tersebut akan direduksi menjadi beberapa faktor. Variabel laten didapat dari Item pertanyaan yang diperoleh dari instrumen penelitian berupa kuesioner, yang menggunakan skala Likert. Skala Likert yang dipergunakan menggunakan 5 skala yaitu (1) Sangat Tidak Setuju (STS), (2) Tidak Setuju (TS), (3) Ragu-ragu (RR), (4) Setuju (S), dan (5) Sangat Setuju (SS). Item pertanyaan ini dipersepsikan dari sejumlah obyek penelitian.

Dalam analisis faktor, dilakukan pengujian independensi variabel penelitian, berupa independensi matriks korelasi. Hal ini dikarenakan analisis faktor bisa dipergunakan dengan tepat (*usefulness*) jika variabel-variabel yang akan dianalisis saling berkorelasi (atau saling independensi). Dalam penelitian ini, ditekankan pada pengukuran Ukuran *Communalities* yang digunakan untuk mengetahui faktor mana yang paling berpengaruh terhadap variabel bebas yang paling berpengaruh.

Dengan bantuan software SPSS, maka didapat tabel seperti contoh di bawah :

Tabel 3.8. Hasil Pengujian *Communalities*

Item	Communalities
$X_{1.1}$	0,983
$X_{1.2}$	0,725
$X_{1.3}$	0,817
$X_{1.4}$	0,709
$X_{1.5}$	0,021
$X_{1.6}$	0,047

Berdasarkan tabel di atas, nilai *communalities* terbesar adalah variabel $X_{1.1}$ dengan 0,983. hal ini berarti sekitar 98.3% varians dari variabel $X_{1.1}$ dapat dijelaskan oleh faktor yang akan terbentuk. Jadi dapat disimpulkan bahwa faktor apa yang pengaruhnya paling besar.

🍀 **Untuk membandingkan rata-rata dari dua grup yang yang tidak berhubungan satu dengan yang lainnya**

Uji *Mann-Whitney* digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua grup yang tidak berhubungan satu dengan yang lain, apakah kedua grup tersebut mempunyai rata-rata yang sama ataukah tidak secara signifikan.

Data yang digunakan dianggap berdistribusi bebas. Uji *Mann Whitney* ada 2 macam, yaitu uji T dan uji Z. Uji T digunakan untuk data yang jumlahnya kurang dari 30, sedangkan uji Z digunakan untuk data yang jumlahnya lebih dari 30. Pada Uji *Mann-Whitney* maka terdapat:

1. Hipotesis

Hipotesis dalam kasus ini :

H_0 : Kedua populasi identik (kedua grup yang dibandingkan tidak berbeda secara signifikan).

H_1 : Kedua populasi tidak identik (kedua grup yang dibandingkan memang berbeda secara signifikan).

2. Pengambilan keputusan

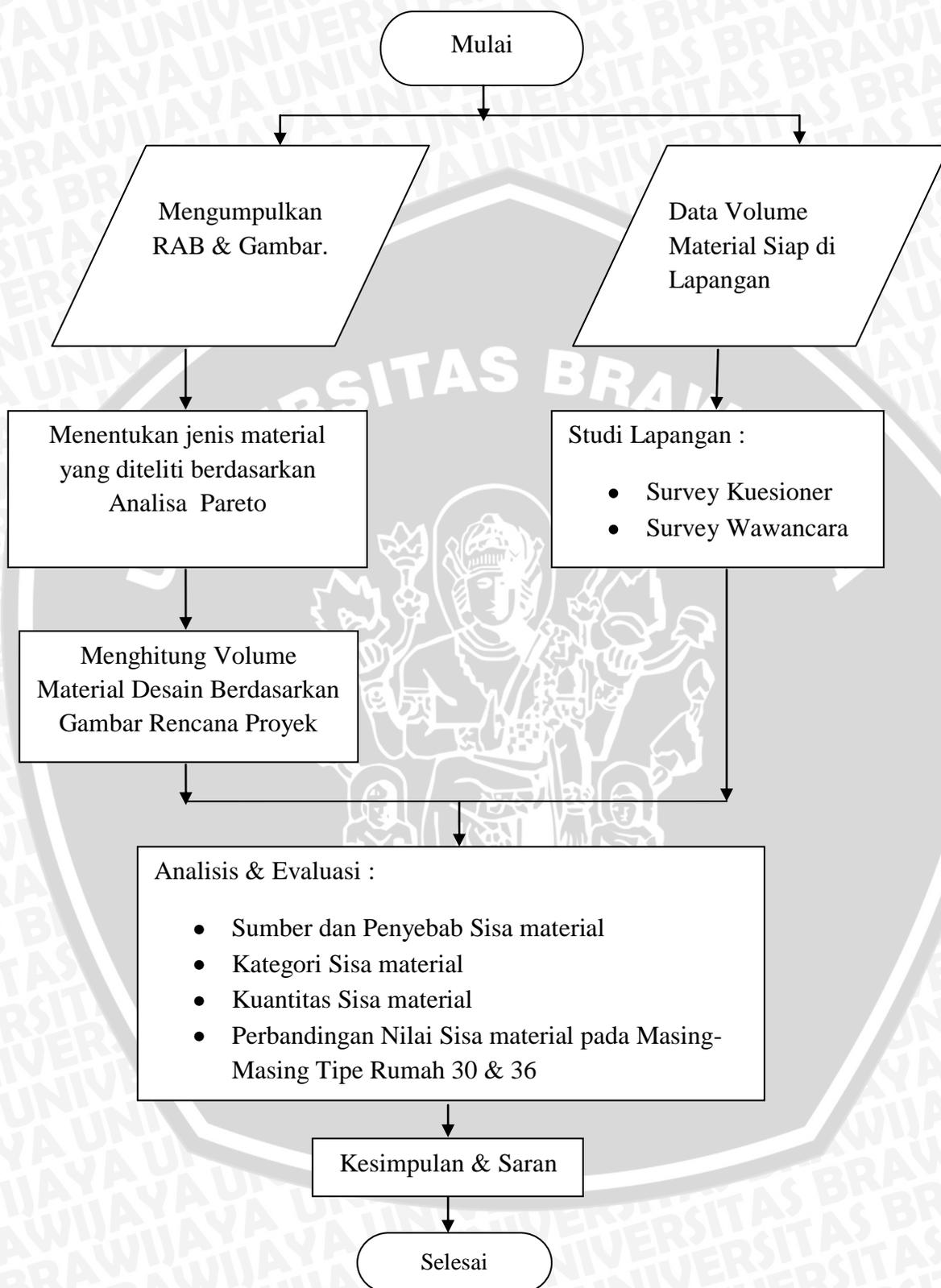
Dasar pengambilan keputusan:

- Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

5. Pengambilan Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan yang akan dapat menjawab permasalahan.

➤ Berikut diagram alir penelitian pada **gambar 3.2** :

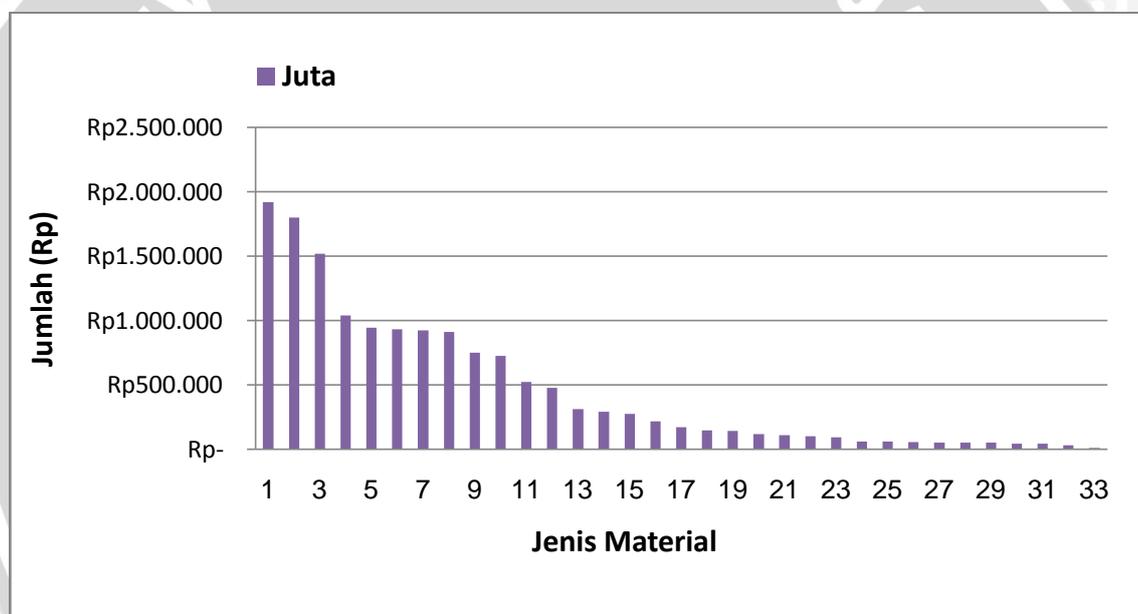


BAB 1V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. JENIS MATERIAL BERDASARKAN HARGA MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN DIAGRAM PARETO

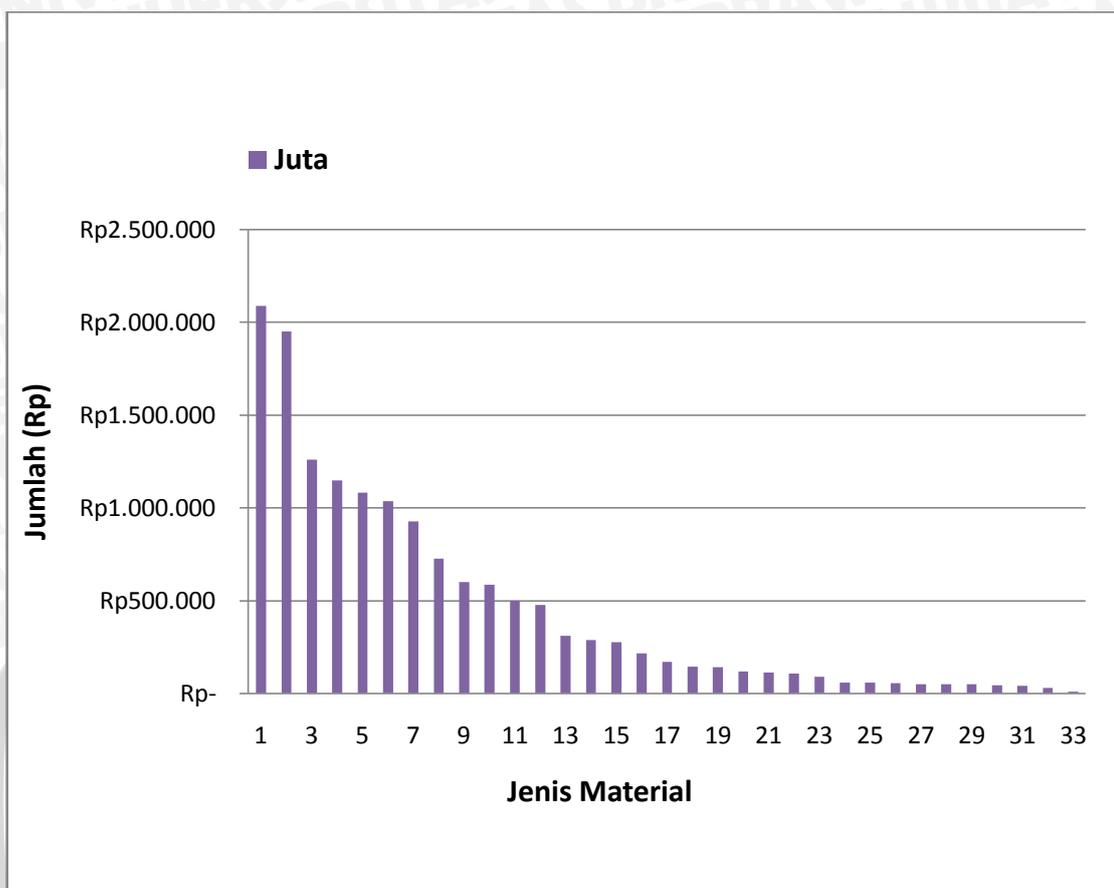
Proyek konstruksi yang diteliti mengenai sisa materialnya adalah proyek Perumahan Graha Bandara Residence tipe 30 dan 36 di Malang. Material yang distudi adalah *consumable material*. Konsep *Pareto's Law 80*, diterapkan untuk menetapkan jenis material yang akan distudi, yaitu semua jenis material yang memiliki nilai sebesar 80% dari total nilai material rencana. **Gambar 4.1** dan **4.2** berikut merupakan bentuk Diagram Pareto berdasarkan harga material pada pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence :



Keterangan :

1 Kayu:	12 Daun Jendela + kaca	23 Bak mandi
2 Batu Bata	13 Cat:	24 Roster:
3 Besi:	14 Pipa:	25 Plamir Kayu
4 Genteng	15 Paku:	26 Bendrat
5 Pasir Pasang	16 Eternit	27 Kalisium
6 Keramik:	17 Pilar	28 Pelengkung
7 Kusen:	18 Lem Rajawali	29 Grendel
8 Semen	19 Slot	30 Kloset
9 Kapur	20 talang seng	31 Engsel
10 Daun Pintu Doble Triplek	21 wuwung	32 Semen Putih
11 Batu Gunung Pondasi	22 Teenslagh	33 Keran

Gambar 4.1 Diagram Pareto Jenis Material Berdasarkan Besarnya Harga Material
Proyek Untuk Rumah Tipe 30



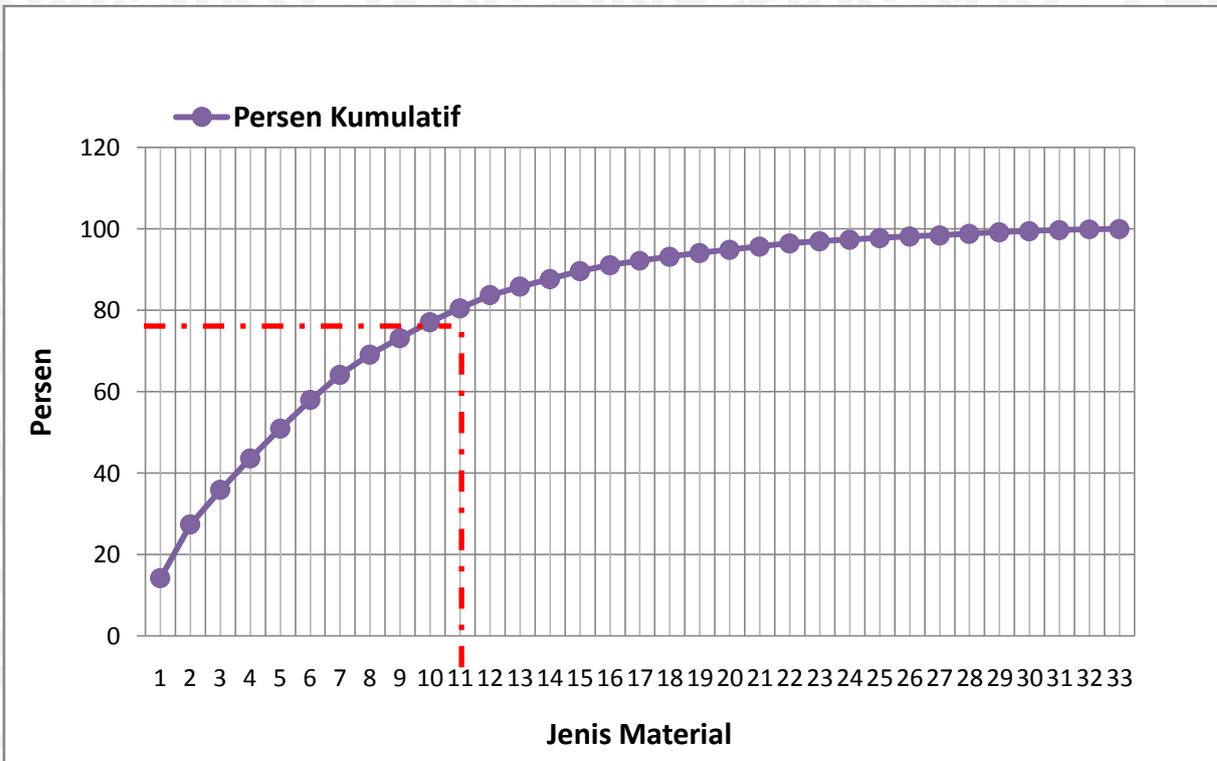
Keterangan :

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| 1 Batu Bata | 18 Lem Rajawali |
| 2 Besi: | 19 Slot |
| 3 Semen | 20 talang seng |
| 4 Genteng | 21 Teenslagh |
| 5 Keramik: | 22 Wuwung |
| 6 Pasir Pasang | 23 Bak mandi |
| 7 Kusen: | 24 Roster: |
| 8 Daun Pintu Doble Triplek | 25 Plamir Kayu |
| 9 Kapur | 26 Bendrat |
| 10 Batu Gunung Pondasi | 27 Kalisium |
| 11 Kayu: | 28 Pelengkung |
| 12 Daun Jendela + kaca | 29 Grendel |
| 13 Cat: | 30 Kloset |
| 14 Pipa: | 31 Engsel |
| 15 Paku: | 32 Semen Putih |
| 16 Eternit | 33 Keran |
| 17 Pilar | |

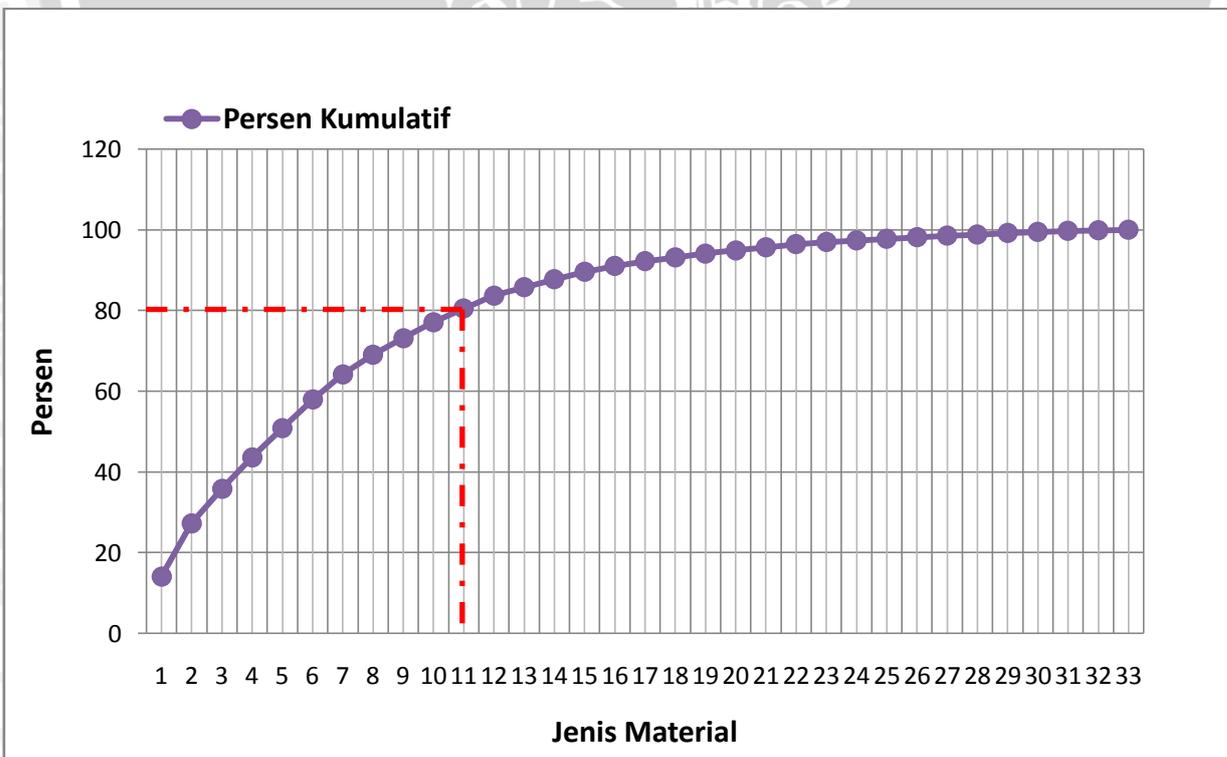
Gambar 4.2 Diagram Pareto Jenis Material Berdasarkan Besarnya Harga Material

Proyek Untuk Rumah Tipe 36

Berdasarkan **Gambar 4.1 dan 4.2** dapat digambarkan Diagram Pareto Material dengan jenis material pada sumbu-X dan persen kumulatif pada sumbu-Y berdasarkan harga material konstruksi, yaitu pada **Gambar 4.3** untuk rumah tipe 30 dan **Gambar 4.4** untuk rumah tipe 36, sbb:



Gambar 4.3 Diagram Pareto Berdasarkan Persentase Untuk Rumah Tipe 30



Gambar 4.4 Diagram Pareto Berdasarkan Persentase Untuk Rumah Tipe 36

Pada **Gambar 4.3** di atas yaitu gambar Diagram Pareto untuk rumah tipe 30 menunjukkan bahwa nilai kumulatif yang memenuhi jumlah persentase 80% dari total nilai material (pada sumbu Y), diperoleh 11 jenis material terbesar (sumbu X) yang akan dijadikan bahan pertimbangan material yang akan diteliti sesuai dengan aturan *Pareto Law*.

Pada **Gambar 4.4** di atas yaitu gambar Diagram Pareto untuk rumah tipe 36 menunjukkan bahwa nilai kumulatif yang memenuhi jumlah persentase 80% dari total nilai material (pada sumbu Y), diperoleh 11 jenis material terbesar (sumbu X) yang akan dijadikan bahan pertimbangan material yang akan diteliti sesuai dengan aturan *Pareto Law*.

Berdasarkan Diagram Pareto di atas (Gambar 4.1, 4.2, 4.3, & 4.4), dapat dibuat tabel jenis material golongan *consumable material* yang akan diteliti, yaitu jenis material yang memiliki nilai kumulatif sebesar 80% dari total nilai material. Berikut akan ditampilkan pada **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.2** berikut ini :



✚ **Tabel 4.1** Jenis & Nilai Material Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah

Tipe 30

Material telah diurutkan berdasarkan besarnya nilai material dari nilai yang terbesar

No	Jenis Material	Volume Aktual	Satuan	Harga Aktual (Rp)	Total Harga Aktual (Rp)	Biaya (Rp)	Persentase Biaya (%)
1	Batu Bata	8000	biji	240	1.920.000	1.920.000	12.931
2	Kayu:		M ³			1.800.000	12.123
	Kayu Andangan	0.25	M ³	500.000	125.000		10.237
	Kayu kap, plafon	2.5	M ³	630.000	1.575.000		6.984
	kayu randu	20	bj	5.000	100.000		6.364
3	Besi:		Ljr			1.520.000	6.263
	Besi 5,2	57	Ljr	20.000	1.140.000		6.230
	Besi 3,8	38	Ljr	10.000	380.000		6.129
4	Genteng	610	bj	1.700	1.037.000	1.037.000	5.051
5	Pasir Pasang	21	M ³	45.000	945.000	945.000	4.883
6	Keramik:		m ²			930.000	3.502
	Keramik Kamar Mandi	2.5	Dus	32.000	80.000		3.199
	Keramik	34	m ²	25.000	850.000		2.081
7	Kusen:		bj			925.000	1.940
	Kusen Pintu	5	bj	100.000	500.000		1.845
	Kusen Jendela	5	bj	85.000	425.000		1.445
8	Semen 40 Kg	26	sak	35.000	910.000	910.000	1.145
9	Kapur	375	sak	2.000	750.000	750.000	0.970
10	Daun Pintu Doble Triplek	5	bj	145.000	725.000	725.000	0.943
11	Batu Gunung Pondasi	8	M ³	65.000	520.000	520.000	0.788
12	Daun Jendela + kaca	5	bj	95.000	475.000	475.000	0.717
13	Cat:					309.000	0.657
	Cat dinding	12	galon	22.000	264.000		0.606
	Cat Minyak	6	kg	7.500	45.000		0.384
14	Pipa:					288.000	0.377
	Pipa PVC Maspion 3 "	6	lnjr	40.000	240.000		0.370
	Pipa PVC 1/2"	3	lnjr	16.000	48.000		0.337
15	Paku:					274.000	0.337
	Paku 2"	0.5	Kg	13.000	6.500		0.337
	Paku 2.5"	2	Kg	13.000	26.000		0.290
	Paku 3"	4	Kg	11.500	46.000		0.269
	Paku 4"	7.5	Kg	11.500	86.250		0.202
	Paku Payung	0.5	Kg	11.500	5.750		0.067
	Paku dudukan	1	Kg	11.500	11.500		12.931
	Paku internit	4	Kg	11.500	46.000		12.123
	Paku reng	4	Kg	11.500	46.000		10.237
16	Eternit	55	Bh	3.900	214.500	214.500	6.984
17	Pilar	2	bj	85.000	170.000	170.000	6.364
18	Lem Rajawali	18	bks	8.000	144.000	144.000	6.263
19	Slot	5	bj	28.000	140.000	140.000	6.230

➤ Lanjutan **Tabel 4.1** Jenis & Nilai Material Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 30

No	Jenis Material	Volume Aktual	Satuan	Harga Aktual (Rp)	Total Harga Aktual (Rp)	Biaya (Rp)	Persentase Biaya (%)
20	Talang seng	9	m	13.000	117.000	117.000	6.129
21	Wuwung	56	bj	1.900	106.400	106.400	5.051
22	Teenslagh	1.3	M3	75.000	97.500	97.500	4.883
23	Bak mandi	1	bj	90.000	90.000	90.000	3.502
24	Roster:					57.000	3.199
	Roster 25x25	8	bj	4.000	32.000		2.081
	Roster matahari	1	bj	25.000	25.000		1.940
25	Plamir Kayu	2	Galon	28.000	56.000	56.000	1.845
26	Bendrat	5	Kg	11.000	55.000	55.000	1.445
27	Kalisium	2.5	sak	20.000	50.000	50.000	1.145
28	Pelengkung	1	Bj	50.000	50.000	50.000	0.970
29	Grendel	10	bj	5.000	50.000	50.000	0.943
30	Kloset	1	bj	43.000	43.000	43.000	0.788
31	Engsel	10	bj	4.000	40.000	40.000	0.717
32	Semen Putih	0.5	Sak	60.000	30.000	30.000	0.657
33	Keran	1	bj	10.000	10.000	10.000	0.606
TOTAL BIAYA						14.848.400	100

Sumber : Data manajer lapangan dan hasil perhitungan, 2009

➤ **Tabel 4.2** Jenis & Nilai Material Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 36

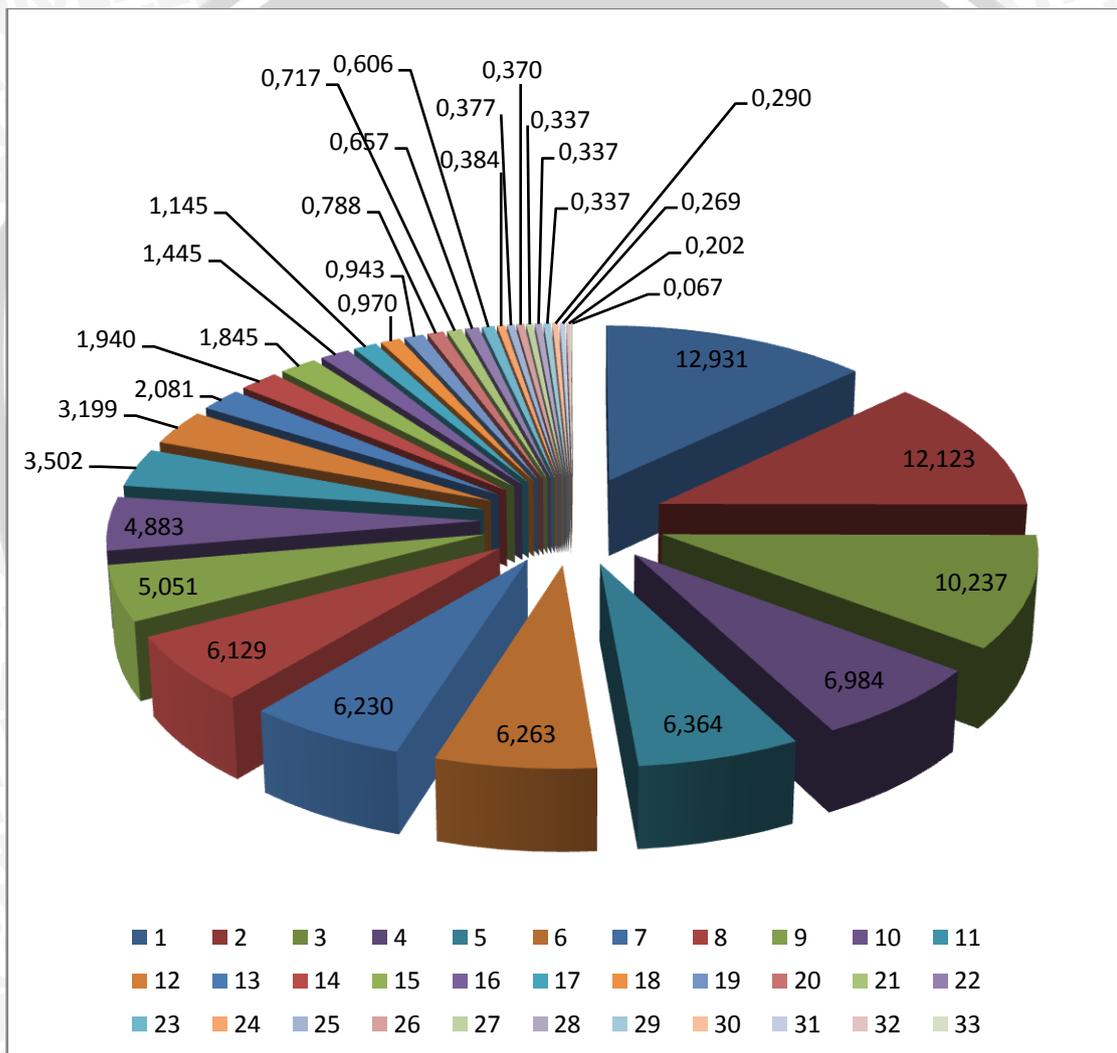
Material telah diurutkan berdasarkan besarnya nilai material dari yang terbesar

No	Jenis Material	Vol. Aktual	Satuan	Harga Aktual (Rp)	Total Harga Aktual (Rp)	Biaya (Rp)	Persentase Biaya (%)
1	Batu Bata	8700	biji	240	2.088.000	2.088.000	14.130
2	Besi:					1.950.000	13.196
	Besi 6,2"	75	Ljr	20.000	1.500.000		
	Besi 4,2"	45	Ljr	10.000	450.000		
3	Semen 40 Kg	36	sak	35.000	1.260.000	1.260.000	8.527
4	Genteng	675	bj	1.700	1.147.500	1.147.500	7.765
5	Keramik:					1.080.000	7.309
	Keramik Kamar Mandi	2.5	Dus	32.000	80.000		
	Keramik	40	m2	25.000	1.000.000		
6	Pasir Pasang	23	M3	45.000	1.035.000	1.035.000	7.004
7	Kusen:					925.000	6.260
	Kusen Pintu	5	bj	100.000	500.000		
	Kusen Jendela	5	bj	85.000	425.000		
8	Daun Pintu Doble Triplek	5	bj	145.000	725.000	725.000	4.906

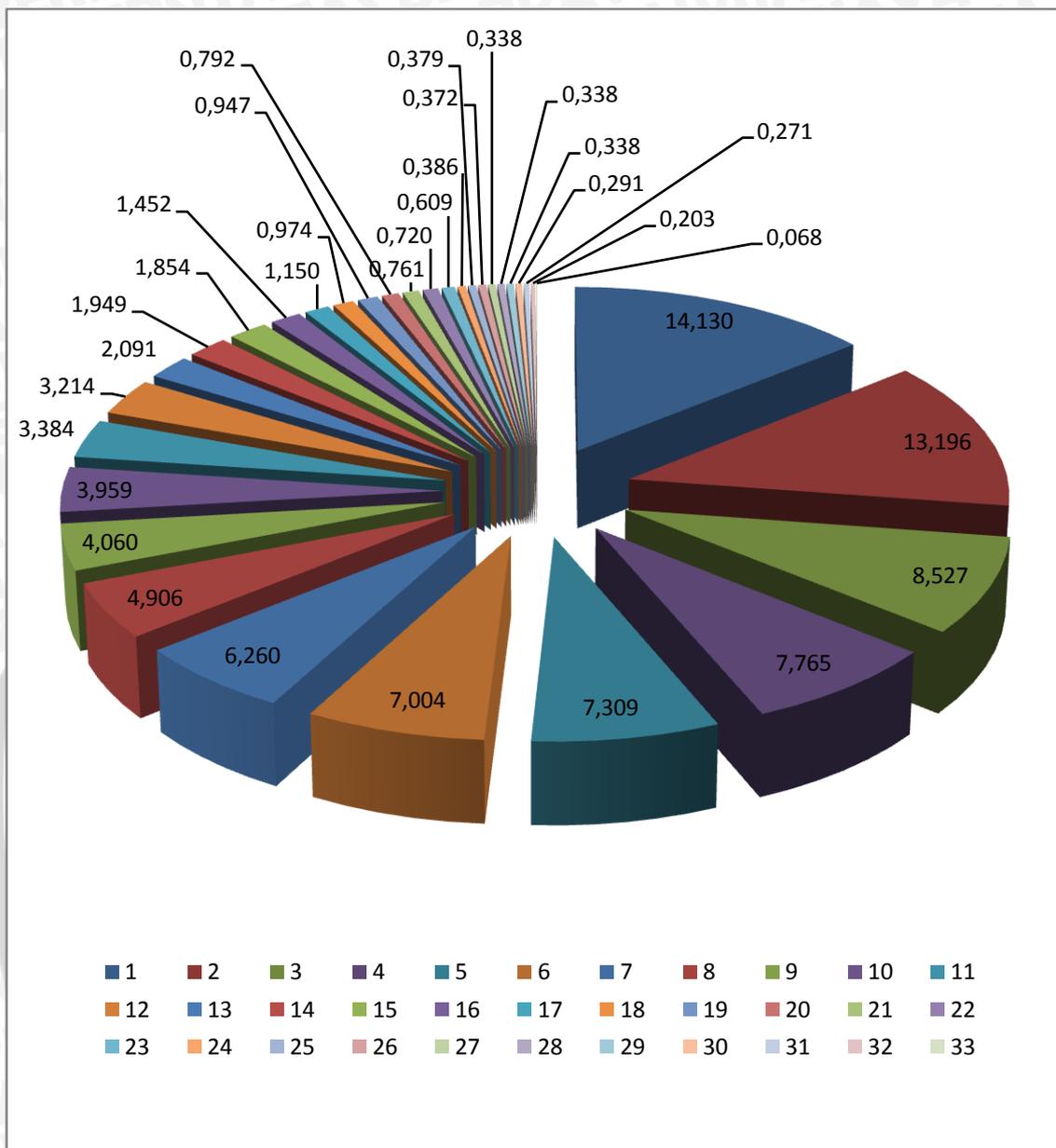
Lanjutan **Tabel 4.2.** Jenis & Nilai Material Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 36

No	Jenis Material	Vol. Aktual	Satuan	Harga Aktual (Rp)	Total Harga Aktual(Rp)	Biaya (Rp)	Persentase Biaya (%)
9	Kapur	300	sak	2.000	600.000	600.000	4.060
10	Batu Gunung Pondasi	9	M3	65.000	585.000	585.000	3.959
11	Kayu:					500.000	3.384
	Kayu Andangan	0.25	M3	900.000	225.000		
	Kayu kap, plafon	2.75	M3	950.000	2.612.500		
	kayu randu	20	bj	6.000	120.000		
12	Daun Jendela + kaca	5	bj	95.000	475.000	475.000	3.214
13	Cat:					309.000	2.091
	Cat dinding	12	galon	22.000	264.000		
	Cat Minyak	6	kg	7.500	45.000		
14	Pipa:					288.000	1.949
	Pipa PVC Maspion 3 "	6	lnjr	40.000	240.000		
	Pipa PVC 1/2"	3	lnjr	16.000	48.000		
15	Paku:					274.000	1.854
	Paku 2"	0.5	Kg	13.000	6.500		
	Paku 2.5"	2	Kg	13.000	26.000		
	Paku 3"	4	Kg	11.500	46.000		
	Paku 4"	7.5	Kg	11.500	86.250		
	Paku Payung	0.5	Kg	11.500	5.750		
	Paku duduran	1	Kg	11.500	11.500		
	Paku internit	4	Kg	11.500	46.000		
	Paku reng	4	Kg	11.500	46.000		
16	Eternit	55	Bh	3.900	214.500	214.500	1.452
17	Pilar	2	bj	85.000	170.000	170.000	1.150
18	Lem Rajawali	18	bks	8.000	144.000	144.000	0.974
19	Slot	5	bj	28.000	140.000	140.000	0.947
20	Talang seng	9	m	13.000	117.000	117.000	0.792
21	Teenslagh	1.5	M3	75.000	112.500	112.500	0.761
22	Wuwung	56	bj	1.900	106.400	106.400	0.720
23	Bak mandi	1	bj	90.000	90.000	90.000	0.609
24	Roster:					57.000	0.386
	Roster 25x25	8	bj	4.000	32.000		
	Roster matahari	1	bj	25.000	25.000		
25	Plamir Kayu	2	Galon	28.000	56.000	56.000	0.379
26	Bendrat	5	Kg	11.000	55.000	55.000	0.372
27	Kalisium	2.5	sak	20.000	50.000	50.000	0.338
28	Pelengkung	1	Bj	50.000	50.000	50.000	0.338
29	Grendel	10	bj	5.000	50.000	50.000	0.338
30	Kloset	1	bj	43.000	43.000	43.000	0.291
31	Engsel	10	bj	4.000	40.000	40.000	0.271
32	Semen Putih	0.5	Sak	60.000	30.000	30.000	0.203
33	Keran	1	bj	10.000	10.000	10.000	0.068
TOTAL BIAYA						14.776.900	100

Berdasarkan **Tabel 4.1** dan **4.2** di atas, maka dapat dibuat dalam bentuk gambar berupa diagram lingkaran, berdasarkan persentase biaya masing-masing material pada pembangunan proyek perumahan Graha Bandara Residence, yang menunjukkan biaya material terbesar untuk rumah tipe 30 terjadi pada material batu bata dan material terkecil pada material keran, begitu pula untuk rumah tipe 36 material terbesar terjadi pada material batu bata dan material terkecil terjadi pada material keran. Dan hasil selengkapnya ditampilkan pada **Gambar 4.5 dan 4.6** berikut ini:



Gambar 4.5 Persentase Biaya Masing-masing Material Pada Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 30

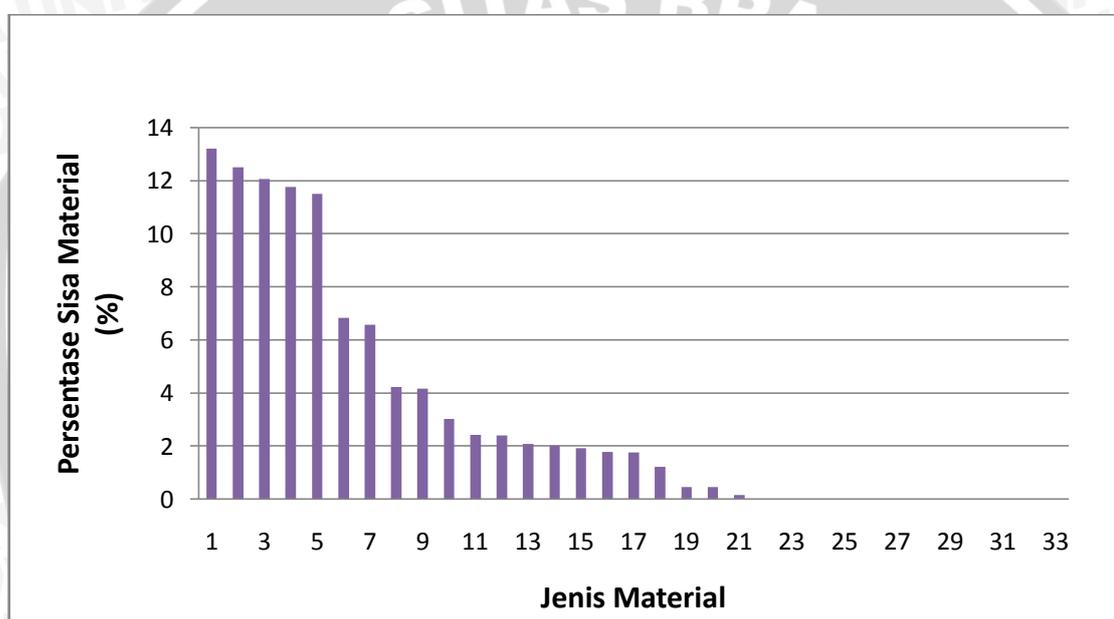


Gambar 4.6 Persentase Biaya Masing-masing Material Pada Prorek Perumahan Graha Bandara Residence Untuk Rumah Tipe 36

4.2. JENIS MATERIAL BERDASARKAN KUANTITAS SISA MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN DIAGRAM PARETO

Kuantitas sisa material untuk 11 jenis material yang diperoleh dari konsep *Pareto's Law 80* yang akan dijadikan bahan pertimbangan untuk diteliti diperoleh dari data volume sisa material yang diberikan pihak kontraktor.

Berdasarkan data dari pihak kontraktor pelaksana pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence Pakis Malang, bahwa besarnya biaya material tidak selalu berbanding lurus dengan kuantitas sisa material yang dihasilkan di lapangan, dapat dilihat pada **Gambar 4.7** untuk rumah tipe 30 dan **Gambar 4.8** untuk rumah tipe 36, sebagai berikut:

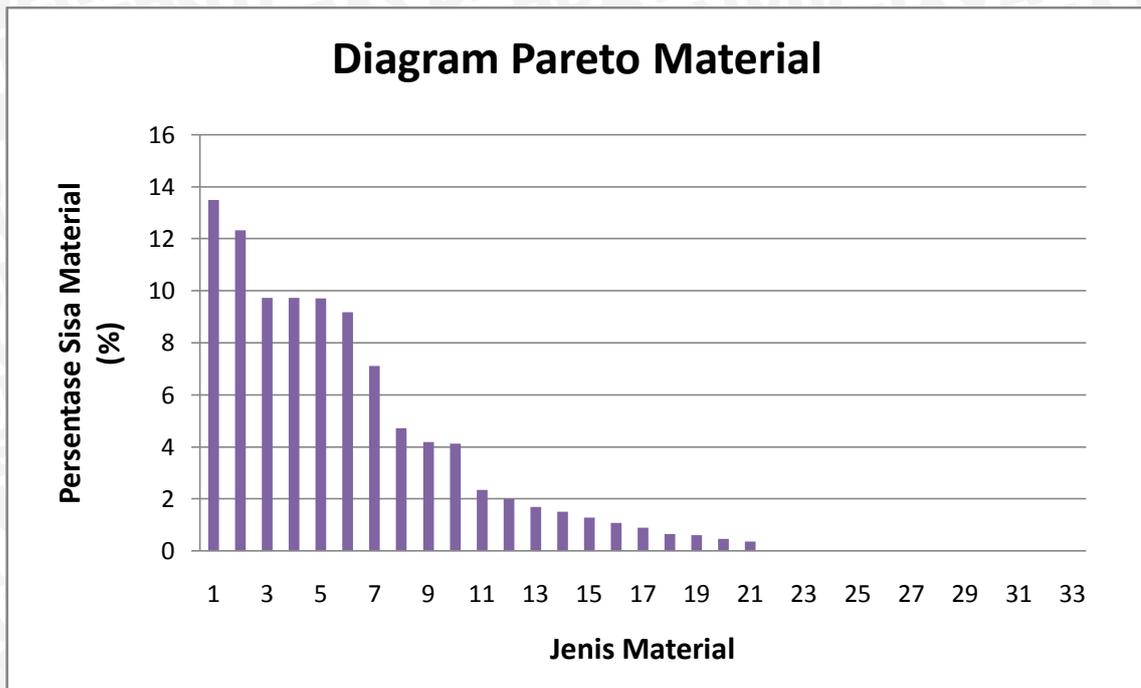


Keterangan:

1 Batu bata	15 Pipa:	29 Pelengkung
2 Pasir Pasang	16 Kalisium	30 Grendel
3 Kayu:	17 Wuwung	31 Kloset
4 Genteng	18 Lem Rajawali	32 Engsel
5 Besi:	19 Talang seng	33 Keran
6 Keramik:	20 Roster:	
7 Semen 40 Kg	21 Eternit	
8 Paku:	22 Kusen:	
9 Semen Putih	23 Daun Pintu Doble Triplek	
10 Cat:	24 Daun Jendela + kaca	
11 Bendrat	25 Pilar	
12 Plamir Kayu	26 Slot	
13 Batu Gunung Pondasi	27 Teenslagh	
14 Kapur	28 Bak mandi	

Gambar 4.7 Diagram Pareto Jenis Material

Berdasarkan Besarnya Persentase Kuantitas Sisa Material Untuk Rumah Tipe30



Keterangan :

1	Batu Bata	18	Kalisium
2	Besi:	19	Kapur
3	Semen 40 Kg	20	Eternit
4	Genteng	21	Roster:
5	Kayu:	22	Kusen:
6	Keramik:	23	Daun Pintu Doble Triplek
7	Pasir Pasang	24	Daun Jendela + kaca
8	Cat:	25	Pilar
9	Paku:	26	Slot
10	Semen Putih	27	Teenslagh
11	Bendrat	28	Bak mandi
12	Pipa:	29	Pelengkung
13	Plamir Kayu	30	Grendel
14	Wuwung	31	Kloset
15	Batu Gunung Pondasi	32	Engsel
16	Talang seng	33	Keran
17	Lem Rajawali		

Gambar 4.8 Diagram Pareto Jenis Material

Berdasarkan Besarnya Persentase Kuantitas Sisa Material Untuk Rumah Tipe36

Berdasarkan **Gambar 4.7** dan **4.8** di atas, maka dapat dibuat dalam bentuk tabel yang berisi tentang material dan biaya pada proyek perumahan Graha Bandara Residence Malang, berdasarkan persentase kuantitas sisa material yang dihasilkan di lapangan. Seperti pada **Tabel 4.3**(untuk tipe 30) dan **Tabel 4.4**(untuk tipe 36) di bawah ini :

Tabel 4.3 Persentase Kuantitas Sisa Material Dari Pengamatan Lapangan Dan Data Kontraktor Untuk Rumah Tipe 30

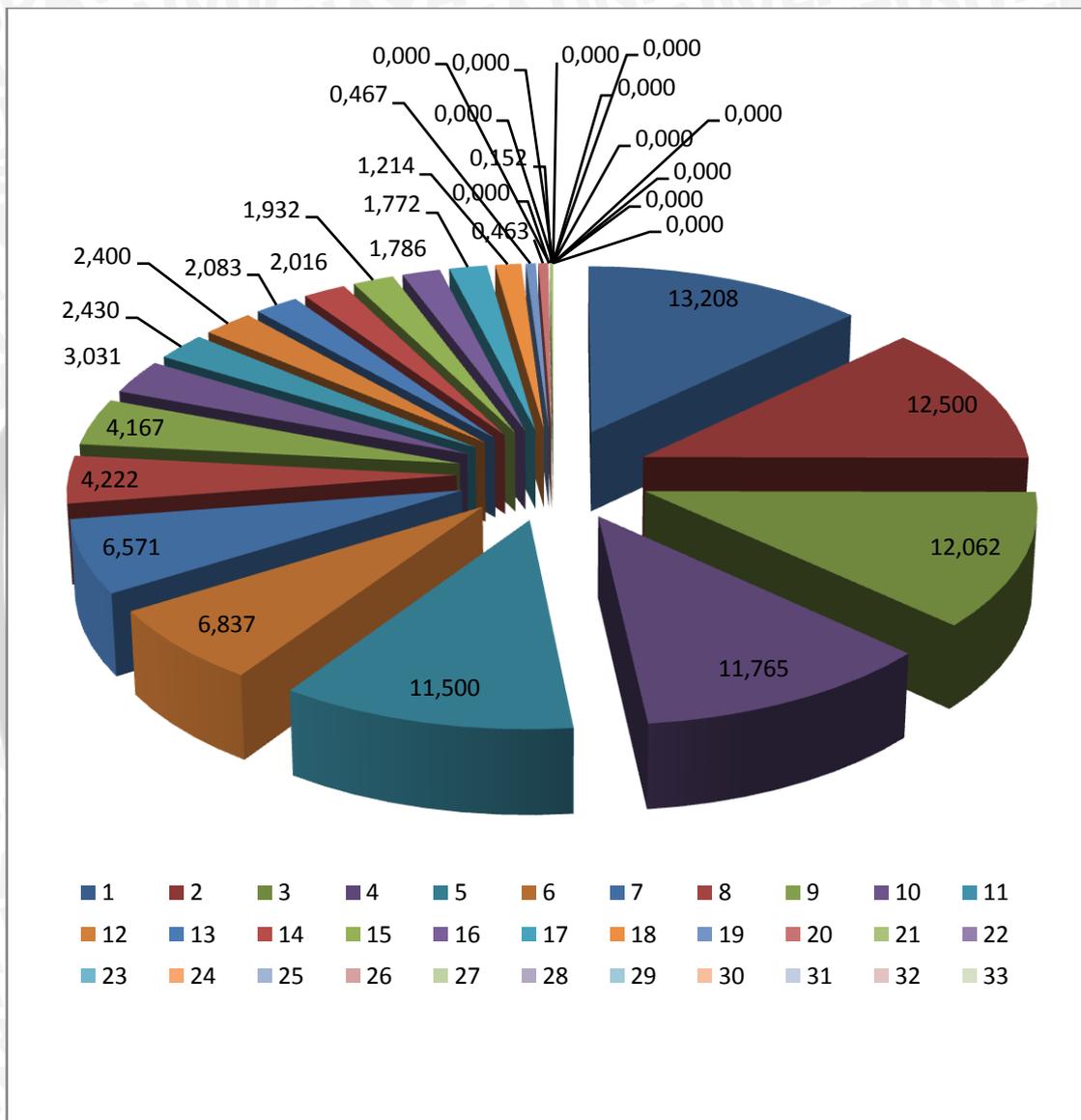
No	Jenis Material	Satuan	Volume Material			Volume Sisa Material	Sisa Material (%) <8>= <7/6> x 100%
			Siap Pakai	Sisa Stock	Desain		
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>= <4 - 5 -6>	
1	Batu Bata	Biji	193750	8018	164063	21669	13.208
2	Pasir Pasang	M ³	580	58	464	58	12.500
3	Kayu:	M ³	72	14.4	51.4	6.2	12.062
4	Genteng	Biji	14640	732	12444	1464	11.765
5	Besi:	Ljr	2280	399	1687	194	11.500
6	Keramik:	M ²	876	19.7	801.5	54.8	6.837
7	Semen 40 Kg	Sak	681	16	624	41	6.571
8	Paku:	kg	684	54.5	604	25.5	4.222
9	Semen Putih	Sak	15	2.5	12	0.5	4.167
10	Cat:	Kg	5184	17	5015	152	3.031
11	Bendrat	Kg	120	10.4	107	2.6	2.430
12	Plamir Kayu	Galon	48	9.6	37.5	0.9	2.400
	Batu Gunung						
13	Pondasi	M ³	220	24	192	4	2.083
14	Kapur	Sak	10000	839	8980	181	2.016
15	Pipa:	Lnjr	216	5	207	4	1.932
16	Kalisium	Sak	60	3	56	1	1.786
17	wuwung	Biji	1344	23	1298	23	1.772
18	Lem Rajawali	Bks	432	15	412	5	1.214
19	talang seng	M	216	1	214	1	0.467
20	Roster:	Biji	220	3	216	1	0.463
21	Eternit	Bh	1325	3	1320	2	0.152
22	Kusen:	Biji	240	0	240	0	0.000
	Daun Pintu Doble						
23	Triplek	Biji	120	0	120	0	0.000
24	Daun Jendela + kaca	Biji	120	0	120	0	0.000
25	Pilar	Biji	48	0	48	0	0.000
26	Slot	Biji	120	0	120	0	0.000
27	Teenslagh	M ³	31.2	0	31.2	0	0.000
28	Bak mandi	Biji	24	0	24	0	0.000
29	Pelengkung	Biji	24	0	24	0	0.000
30	Grendel	Biji	240	0	240	0	0.000
31	Kloset	Biji	240	0	240	0	0.000
32	Engsel	Biji	240	0	240	0	0.000
33	Keran	Biji	24	0	24	0	0.000

Tabel 4.4 Persentase Kuantitas Sisa Material Dari Pengamatan Lapangan Dan Data Kontraktor Untuk Rumah Tipe 36

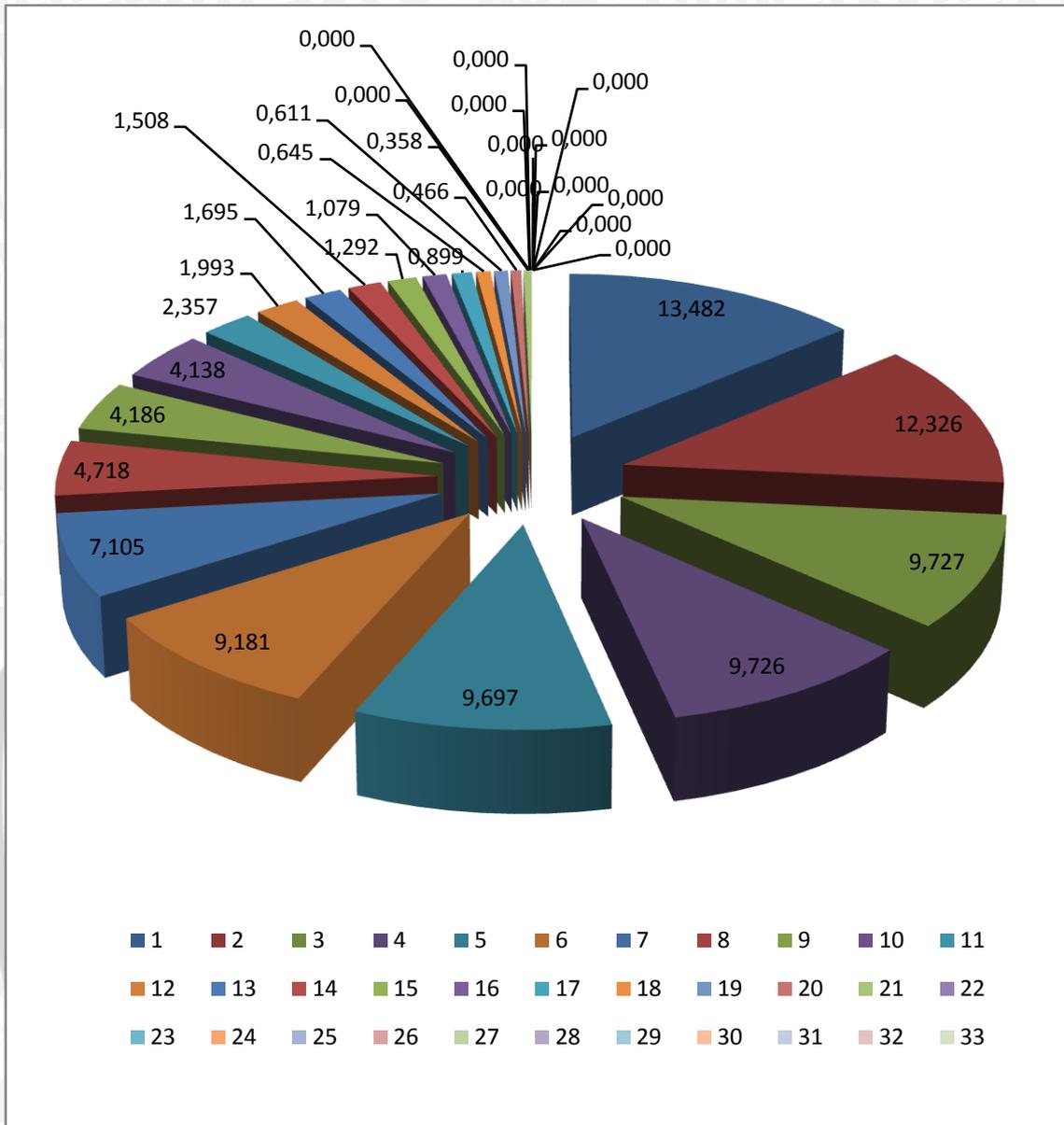
No	Jenis Material	Satuan	Volume Material			Volume Sisa Material	Sisa Material (%) <8>= <7/6> x 100%
			Siap Pakai	Sisa Stock	Desain		
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>= <4 - 5 -6>	
1	Batu Bata	biji	570163	876	501655	67632	13.482
2	Besi:	Ljr	2900	2	2580	318	12.326
3	Semen 40 Kg	sak	2492	4.5	2267	221	9.727
4	Genteng	bj	38430	163	34875	3392	9.726
5	Kayu:	M ³	244	53.95	173.25	17	9.697
6	Keramik:	M ²	2677.5	4.75	2448	225	9.181
7	Pasir Pasang	M3	1500	83	1323	94	7.105
8	Cat:	Kg	5684	13.5	5415	256	4.718
9	Paku:	Kg	1480.5	69.3	1354.5	57	4.186
10	Semen Putih	Sak	31.5	1.3	29	1	4.138
11	Bendrat	Kg	315	11	297	7	2.357
12	Pipa:	Lnjr	567	4	552	11	1.993
13	Plamir Kayu	Galon	126	6	118	2	1.695
14	wuwung	bj	3528	27	3449	52	1.508
15	Batu Gunung Pondasi	M3	567	18	542	7	1.292
16	talang seng	m	567	5	556	6	1.079
17	Lem Rajawali	bks	1134	12	1112	10	0.899
18	Kalisium	sak	157.5	1.5	155	1	0.645
19	Kapur	sak	32175	4990	27020	165	0.611
20	Eternit	Bh	3456	4	3436	16	0.466
21	Roster:	Biji	567	7	558	2	0.358
22	Kusen:	Biji	630	0	630	0	0.000
23	Daun Pintu Doble Triplek	bj	315	0	315	0	0.000
24	Daun Jendela + kaca	bj	315	0	315	0	0.000
25	Pilar	bj	126	0	126	0	0.000
26	Slot	bj	315	0	315	0	0.000
27	Teenslagh	M3	94.5	0	94.5	0	0.000
28	Bak mandi	bj	63	0	63	0	0.000
29	Pelengkung	Bj	63	0	63	0	0.000
30	Grendel	bj	630	0	630	0	0.000
31	Kloset	bj	630	0	630	0	0.000
32	Engsel	bj	630	0	630	0	0.000
33	Keran	bj	315	0	315	0	0.000

Berdasarkan **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4** di atas, maka dapat dibuat gambar dalam bentuk diagram lingkaran yang menunjukkan besarnya persentase kuantitas sisa material pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence Malang. Pada gambar berikut menunjukkan kuantitas sisa material terbesar untuk rumah tipe 30 terjadi pada

material Batu bata sebesar 13,208%, dan untuk tipe 36 kuantitas sisa material terbesar terjadi pada material batu bata yaitu sebesar 13,482%. Berikut adalah **Gambar 4.9** dan **4.10** mengenai persentase kuantitas sisa material pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence tipe 30 dan tipe 36:



Gambar 4.9 Persentase Kuantitas Sisa Material Pada Proyek Pembangunan Perum. Graha Bandara tipe 30



Gambar 4.10 Persentase Kuantitas Sisa Material Pada Proyek Pembangunan Perum. Graha Bandara tipe 36

Berdasarkan data-data di atas, menunjukkan bahwa besarnya persentase sisa material tidak selalu berbanding lurus dengan nilai biaya suatu material. Dengan adanya kesesuaian data sisa material antara data dari kontraktor yaitu data material berdasarkan besar nilai material konstruksi, dengan data sisa material yang diperoleh di lapangan dengan bimbingan pelaksana lapangan, manajer lapangan, pengawas lapangan, dan mandor, maka data yang diperoleh cukup valid dan relevan.

Berdasarkan **Tabel 4.1** (yaitu berdasarkan biaya material) untuk rumah tipe 30 dan **Tabel 4.2** (berdasarkan biaya material) untuk rumah tipe 36, menurut *Pareto's Law 80* didapatkan 11 jenis material yang menjadi bahan pertimbangan untuk diteliti, baik

untuk rumah tipe 30 maupun tipe 36. Namun diantara 11 material tersebut tidak semua material bisa diteliti karena seperti material kusen tidak ada sisa materialnya. Sedangkan berdasarkan **Tabel 4.3** (yaitu berdasarkan sisa material di lapangan) untuk rumah tipe 30, dan **Tabel 4.4** untuk rumah tipe 36, didapat 8 material yang memenuhi *Pareto's Law 80*.

Sehingga Material yang akan diteliti untuk rumah tipe 30 diambil berdasarkan jenis material yang sama antara **Tabel 4.1** dan **Tabel 4.3**, dan dari analisa tersebut didapatkan 7(tujuh) material, yaitu:

1. Batu bata
2. Pasir
3. Kayu
4. Genteng
5. Besi
6. Keramik
7. Semen

Sedangkan untuk rumah tipe 36 diambil berdasarkan jenis material yang sama antara **Tabel 4.2** dan **Tabel 4.4**, dan hasil analisa tersebut didapatkan 7(tujuh) material, yaitu:

1. Batu bata
2. Besi
3. Semen
4. Genteng
5. Kayu
6. Keramik
7. Pasir

Analisis kuantitas sisa material dari hasil data di lapangan diperoleh dari volume material siap pakai di lapangan dikurangi dengan volume material desain berdasarkan gambar rencana dan *bill of quality (BOQ)*, kemudian dikurangi sisa stock material di lapangan. Hasil analisa kuantitatif ini dapat dilihat pada **Tabel 4.5** dan **Tabel 4.6** berikut:

Tabel 4.5 Persentase Sisa Material Rumah Tipe 30 Yang Diteliti

No	Jenis Material	Satuan	Volume Material			Volume Sisa Material	Sisa Material (%) <8>= <7/6> x 100%
			Siap Pakai	Sisa Stock	Desain		
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>= <4 - 5 -6>	
1	Batu Bata	Biji	193750	8018	164063	21669	13.208
2	Pasir Pasang	M ³	580	58	464	58	12.500
3	Kayu:	M ³	72	14.4	51.4	6.2	12.062
4	Genteng	Biji	14640	732	12444	1464	11.765
5	Besi:	Ljr	2280	399	1687	194	11.500
6	Keramik:	M ²	876	19.7	801.5	54.8	6.837
7	Semen 40 Kg	Sak	681	16	624	41	6.571

Tabel 4.6 Persentase Sisa Material Rumah Tipe 36 Yang Diteliti

No	Jenis Material	Satuan	Volume Material			Volume Sisa Material	Sisa Material (%) <8>= <7/6> x 100%
			Siap Pakai	Sisa Stock	Desain		
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>= <4 - 5 -6>	
1	Batu Bata	Biji	570163	876	501655	67632	13.482
2	Besi:	Ljr	2900	2	2580	318	12.326
3	Semen 40 Kg	Sak	2492	4.5	2267	221	9.727
4	Genteng	Bj	38430	163	34875	3392	9.726
5	Kayu:	M ³	244	53.95	173.25	17	9.697
6	Keramik:	M ²	2677.5	4.75	2448	225	9.181
7	Pasir Pasang	M3	1500	83	1323	94	7.105

Keterangan :

Siap Pakai ➡ Jumlah volume total yang didatangkan.

Sisa Stock ➡ Sisa material yang masih bisa disimpan.

Desain (BQ) ➡ Kebutuhan volume material berdasarkan gambar rencana.

4.3. SUMBER & PENYEBAB SISA MATERIAL

Sisa material yang terjadi di lapangan dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa penyebab. Sumber dan penyebab yang mempengaruhi kuantitas sisa material konstruksi pada penelitian ini diperoleh dari wawancara terhadap kontraktor pelaksana lapangan dan pengawas lapangan yang bersangkutan dengan acuan literature yang telah ada pada bab sebelumnya yang meliputi 6 kategori yaitu:

1. Disain
2. Pengadaan material
3. Penanganan material
4. Pelaksanaan
5. Residual
6. Dan lain-lain

Selain dengan wawancara, dilakukan pula penyebaran kuesioner dengan responden adalah staff kontraktor antara lain manajer lapangan, pengawas lapangan, pelaksana lapangan, dan mandor. Bentuk dari survey kuesioner dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Sumber dan faktor – faktor penyebab yang berpengaruh terhadap sisa material pada Perumahan Graha Bandara Residence Malang meliputi 6 kategori di atas. Hal tersebut berdasarkan hasil survey kuesioner untuk mengetahui material apakah yang memiliki kontribusi yang besar terhadap sisa material konstruksi tersebut serta penyebabnya. Data hasil survey kuesioner dengan responden pengawas lapangan, pelaksana lapangan, manajer lapangan, dan mandor dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

4.3.1. ANALISIS YANG DILAKUKAN

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari survey kuesioner, maka dilakukan beberapa analisis untuk mengetahui sumber dan penyebab terjadinya sisa material, berikut analisis – analisis yang dilakukan :

1. Analisis Regresi

Salah satu tujuan analisis regresi adalah untuk mengetahui pengaruh antara variabel dependen dengan satu atau beberapa variabel independen. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah total sisa bahan bangunan (Y) dan sebagai variabel independen adalah batu-bata (X_1), keramik (X_2), kayu (X_3), besi (X_4), pasir (X_5), semen (X_6) dan genteng (X_7). Sehingga dapat dibentuk persamaan :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \varepsilon$$

Dalam hal ini :

Y = Total sisa bahan bangunan

β_0 = Konstanta

β_1 = Koefisien regresi dari variabel X_1 (batu-bata)

β_2 = Koefisien regresi dari variabel X_2 (keramik)

β_3 = Koefisien regresi dari variabel X_3 (kayu)

β_4 = Koefisien regresi dari variabel X_4 (besi)

β_5 = Koefisien regresi dari variabel X_5 (pasir)

β_6 = Koefisien regresi dari variabel X_6 (semen)

β_7 = Koefisien regresi dari variabel X_7 (genteng)

X_1 = batu-bata

X_2 = keramik

X_3 = kayu

X_4 = besi

X_5 = pasir

X_6 = semen

X_7 = genteng

ε = error

Kemudahan dalam perhitungan digunakan jasa komputer berupa *software* dengan program SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) Windows Version 15.0.

Tabel 4.7 Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 30 Secara Simultan

Model	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	Sig F
Regresi	7	99330.78	14190.11	28.277	2,084	0,000
Residual	64	32116.94	501.827			
Total	171	131447.7				

Tabel 4.8 Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 30 Secara Parsial

Variabel	B	Beta	t hitung	Sig t	Keterangan
Konstanta	59.300		1.554	0.090	
Batu-bata (x_1)	1.905	0.414	6.987	0.000	Signifikan
keramik (x_2)	1.508	0.087	2.652	0.008	Signifikan
kayu (x_3)	1.571	0.078	2.885	0.004	Signifikan
besi (x_4)	1.384	0.128	2.462	0.011	Signifikan
pasir (x_5)	1.122	0.223	2.246	0.014	Signifikan
Semen (x_6)	1.697	0.117	2.703	0.006	Signifikan
Genteng (x_7)	1.141	0.007	2.250	0.010	Signifikan

$$t_{\text{tabel}} = 1.978$$

$$R \text{ Square} = 0.756$$

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa :

- Dari nilai F_{hitung} menunjukkan nilai sebesar 28.277 (signifikansi $F = 0.000$). Jadi $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ ($28.277 > 2.084$) dan tingkat signifikansi $\text{Sig } F < 5\%$ ($0.000 < 0.05$). Artinya bahwa secara bersama-sama ketujuh variabel bebas yang meliputi batu-bata, keramik, kayu, besi, pasir, semen dan genteng berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan.
- Dari nilai R Square menunjukkan nilai sebesar 0.756 atau 75.6%. Artinya bahwa sisa total bahan bangunan dipengaruhi sebesar 75.6% oleh ketujuh variabel bebas yang meliputi batu-bata, keramik, kayu, besi, pasir, semen dan genteng sedangkan sisanya 24.4% dipengaruhi oleh variabel lain di luar kelima variabel bebas tersebut.

c. Persamaan regresi:

$$Y = 59.300 + 1.905X_1 + 1.508X_2 + 1.571X_3 + 1.384X_4 + 1.122X_5 + 1.697X_6 + 1.141X_7$$

d. Dari nilai t_{hitung} menunjukkan bahwa :

- Variabel batu-bata nilai t_{hitung} sebesar 6.987 dengan probabilitas sebesar 0,000. Karena nilai $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ ($6.987 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $\text{sig } t < 5\%$ ($0,000 < 0,05$) maka secara parsial batu-bata berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.905) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin

tinggi nilai batu-bata akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.

- Variabel keramik nilai t_{hitung} sebesar 2.652 dengan probabilitas sebesar 0,008. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.652 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig\ t < 5\%$ ($0,008 < 0,05$) maka secara parsial keramik berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.508) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai keramik akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- Variabel kayu nilai t_{hitung} sebesar 2.885 dengan probabilitas sebesar 0,004. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.885 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig\ t < 5\%$ ($0,004 < 0,05$) maka secara parsial kayu berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.571) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai kayu akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- Variabel besi nilai t_{hitung} sebesar 2.462 dengan probabilitas sebesar 0,011. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.462 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig\ t < 5\%$ ($0,011 < 0,05$) maka secara parsial besi berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.384) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai besi akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- Variabel pasir nilai t_{hitung} sebesar 2.746 dengan probabilitas sebesar 0,007. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.746 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig\ t < 5\%$ ($0,007 < 0,05$) maka secara parsial batu-bata berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.122) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai batu-bata akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- Variabel semen nilai t_{hitung} sebesar 2.703 dengan probabilitas sebesar 0,006. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.703 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig\ t < 5\%$ ($0,006 < 0,05$) maka secara parsial semen berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.697)

mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai semen akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.

- Variabel genteng nilai t_{hitung} sebesar 2.250 dengan probabilitas sebesar 0,010. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.250 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $\text{sig } t < 5\%$ ($0,010 < 0,05$) maka secara parsial genteng berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.141) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai genteng akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- e. Pengujian variabel independen yang paling dominan mempengaruhi variabel dependen dapat dilihat dari nilai koefisien regresi standar (koefisien beta). Dari nilai *beta* diperoleh bahwa nilai tertinggi adalah nilai *beta* untuk batu-bata (beta sebesar 6.987). Hal ini mengindikasikan bahwa variabel batu-bata berpengaruh paling dominan terhadap sisa total bahan bangunan.

Tabel 4.9 Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 36 Secara Simultan

Model	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	Sig F
Regresi	7	109070.344	15581.478	44.817	2,084	0,000
Residual	124	43110.898	347.669			
Total	131	152181.242				

Tabel 4.10 Hasil Analisis Regresi Pada Rumah Tipe 36 Secara Parsial

Variabel	B	Beta	t hitung	Sig t	Keterangan
Konstanta	34.204		1.720	0.088	
Batu-bata (x_1)	2.292	0.470	8.181	0.000	Signifikan
keramik (x_2)	1.209	0.190	2.296	0.041	Signifikan
kayu (x_3)	1.391	0.194	2.298	0.023	Signifikan
besi (x_4)	1.564	0.254	2.875	0.033	Signifikan
pasir (x_5)	1.781	0.345	3.538	0.001	Signifikan
Semen (x_6)	1.205	0.186	2.269	0.043	Signifikan
Genteng (x_7)	1.536	0.250	2.845	0.036	Signifikan

$$t_{tabel} = 1.978$$

$$R \text{ Square} = 0.717$$

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa :

- a. Dari nilai F_{hitung} menunjukkan nilai sebesar 44.817 (signifikansi $F= 0.000$). Jadi $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($44.817 > 2.084$) dan tingkat signifikansi $Sig F < 5\%$ ($0.000 < 0.05$). Artinya bahwa secara bersama-sama ketujuh variabel bebas yang meliputi batu-bata, keramik, , kayu, besi, pasir, semen dan genteng berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan.
- b. Dari nilai R Square menunjukkan nilai sebesar 0.847 atau 84.7%. Artinya bahwa sisa total bahan bangunan dipengaruhi sebesar 84.7% oleh ketujuh variabel bebas yang meliputi batu-bata, keramik, kayu, besi, pasir, semen dan genteng sedangkan sisanya 15.3% dipengaruhi oleh variabel lain di luar kelima variabel bebas tersebut.

c. Persamaan regresi:

$$Y = 34.204 + 2.292X_1 + 1.209X_2 + 1.391X_3 + 1.564X_4 + 1.781X_5 + 1.205X_6 + 1.536X_7$$

d. Dari nilai t_{hitung} menunjukkan bahwa :

- Variabel batu-bata nilai t_{hitung} sebesar 8.181 dengan probabilitas sebesar 0,000. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($8.181 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig t < 5\%$ ($0,000 < 0,05$) maka secara parsial batu-bata berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (2.292) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai batu-bata akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- Variabel keramik nilai t_{hitung} sebesar 2.296 dengan probabilitas sebesar 0,008. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.296 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig t < 5\%$ ($0,041 < 0,05$) maka secara parsial keramik berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.209) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai keramik akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- Variabel kayu nilai t_{hitung} sebesar 2.298 dengan probabilitas sebesar 0,004. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.298 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $sig t < 5\%$ ($0,023 < 0,05$) maka secara parsial kayu berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.391) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin

tinggi nilai kayu akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.

- Variabel besi nilai t_{hitung} sebesar 2.875 dengan probabilitas sebesar 0,011. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.875 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $\text{sig } t < 5\%$ ($0,033 < 0,05$) maka secara parsial besi berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.564) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai besi akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
 - Variabel pasir nilai t_{hitung} sebesar 3.538 dengan probabilitas sebesar 0,007. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($3.538 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $\text{sig } t < 5\%$ ($0,001 < 0,05$) maka secara parsial batu-bata berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.781) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai batu-bata akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
 - Variabel semen nilai t_{hitung} sebesar 2.269 dengan probabilitas sebesar 0,006. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.269 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $\text{sig } t < 5\%$ ($0,043 < 0,05$) maka secara parsial semen berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.205) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai semen akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
 - Variabel genteng nilai t_{hitung} sebesar 2.845 dengan probabilitas sebesar 0,010. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($2.845 > 1.987$) dan tingkat signifikansi $\text{sig } t < 5\%$ ($0,036 < 0,05$) maka secara parsial genteng berpengaruh signifikan terhadap sisa total bahan bangunan. Karena koefisien regresi bertanda positif (1.536) mengindikasikan hubungan keduanya positif atau searah. Artinya, semakin tinggi nilai genteng akan mengakibatkan semakin tinggi pula sisa total bahan bangunan.
- e. Pengujian variabel independen yang paling dominan mempengaruhi variabel dependen dapat dilihat dari nilai koefisien regresi standar (koefisien beta). Dari nilai *beta* diperoleh bahwa nilai tertinggi adalah nilai *beta* untuk batu-bata

(beta sebesar 6.987). Hal ini mengindikasikan bahwa variabel batu-bata berpengaruh paling dominan terhadap sisa total bahan bangunan.

2. Analisis Faktor

Setelah diketahui bahwa batu-bata merupakan sisa bahan bangunan yang paling dominan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan faktor apa yang paling mempengaruhi batu-bata, sehingga digunakan alat statistika yaitu analisis faktor. Analisis faktor bertujuan untuk mereduksi faktor-faktor yang mempengaruhi sisa bangunan berupa batu-bata pada pembangunan rumah tipe 30 dan rumah tipe 36 di Perumahan Graha Bandara Malang. Adapun faktor disini dibentuk dari sekumpulan variabel penelitian yang meliputi dari beberapa variabel laten yang dibentuk dari item/indikator sebagai berikut:

1. Disain ($X_{1,1}$)
2. Pengadaan material ($X_{1,2}$)
3. Penanganan material ($X_{1,3}$)
4. Pelaksanaan ($X_{1,4}$)
5. Residual ($X_{1,5}$)
6. Lain-lain ($X_{1,6}$)

Dari ke 6 item tersebut akan direduksi menjadi beberapa faktor. Variabel laten didapat dari Item pertanyaan yang diperoleh dari instrumen penelitian berupa kuesioner, yang menggunakan skala Likert. Skala Likert yang dipergunakan menggunakan 5 skala yaitu (1) Sangat Tidak Setuju (STS), (2) Tidak Setuju (TS), (3) Ragu-ragu (RR), (4) Setuju (S), dan (5) Sangat Setuju (SS). Item pertanyaan ini dipersepsikan dari sejumlah obyek penelitian. Obyek dalam penelitian ini sebanyak 4 responden dimana setiap responden mengamati 18 rumah tipe 30 dan 4 responden dimana setiap responden mengamati 33 rumah tipe 36 yaitu pengawas lapangan, pelaksana lapangan, manajer lapangan, dan mandor.

Dalam analisis faktor, dilakukan pengujian independensi variabel penelitian, berupa independensi matriks korelasi. Hal ini dikarenakan analisis faktor bisa dipergunakan dengan tepat (*usefulness*) jika variabel-variabel yang akan dianalisis saling berkorelasi (atau saling independensi). Dalam penelitian ini, ditekankan pada

pengukuran Ukuran *Communalities* yang digunakan untuk mengetahui faktor mana yang paling berpengaruh terhadap sisa batu-bata.

Tabel 4.11. Hasil Pengujian *Communalities* pada sisa batu-bata rumah tipe 30

Item	Communalities
X _{1,1}	0,983
X _{1,2}	0,725
X _{1,3}	0,817
X _{1,4}	0,709
X _{1,5}	0,021
X _{1,6}	0,047

Sumber: Pengolahan Data, 2009 (Lampiran 3)

Berdasarkan tabel di atas, nilai *communalities* terbesar adalah variabel desain dengan 0,983. hal ini berarti sekitar 98.3% varians dari variabel desain dapat dijelaskan oleh faktor yang akan terbentuk (variabel batu-bata). Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh terbesar dari sisa batu-bata pada pembangunan rumah tipe 30 adalah variabel desain.

Tabel 4.12. Hasil Pengujian *Communalities* pada sisa batu-bata rumah tipe 36

Item	Communalities
X _{1,1}	0,999
X _{1,2}	0,755
X _{1,3}	0,835
X _{1,4}	0,744
X _{1,5}	0,016
X _{1,6}	0,030

Sumber: Pengolahan Data, 2009 (Lampiran 3)

Berdasarkan tabel di atas, nilai *communalities* terbesar adalah variabel desain dengan 0,999. Hal ini berarti sekitar 99.9% varians dari variabel desain dapat dijelaskan oleh faktor yang akan terbentuk (variabel batu-bata). Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh terbesar dari sisa batu-bata pada pembangunan rumah tipe 36 adalah variabel desain.

Setelah diketahui bahwa faktor desain merupakan faktor yang paling dominan terhadap batu-bata, maka langkah selanjutnya adalah menentukan faktor apa yang paling mempengaruhi desain, sehingga digunakan alat statistika yaitu analisis faktor. Adapun faktor disini dibentuk dari sekumpulan variabel penelitian yang meliputi dari beberapa variabel:

1. Adanya perubahan desain dari pengembang ($X_{1.11}$)
2. Adanya perubahan desain dari pembeli ($X_{1.12}$)
3. Informasi gambar kurang/tidak jelas ($X_{1.13}$)
4. Pendetailan gambar yang rumit ($X_{1.14}$)

Dari ke 4 item tersebut akan direduksi menjadi beberapa faktor. Item pertanyaan yang diperoleh dari instrumen penelitian berupa kuesioner, yang menggunakan skala Likert. Skala Likert yang dipergunakan menggunakan 5 skala yaitu (1) Sangat Tidak Setuju (STS), (2) Tidak Setuju (TS), (3) Ragu-ragu (RR), (4) Setuju (S), dan (5) Sangat Setuju (SS). Item pertanyaan ini dipersepsikan dari sejumlah obyek penelitian. Obyek dalam penelitian ini sebanyak 4 responden dimana setiap responden mengamati 18 rumah tipe 30 dan 4 responden dimana setiap responden mengamati 33 rumah tipe 36 yaitu pengawas lapangan, pelaksana lapangan, mandor, dan manajer lapangan. Dalam penelitian ini, digunakan kembali pengukuran Ukuran *Communalities* untuk mengetahui faktor apa yang paling mempengaruhi desain.

Tabel 4.13. Hasil Pengujian *Communalities* pada faktor penyebab sisa batu-bata rumah tipe 30

Item	Communalities
X _{1.11}	0,388
X _{1.12}	0,921
X _{1.13}	0,288
X _{1.14}	0,291

Sumber: Pengolahan Data, 2009 (**Lampiran 3**)

Berdasarkan tabel di atas, nilai *communalities* terbesar adalah variabel adanya perubahan desain dari pembeli dengan 0,921. hal ini berarti sekitar 92.1% varians dari variabel desain dapat dijelaskan oleh faktor yang akan terbentuk (variabel desain). Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh terbesar dari desain pada rumah tipe 30 adalah pada adanya perubahan desain dari pembeli.

Tabel 4.14. Hasil Pengujian *Communalities* pada faktor penyebab sisa batu-bata rumah tipe 36

Item	Communalities
X _{1.11}	0,883
X _{1.12}	0,999
X _{1.13}	0,740
X _{1.14}	0,719

Sumber: Pengolahan Data, 2009 (**Lampiran 3**)

Berdasarkan tabel di atas, nilai *communalities* terbesar adalah variabel adanya perubahan desain dari pembeli dengan 0,999. hal ini berarti sekitar 99.9% varians dari variabel Desain dapat dijelaskan oleh faktor yang akan terbentuk (variabel desain). Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh terbesar dari desain dari rumah tipe 36 adalah pada adanya perubahan desain dari pembeli.

3. Uji Mann-Whitney

Uji Mann-Whitney digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua grup yang tidak berhubungan satu dengan yang lain, apakah kedua grup tersebut mempunyai rata-rata yang sama ataukah tidak secara signifikan.

Data yang digunakan dianggap berdistribusi bebas. Karena data yang digunakan lebih dari 30 maka uji Mann-Whitney lebih cocok digunakan daripada uji-T karena menggunakan uji-Z. Uji T digunakan untuk data yang jumlahnya kurang dari 30, sedangkan uji Z digunakan untuk data yang jumlahnya lebih dari 30.

Perhitungan uji Mann-Whitney dengan bantuan *Software* SPSS 15 sebagai berikut:

Tabel 4.15. Hasil Uji Mann-Whitney pada Sisa Material Batu bata 1

Ranks				
	tipe_Rumah	N	Mean Rank	Sum of Ranks
sisa_batubata	tipe 30	72	100.40	7228.50
	tipe 36	132	103.65	13681.50
	Total	204		

Tabel 4.16. Hasil Uji Mann-Whitney pada Sisa Material Batu bata 2

Test Statistics ^a	
	sisa_batubata
Mann-Whitney U	4600.500
Wilcoxon W	7228.500
Z	-.377
Asymp. Sig. (2-tailed)	.706

a. Grouping Variable: tipe_Rumah

3. Hipotesis

Hipotesis dalam kasus ini :

H_0 : Kedua populasi identik (sisa batubata pada rumah tipe 30 dan rumah tipe 36 tidak berbeda secara signifikan).

H_1 : Kedua populasi tidak identik (sisa batubata pada rumah tipe 30 dan rumah tipe 36 memang berbeda secara).

4. Pengambilan keputusan

Dasar pengambilan keputusan:

- Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Keputusan:

Terlihat bahwa pada kolom **asyp. Sig. (2-tailed)/asymptotic significance** untuk uji dua sisi adalah 0,706, atau probabilitas diatas 0,05 ($0,70 > 0,05$). Maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa sisa hasil bangunan berupa batu-bata untuk rumah tipe 30 dan rumah tipe 36 tidak berbeda secara signifikan.

4.3.2. HASIL ANALISIS

Setelah dilakukan beberapa analisis statistic dari data yang diperoleh dari hasil kuesioner, yaitu :

1. Analisis Regresi

Mengindikasikan bahwa batu-bata berpengaruh paling dominan terhadap total sisa bahan bangunan.

2. Analisis Faktor

Untuk rumah tipe 30 maupun tipe 36, disimpulkan bahwa pengaruh terbesar dari sisa batu-bata pada pembangunan rumah tipe 30 dan 36 adalah variabel desain. Kemudian faktor dominan yang mempengaruhi desain untuk tipe 30 dan tipe 36 menghasilkan kesimpulan yang sama, yaitu faktor perubahan desain oleh pembeli. Jadi penyebab yang paling dominan terhadap terjadinya sisa material yaitu batu-bata adalah adanya perubahan desain dari pembeli.

3. Uji Mann-Whitney

Disimpulkan bahwa sisa hasil bangunan berupa batu-bata untuk rumah tipe 30 dan rumah tipe 36 tidak berbeda secara signifikan.

Berdasarkan hasil analisis – analisis data di atas dapat disimpulkan bahwa material yang paling berpengaruh terhadap sisa material pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence baik tipe 30 maupun tipe 36 adalah material batubata, dan sumber penyebab yang paling dominan adalah akibat desain, yaitu perubahan desain dari pembeli.

4.4. KATEGORI SISA MATERIAL

Setelah diketahui sumber dan faktor-faktor penyebab yang berpengaruh terhadap sisa material di lapangan dan besarnya kuantitas sisa material yang distudi pada **Tabel 4.5** untuk rumah tipe 30 dan **Tabel 4.6** untuk rumah tipe 36, maka sisa material yang terjadi di lapangan dapat di kategorikan berdasarkan tipenya, yaitu *Direct Waste* atau *Indirect Waste* untuk masing-masing material yang diteliti.

Dari **Tabel 4.5** dan **4.6** telah diketahui kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan, namun sisa material yang diteliti berdasarkan **Tabel 4.5** dan **Tabel 4.6** tersebut masih terdapat pula *Indirect Waste*, maka penelitian terhadap material yang diteliti membutuhkan data mengenai jumlah volume material yang terpasang agar bisa didapat besarnya *Direct Waste* dan *Indirect Waste*.

Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan *Direct Waste* adalah sisa material yang memiliki bentuk fisik di lapangan dan material tersebut tidak bisa digunakan lagi, baik itu dikarenakan kerusakan, pemotongan, ataupun tercecer.

Sedangkan pengertian *Indirect Waste* pada penelitian ini adalah sisa material yang tidak memiliki bentuk fisik di lapangan, namun berupa penambahan biaya (*hidden cost*) yang berpengaruh pada biaya proyek, sehingga besarnya *Indirect Waste* pada proyek pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Malang diperoleh dari data dan wawancara terhadap manajer lapangan.

Besarnya sisa material yang terjadi di lapangan dikategorikan berdasarkan tipenya (*Direct Waste* dan *Indirect Waste*) untuk masing-masing material yang diteliti pada proyek pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Malang Tipe 30 dan 36 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.17. Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (*Direct Waste*) Untuk Rumah Tipe 30

(Sudah diurutkan dari nilai yang terbesar)

No	Jenis Material	Satuan	Volume Material				Kuantitas	Direct Waste (DW) (%)
			Siap Pakai	Sisa Stock	Desain	Terpasang		
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>	<8>=<4-7-5>	<9>=<8/6>x100%
1	Batu bata	Biji	193750	8018	164063	164699	21033	12.820
2	Pasir	M ³	580	58	464	468	54	11.638
3	Genteng	Biji	14640	732	12444	12557	1351	10.857
4	Besi:	Ljr	2280	399	1687	1728	153	9.069
5	Kayu	M ³	72	14.4	51.4	53.5	4.1	7.977
6	Semen	Sak	681	16	624	627	38	6.090
7	Keramik	M ²	876	19.7	801.5	808.5	47.8	5.964

Tabel 4.18. Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (*Direct Waste*)

Untuk Rumah Tipe 36

(Sudah diurutkan dari nilai yang terbesar)

No <1>	Jenis Material <2>	Satuan <3>	Volume Material				Kuantitas Direct Waste <8>=<4-7-5>	Direct Waste (DW) (%) <9>=<8/6>x100%
			Siap Pakai <4>	Sisa Stock <5>	Desain <6>	Terpasang <7>		
1	Batu Bata	biji	570163	876	501655	505994	63293	12.617
2	Kayu:	M ³	244	53.95	173.25	174.5	15.55	8.975
3	Genteng	bj	38430	163	34875	35143	3124	8.958
4	Semen	sak	2492	4.5	2267	2321	166.5	7.345
5	Keramik:	M ²	2677.5	4.75	2448	2499	173.75	7.098
6	Pasir	M3	1500	83	1323	1326	91	6.878
7	Besi:	Ljr	2900	2	2698	2768	130	4.818

Tabel 4.19. Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (*Indirect Waste*) Untuk Rumah Tipe 30*(Sudah diurutkan dari nilai yang terbesar)*

No <1>	Jenis Material <2>	Satuan <3>	Desain <4>	Terpasang <5>	Kuantitas Indirect Waste <6>=<4-3>	Indirect Waste (%) <7>=<6/3>x100%
1	Kayu:	M ³	51.4	53.5	2.1	4.086
2	Besi:	Ljr	1687	1728	41	2.43
3	Pasir	M ³	463	468	5	1.08
4	Genteng	Biji	12444	12557	113	0.908
5	Keramik:	M ²	801.5	808.5	7	0.873
6	Semen	Sak	624	627	3	0.481
7	Batu Bata	Biji	164063	164699	636	0.388

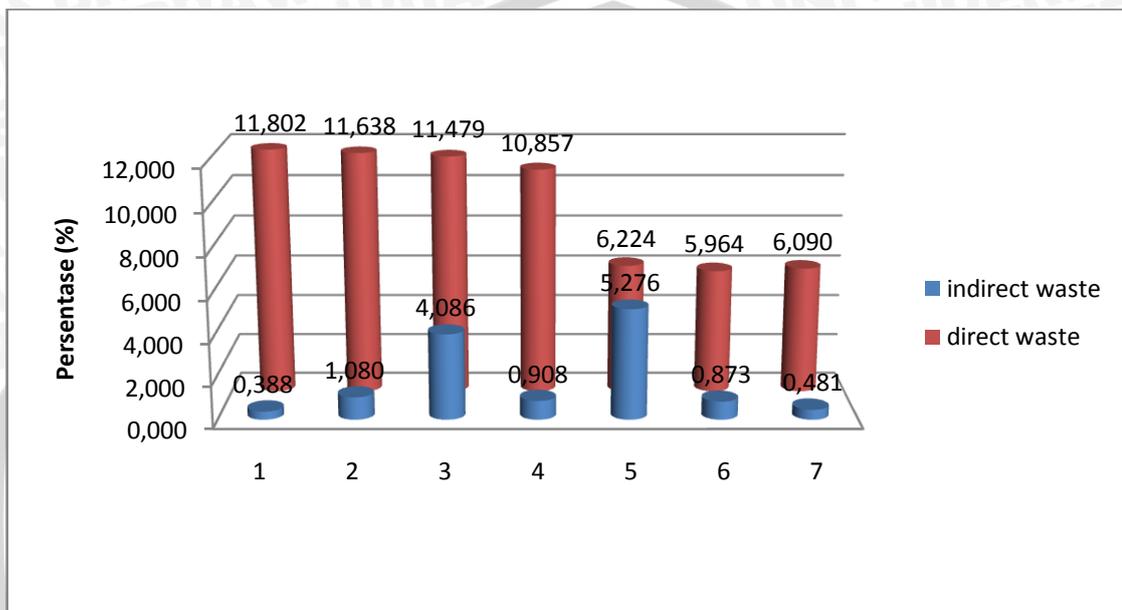
Tabel 4.20. Kategori Sisa Material yang Diteliti Berdasarkan Tipenya (*Indirect Waste*)

Untuk Rumah Tipe 36

(Sudah diurutkan dari nilai yang terbesar)

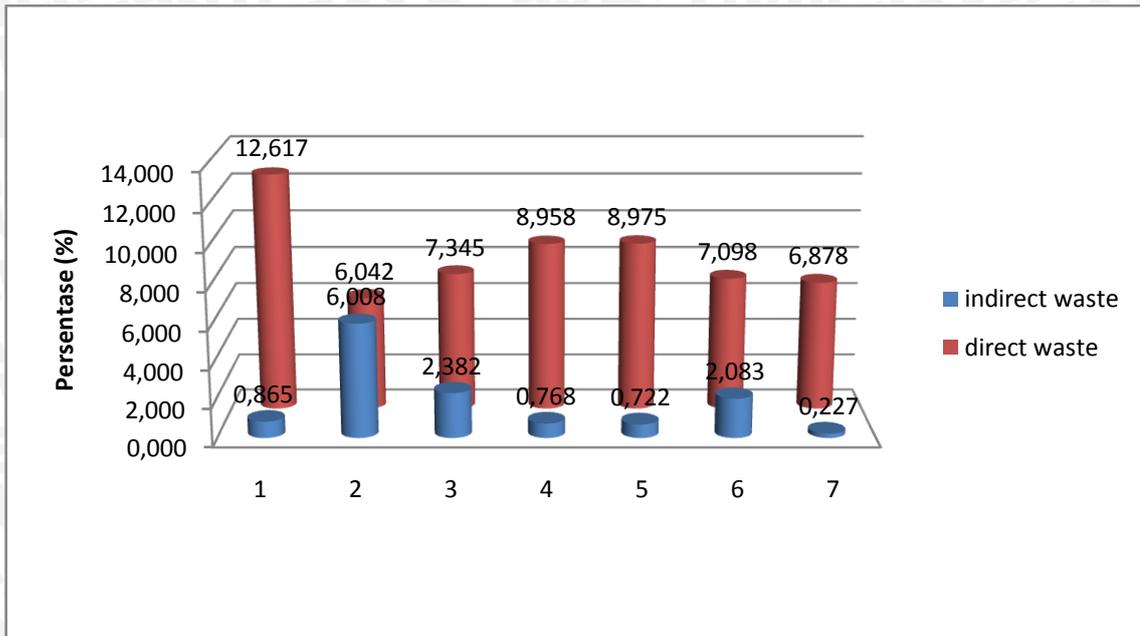
No <1>	Jenis Material <2>	Satuan <3>	Desain <4>	Terpasang <5>	Kuantitas Indirect Waste <6>=<4-3>	Indirect Waste (%) <7>=<6/3>x100%
1	Besi:	Ljr	2580	2768	188	7.287
2	Semen	sak	2267	2321	54	2.382
3	Keramik:	M ²	2448	2499	51	2.083
4	Batu Bata	biji	501655	505994	4339	0.865
5	Genteng	bj	34875	35143	268	0.768
6	Kayu:	M ³	173.25	174.5	1.25	0.722
7	Pasir	M3	1323	1326	3	0.227

Berdasarkan **Tabel 4.17 - 4.20**, di atas dapat dibuat perbandingan antara *direct waste* dan *indirect waste* setiap material baik pada rumah tipe 30 maupun tipe 36 yang diteliti dalam bentuk diagram. Pada gambar terlihat kuantitas *direct waste* selalu lebih besar dibandingkan kuantitas *indirect waste*. Berikut ini adalah **Gambar 4.11**, dan **4.12**, mengenai persentase *direct waste* dan *indirect waste* jenis material yang diteliti terhadap volume material (desain) pada rumah tipe 30 dan 36.



Keterangan : 1. Batu bata 5. Genteng
 2. Pasir 6. Besi
 3. Kayu 7. Semen
 4. Keramik

Gambar 4.11. Persentase *Direct* dan *Indirect Waste* Jenis Material yang Diteliti Terhadap Volume Material (Desain) pada Rumah Tipe 30



Keterangan :

- | | |
|--------------|------------|
| 1. Batu bata | 5. Kayu |
| 2. Besi | 6. Keramik |
| 3. Semen | 7. Pasir |
| 4. Genteng | |
| 5. | |

Gambar 4.12. Persentase *Direct* dan *Indirect Waste* Jenis Material yang Diteliti Terhadap Volume Material (Desain) pada Rumah Tipe 36

Tabel 4.21. dan **4.22.** berikut ini adalah persentase *direct waste* dan *indirect waste* terhadap volume sisa material (*construction waste*) pada proyek perumahan Graha Bandara Residence Malang tipe 30 dan 36. Volume sisa material sendiri adalah jumlah dari volume *direct waste* dan *indirect waste*. Dengan dibuat persentase terhadap sisa material, maka dapat diketahui besarnya persentase *direct waste* dan *indirect waste* terhadap volume sisa material.

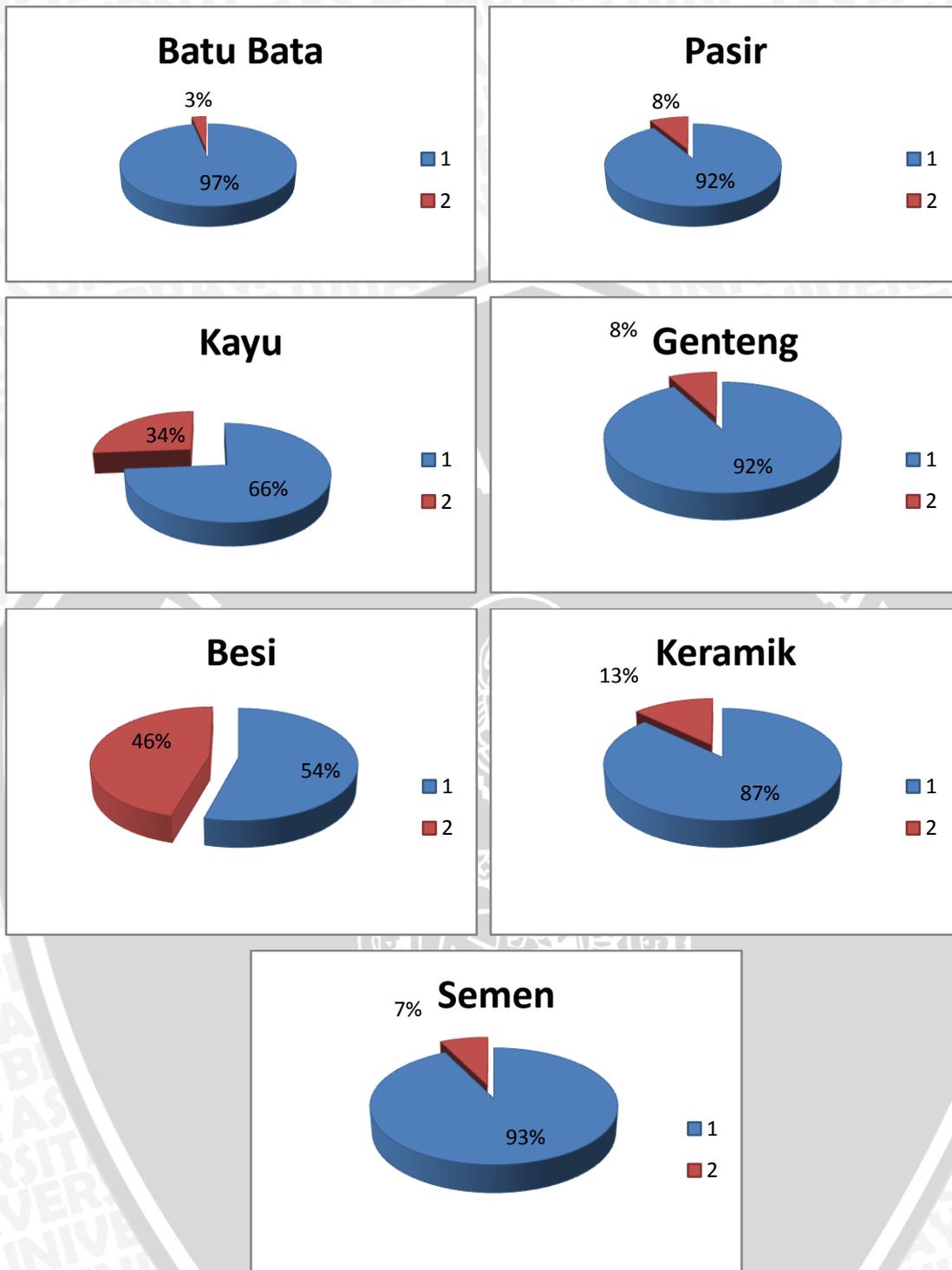
Tabel 4.21. Persentase *Direct Waste* dan *Indirect Waste* Terhadap Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe 30

No	Jenis Material	Satuan	Volume			Persentase Terhadap Volume Sisa Material	
			Sisa material (direct+indirect) <1>	Direct Waste <2>	Indirect Waste <3>	Direct Waste <4>=<2/1> x 100%	Indirect Waste <5>=<3/1>x100%
1	Batu Bata	Biji	13.208	12.820	0.388	97.062	2.938
2	Pasir	M ³	12.718	11.638	1.080	91.509	8.491
3	Kayu:	M ³	12.063	7.977	4.086	66.128	33.872
4	Genteng	Biji	11.765	10.857	0.908	92.281	7.719
5	Besi:	Ljr	11.500	6.224	5.276	54.124	45.876
6	Keramik:	M ²	6.837	5.964	0.873	87.226	12.774
7	Semen	Sak	6.571	6.090	0.481	92.683	7.317

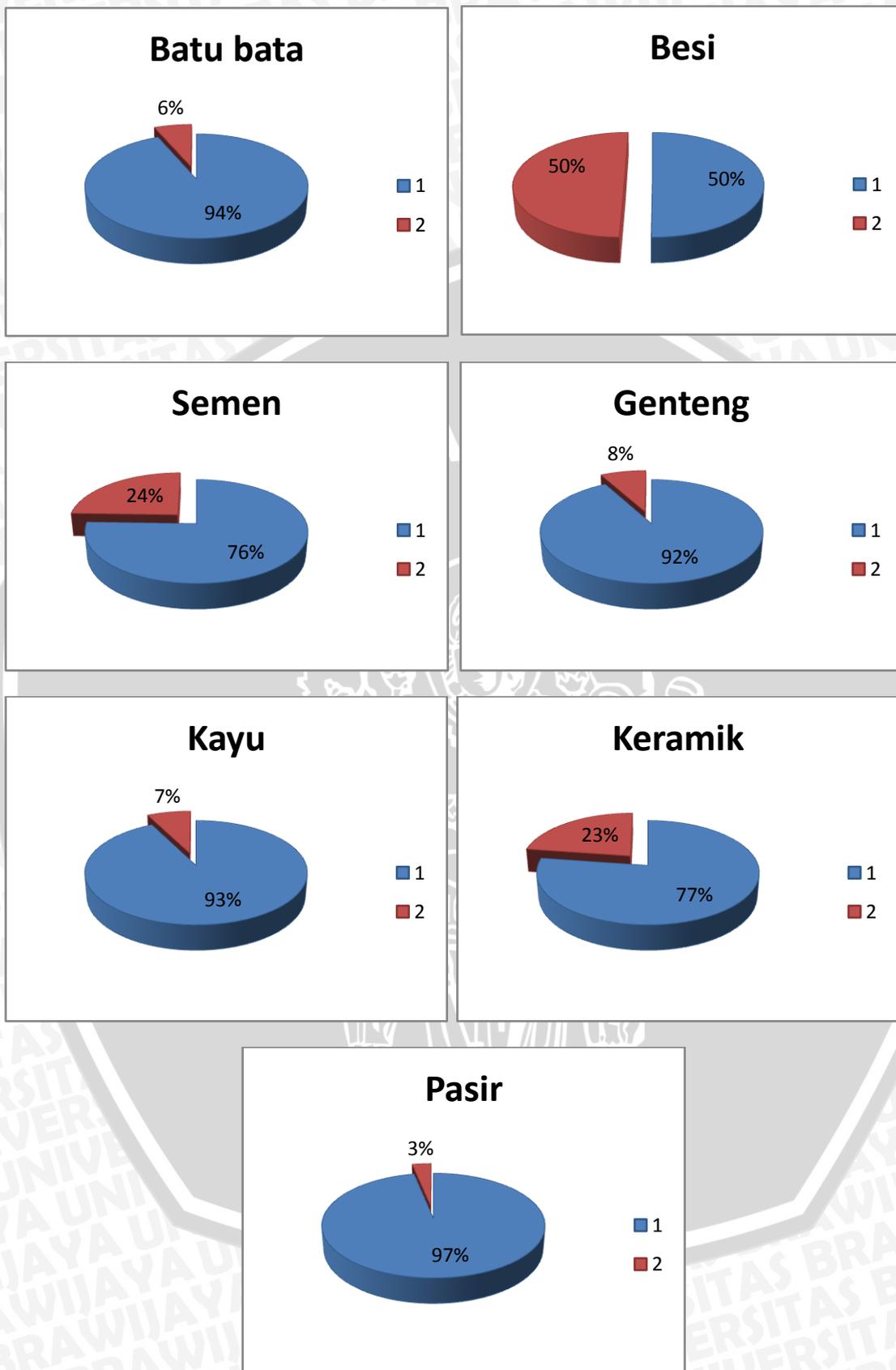
Tabel 4.22. Persentase *Direct Waste* dan *Indirect Waste* Terhadap Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe 36

No	Jenis Material	Satuan	Volume			Persentase Terhadap Volume Sisa Material	
			Sisa material (direct+indirect) <1>	Direct Waste <2>	Indirect Waste <3>	Direct Waste <4>=<2/1> x 100%	Indirect Waste <5>=<3/1>x100%
1	Batu Bata	M ³	13.482	12.617	0.865	93.584	6.416
2	Besi:	M ³	12.049	6.042	6.008	50.140	49.860
3	Semen	Biji	9.727	7.345	2.382	75.510	24.490
4	Genteng	Biji	9.726	8.958	0.768	92.099	7.901
5	Kayu:	Ljr	9.697	8.975	0.722	92.560	7.440
6	Keramik:	M ²	9.181	7.098	2.083	77.308	22.692
7	Pasir	Sak	7.105	6.878	0.227	96.809	3.191

Berdasarkan **Tabel 4.21.** dan **4.22.** persentase *direct waste* dan *indirect waste* terhadap volume sisa material (*construction waste*) di atas maka dibuat diagram lingkaran tiap material yang diteliti. Berikut ini adalah **Gambar 4.13.** untuk rumah tipe 30 dan **Gambar 4.14.** untuk rumah tipe 36.



Gambar 4.13. Persentase *Direct Waste* (1) Terhadap *indirect waste* (2) Berdasarkan Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe 30



Gambar 4.14. Persentase *Direct Waste* (1) Terhadap *indirect waste* (2) Berdasarkan Volume Sisa Material Untuk Rumah Tipe 36

4.5. USAHA MENGURANGI SISA MATERIAL KONSTRUKSI DI LAPANGAN

Setelah diketahui sumber dan penyebab sisa material yang terjadi di lapangan meliputi 6 kategori, yaitu:

1. Disain
2. Pengadaan material
3. Penanganan material
4. Pelaksanaan
5. Residual
6. Lain-lain

Serta telah diketahui pula besarnya kuantitas sisa material yang terjadi di lapangan untuk masing-masing jenis material yang diteliti, maka diperlukan usaha-usaha untuk mengurangi sisa material yang terjadi di lapangan.

4.5.1. Manajemen Material

Usaha- usaha untuk mengurangi sisa material yang terjadi di lapangan pada pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence **Tipe 30 & Tipe 36**, berdasarkan survey kuesioner tahap II yang dilakukan pada 4 responden yaitu manajer lapangan, pelaksana lapangan, pengawas lapangan, dan mandor yang hasilnya disajikan pada **Tabel 4.23.** berikut ini, **Tabel 4.23.** ini berlaku untuk rumah Tipe 30 maupun Tipe 36 karena dalam tindakan yang dilakukan terhadap material adalah sama, bentuk form kuesioner dilampirkan pada **Lampiran 2.**

Tabel 4.23. Frekuensi Usaha Mengurangi Material Sisa Konstruksi Berdasarkan Survey Kuesioner Tahap II

Tahap <1>	Point* <2>	Responden1 <3>	Responden2 <4>	Responden3 <5>	Responden4 <6>	Σ Nilai <7>=<3+4+5+6>	Keterangan <8>
Pengadaan Material	a.	√	√	√	√	4	Selalu
	b.	√				1	Sgt jarang
	c.	√	√	√	√	4	selalu
	d.	√	√	√		3	Sering
	e.		√		√	2	Jarang
	f.	√		√		2	jarang
Penyimpanan Material	a.	√	√	√	√	4	Selalu
	b.	√	√	√	√	4	Selalu
	c.	√	√	√		3	Sering
	d.	√	√	√		3	Sering
	e.	√		√	√	3	Sering
Penanganan Material	a.	√	√	√	√	4	Selalu
	b.	√	√	√	√	4	Selalu
	c.		√	√	√	3	Sering
	d.	√	√	√	√	4	Selalu
	e.	√		√		2	Jarang
Pemakaian Material	a.	√	√	√	√	4	Selalu
	b.	√	√	√	√	4	Selalu
	c.	√	√	√		3	Sering
	d.	√		√	√	3	sering

*point-point untuk masing-masing kategori sesuai dengan survey kuesioner tahap II pada

Lampiran 3

🍏 Keterangan :

<2> Point = Usaha-usaha mengurangi material sisa konstruksi pada masing-masing kategori berdasarkan survey kuesioner tahap II bagian B.

Responden1: Manajer Lapangan

Responden2: Pengawas Lapangan

Responden3: Pelaksana Lapangan

Responden4: Mandor

🍏 Kriteria Penilaian :

1 = Sangat Jarang

2 = Jarang

3 = Sering

4 = Selalu

Berdasarkan survey kuesioner tahap II dan wawancara terhadap staff kontraktor yang bersangkutan, metode manajemen material yang dilakukan pada pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Malang baik untuk rumah tipe 30 maupun tipe 36 meliputi tahap pengadaan, penyimpanan, penanganan, dan pemakaian material adalah sebagai berikut :

A. Pengadaan Material

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

- a) Membuat estimasi kebutuhan volume dan jenis material yang akan dipakai, beserta spesifikasi yang jelas. Kalau perlu diberikan juga spesifikasi material alternative untuk bahan yang sulit didapatkan.
(**selalu dilakukan di lapangan**)
- b) Membuat jadwal pengiriman material ke lokasi sesuai jadwal pelaksanaan di lapangan. (**sangat jarang dilakukan di lapangan**)
- c) Menyampaikan kebutuhan kepada bagian pengadaan/logistik untuk dipesankan sesuai kebutuhan.(**selalu dilakukan di lapangan**)
- d) Memilih supplier diutamakan yang sudah berpengalaman (bonafiditas), baru baru dipertimbangkan faktor harga. (**sering dilakukan di lapangan**)
- e) Menyiapkan dan menerbitkan perintah pembelian.
(**jarang dilakukan di lapangan**)
- f) Melaksanakan pembelian dengan pemesanan yang terencana terlebih dahulu, sehingga pengiriman selalu sesuai dengan jadwal proyek. Perlu diatur agar material yang datang sesuai dengan jadwal pemakaian material tersebut. Komunikasi antara kontraktor dan supplier harus terjalin dengan baik, supaya tidak terjadi kesalahan dalam pengiriman.
(**jarang dilakukan di lapangan**)

B. Penyimpanan Material

Setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga membutuhkan penanganan dalam hal penyimpanan yang berbeda pula, agar tidak menimbulkan sisa material yang tidak diinginkan, yaitu antara lain:

- a) Menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak bercampur dengan material lain, sehingga tidak mudah rusak. Untuk material yang mudah rusak atau pecah perlu dipisahkan dengan material berat yang lain, seperti keramik dan batu-bata jangan diletakkan terlalu dekat dengan besi beton atau yang lainnya. **(selalu dilakukan di lapangan)**
- b) Gudang penyimpanan harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, kerusakan, dan bebas dari bahaya banjir.
(selalu dilakukan di lapangan)
- c) Selain gudang, perlu diperhatikan juga tempat di sekitar lokasi proyek yang dibutuhkan untuk tempat penyimpanan peralatan berat, material-material seperti besi beton, pasir, batubata, batu pecah, dan jalur arus material dari lokasi penyimpanan ke tempat kerja.
(sering dilakukan di lapangan)
- d) Arus masuk keluar barang harus diperhatikan dengan baik, misalnya penyimpanan semen yang harus berdasarkan *FIFO (First In First Out)* atau masuk pertama, keluar pertama. Cara ini untuk mencegah material yang tidak tahan lama, agar tidak rusak ebelum digunakan.
(sering dilakukan di lapangan)
- e) Semua barang yang disimpan dalam gudang, sedapat mungkin mudah untuk diambil/dicari ketika akan digunakan, untuk itu sedapat mungkin setiap material diberi label/tanda. **(sering dilakukan di lapangan)**

C. Penanganan Material

Setiap material yang tiba di lokasi perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan sisa material yang tidak diinginkan, yaitu antara lain:

- a) Menurunkan muatan material dengan hati-hati, sehingga tidak terjadi banyak material yang rusak. **(selalu dilakukan di lapangan)**
- b) Menerima dan memeriksa material, hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penerimaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta, volume yang kurang, dan material yang rusak dari supplier.
(selalu dilakukan di lapangan)
- c) Melakukan penumpukan material dengan benar, baik jumlah penumpukan yang diperbolehkan sesuai dengan rekomendasi pabrik maupun metode penumpukan. **(sering dilakukan di lapangan)**

- d) Pindahkan material dari tempat penyimpanan ke tempat kerja harus dilakukan dengan hati-hati. **(selalu dilakukan di lapangan)**
- e) Penataan site dibuat dengan sebaik mungkin, sehingga arus material jalannya pendek dan aman. **(jarang dilakukan di lapangan)**

D. Pemakaian Material

Pada tahap pemakaian material maupun penanganan material, perilaku pekerja sangat mempengaruhi timbulnya sisa material di lapangan, karena apada tahap ini dibutuhkan sikap yang hati-hati dan tukang yang berpengalaman dalam bidang konstruksi. Bimbingan dan pelatihan diperlukan bagi para pekerja, agar para pekerja menyadari mengetahui akibat terjadinya kesalahan pemakaian material di lapangan yang dapat menimbulkan banyak sisa material, sehingga dapat mengurangi profit. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemakaian material antara lain:

- a) Memakai peralatan kerja yang memadai maupun budaya kerja yang baik. **(selalu dilakukan di lapangan)**
- b) Perilaku para pekerja di lapangan yang baik, sehingga menunjang proses pengerjaan. **(selalu dilakukan di lapangan)**
- c) Memakai teknologi yang masih baru, dimana tukang sudah terbiasa dengan metode tersebut, sehingga tidak menimbulkan kesalahan-kesalahan dalam pemakaian material, yang pada akhirnya material tersebut tidak dapat dipakai lagi. **(sering dilakukan di lapangan)**
- d) Pemoongan material menjadi ukuran-ukuran tertentu dengan perencanaan yang baik. **(sering dilakukan di lapangan)**

4.5.2. Pemanfaatan Sisa Material di Lapangan

Pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence Malang, dilakukan usaha-usaha pemanfaatan sisa material konstruksi yang terjadi di lapangan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi biaya proyek, sehingga sebisa mungkin sisa material yang ada di lapangan dapat digunakan untuk kepentingan pembangunan proyek.

Usaha-usaha pemanfaatan sisa material pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence berdasarkan wawancara yang dilakukan terhadap pelaksana lapangan dan manajer lapangan diantaranya adalah sebagai berikut:

- Batu bata
Untuk sisa material yang masih utuh, akan dimanfaatkan untuk proyek lain/ selanjutnya, sedangkan untuk sisa batu bata yang sudah pecah/belah maka akan dimanfaatkan untuk rabat alas lantai dalam pemasangan keramik.
- Besi
Untuk besi yang masih bisa digunakan, maka akan dimanfaatkan untuk proyek lainnya. Sedangkan untuk sisa besi yang tidak bisa digunakan lagi maka akan dijual.
- Semen
Sisa semen akan dimanfaatkan untuk proyek lain.
- Genteng
Sisa genteng yang masih bisa digunakan dimanfaatkan untuk proyek lain, sedangkan untuk genteng yang sudah pecah dimanfaatkan untuk tambahan urukan.
- Kayu
Sisa kayu yang masih bisa digunakan akan dimanfaatkan untuk proyek lain, namun sangat jarang terjadi sisa kayu yang masih bisa digunakan. Sedangkan untuk sisa kayu dengan potongan yang sudah tidak bisa digunakan lagi akan dibuang (biasanya akan dimanfaatkan oleh tukang untuk kayu bakar)
- Keramik
Untuk sisa material keramik yang masih utuh akan dimanfaatkan untuk proyek lain, sedangkan keramik yang bentuknya tidak beraturan maka dimanfaatkan untuk pemasangan keramik model perca yang biasanya memang terbuat dari pecahan-pecahan keramik (biasanya untuk *carport*/garasi)
- Pasir
Sisa pasir dimanfaatkan untuk proyek lain.

4.5.3. Solusi yang Dilakukan Terhadap Sisa Material Akibat Perubahan Disain dari Pembeli

Berdasarkan kuesioner yang disebarakan kepada 4 responden, yaitu pengawas lapangan, pelaksana lapangan, manajer lapangan, dan mandor, maka dapat diketahui sumber dan penyebab terjadinya sisa material pada proyek Perumahan Graha Bandara Residence bahwa material yang berpengaruh dominan

terhadap total sisa material baik untuk rumah tipe 30 maupun tipe 36 yaitu material batu bata, dan faktor penyebab yang paling dominan adalah faktor disain yaitu perubahan disain oleh pembeli.

Oleh karena itu, dilakukan wawancara terhadap pelaksana lapangan serta manajer lapangan mengenai hal tersebut, dan diperoleh beberapa solusi atau masukan, yaitu:

- ✚ Perubahan disain akan disetujui oleh pihak proyek, apabila dilakukan pada awal persetujuan kontrak sebelum pelaksanaan pekerjaan proyek, sehingga dapat dilakukan perhitungan yang matang terhadap material yang akan digunakan, agar pelaksanaan proyek menjadi lebih efisien dan tidak menyebabkan sisa material yang tidak diinginkan.
- ✚ Permintaan perubahan disain tidak akan dilayani setelah proyek berjalan.
- ✚ Perhitungan RAB dilakukan lebih teliti lagi.

4.6. ANALISIS PENGARUH SISA MATERIAL TERHADAP BIAYA PROYEK

Kuantitas sisa material (*construction waste*) yang terjadi di lapangan memiliki pengaruh yang sangat erat terhadap biaya suatu proyek dan terhadap profit bagi pihak pelaksana proyek, seperti yang telah dibahas pada dasar teori bab sebelumnya. Dengan diketahuinya kuantitas sisa material dari masing-masing jenis material yang diteliti, maka dapat dianalisa seberapa besar pengaruh sisa material yang terjadi di lapangan terhadap biaya proyek pada pembangunan proyek Perumahan Graha Bandara Residence Malang.

Berikut analisa pengaruh sisa material konstruksi yang terjadi di lapangan terhadap biaya proyek pada pembangunan proyek Perumahan Graha Bandara Residence Malang. Persentase sisa material (*construction waste*) terhadap total biaya proyek diperoleh dari total biaya sisa material dibandingkan dengan total biaya proyek, maka didapat persentase sebesar 9,044% untuk rumah tipe 30, dan 19,949% untuk rumah tipe 36. Dari analisis pengaruh sisa material berdasarkan tipe *direct waste* didapat persentase sebesar 7,245% untuk tipe 30 dan 16,807% untuk tipe 36. Sedangkan analisis pengaruh sisa material berdasarkan tipe *indirect waste* sebesar 1,291% untuk rumah tipe 30 dan 3,141% untuk rumah tipe 36. Analisa selengkapnya adalah pada **Tabel 4.24 – 4.29** berikut ini:

Tabel 4.24. Analisis Pengaruh Sisa (*Direct Waste*) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe30

No	Jenis Material	Satuan	Sisa Material (<i>Direct</i>)	Harga Satuan Material (Rp)	Biaya Sisa Material (<i>Direct</i>) (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material(<i>Direct</i>)Terhadap Tot. Biaya Sisa Material (%)
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>=<4 x 5>	<7>
1	Batu Bata	Biji	21033	240	5.047.920	28.134
2	Besi:	Ljr	153	20	3.060.000	17.054
3	Kayu:	M ³	4.1	630	2.583.000	14.396
4	Pasir	M ³	54	45	2.430.000	13.543
5	Genteng	Biji	1351	1.7	2.296.700	12.8
6	Semen	Sak	38	35	1.330.000	7.413
7	Keramik:	M ²	47.8	25	1.195.000	6.66
Total Biaya Sisa Material (<i>Direct Waste</i>)					17.942.620	100
Total Biaya Proyek					356.361.600	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek					5,241%	

Tabel 4.25. Analisis Pengaruh Sisa (*Direct Waste*) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36

No	Jenis Material	Satuan	Sisa Material (<i>Direct</i>)	Harga Satuan Material (Rp)	Biaya Sisa Material (<i>Direct</i>) (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material(<i>Direct</i>)Terhadap Tot. Biaya Sisa Material (%)
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>=<4 x 5>	<7>
1	Batu Bata	biji	63293	240	15.190.320	29.134
2	Kayu:	M ³	15.55	950	14.772.500	28.332
3	Semen	sak	166.5	35	5.827.500	11.177
4	Genteng	bj	3124	1.7	5.310.800	10.186
5	Keramik:	M ²	173.75	25	4.343.750	8.331
6	Pasir	M ³	91	45	4.095.000	7.854
7	Besi:	Ljr	130	20	2.600.000	4.987
Total Biaya Sisa Material (<i>Direct Waste</i>)					52.139.870	100
Total Biaya Proyek					930.944.700	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek					5.6%	

Tabel 4.26. Analisis Pengaruh Sisa (*Indirect Waste*) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30

No	Jenis Material	Satuan	Sisa Material (<i>Indirect</i>)	Harga Satuan Material (Rp)	Biaya Sisa Material (<i>Indirect</i>) (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material (<i>Indirect</i>) Terhadap Tot. Biaya Sisa Material (%)
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>=<4 x 5>	<7>
1	Kayu:	M ³	2.1	630	1.323.000	47.424
2	Besi:	Ljr	41	20	820.000	29.393
3	Genteng	Biji	113	1.7	192.100	6.886
4	Keramik:	M ²	7	25	175.000	6.273
5	Batu Bata	Biji	636	240	152.640	5.471
6	Semen	Sak	3	35	105.000	3.764
7	Pasir	M ³	5	45	225.000	0.789
Total Biaya Sisa Material (<i>Indirect Waste</i>)					2.789.740	100
Total Biaya Proyek					356.361.600	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek					0.78%	

Tabel 4.27. Analisis Pengaruh Sisa (*Indirect Waste*) Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36

No	Jenis Material	Satuan	Sisa Material (<i>Indirect</i>)	Harga Satuan Material (Rp)	Biaya Sisa Material (<i>Indirect</i>) (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material (<i>Indirect</i>) Terhadap Tot. Biaya Sisa Material (%)
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>=<4 x 5>	<7>
1	Besi:	Ljr	188	20	3.760.000	38,586
2	Semen	sak	54	35	1.890.000	19,396
3	Keramik:	M ²	51	25	1.275.000	13,084
4	Kayu:	M ³	1.25	950	1.187.500	12,186
5	Batu Bata	biji	4339	240	1.041.360	10,687
6	Genteng	bj	268	1.7	455.6	4,675
7	Pasir	M3	3	45	135	1,385
Total Biaya Sisa Material (<i>Indirect Waste</i>)					9.744.460	100
Total Biaya Proyek					930.944.700	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek					1.047%	

Dari **Tabel 4.16 - 4.19** maka dapat dibuat analisis pengaruh kuantitas sisa material terhadap biaya proyek berdasarkan sisa material *direct waste* dijumlahkan dengan sisa material *indirect waste* dapat dilihat pada **Tabel 4.20 - 4.21**, sebagai berikut:

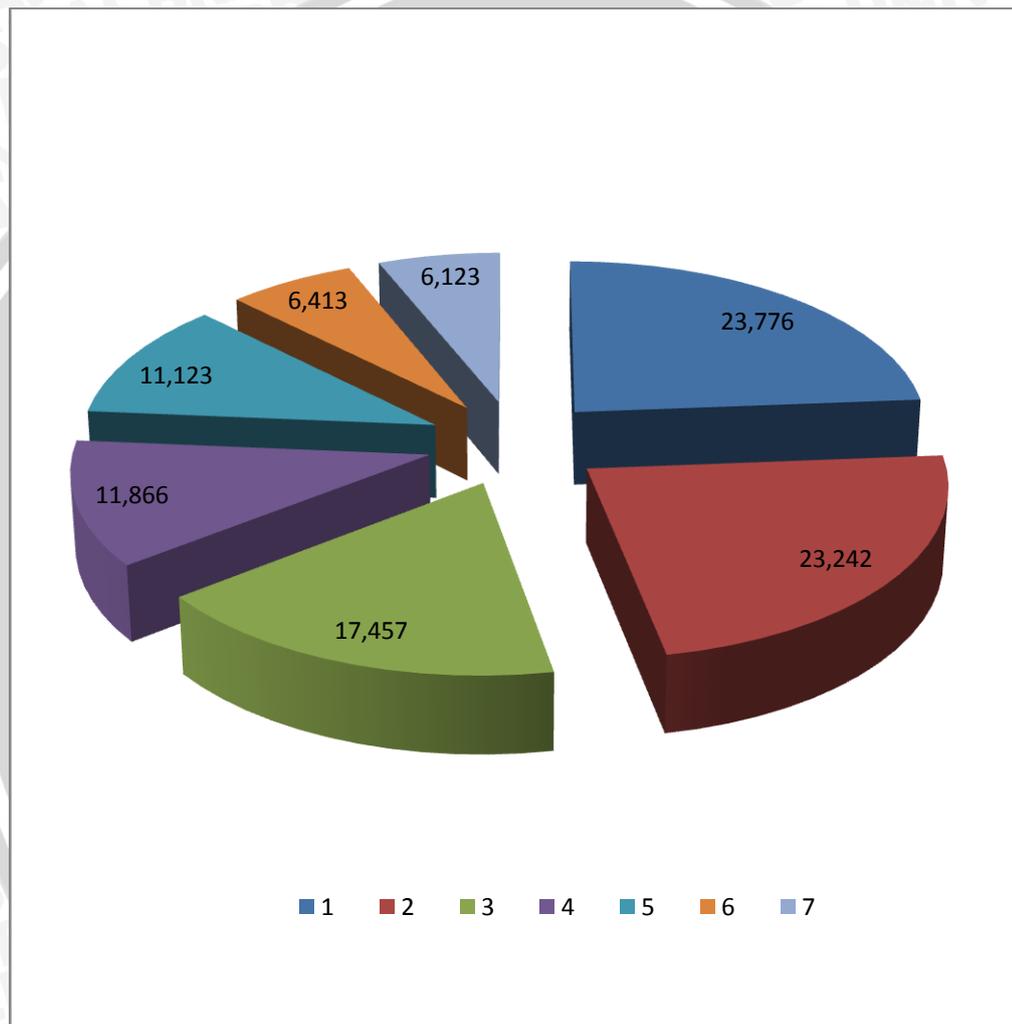
Tabel 4.28. Analisis Pengaruh Sisa Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30

No	Jenis Material	Satuan	Sisa Material (direct + indirect)	Harga Satuan Material (Rp)	Biaya Sisa Material (Direct+ Indirect) (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material(Direct + Indirect)Thdp Tot. Biaya Sisa Material (%)
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>=<4 x 5>	<7>
1	Besi:	Ljr	266	20.000	5.320.000	23.776
2	Batu Bata	Biji	21669	240	5.200.560	23.242
3	Kayu:	M ³	6.2	630.000	3.906.000	17.457
4	Pasir	M ³	59	45.000	2.655.000	11.866
5	Genteng	Biji	1464	1.700	2.488.800	11.123
6	Semen	Sak	41	35.000	1.435.000	6.413
7	Keramik:	M ²	54.8	25.000	1.370.000	6.123
Total Biaya Sisa Material (Direct Waste + Indirect Waste)					22.375.360	100
Total Biaya Proyek					356.361.600	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek					6,279%	

Tabel 4.29. Analisis Pengaruh Sisa Material Terhadap Biaya Proyek Pada Pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36

No	Jenis Material	Satuan	Sisa Material (direct + indirect)	Harga Satuan Material (Rp)	Biaya Sisa Material (Direct+ Indirect) (Rp)	Persentase Biaya Sisa Material(Direct + Indirect)Thdp Tot. Biaya Sisa Material (%)
<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>=<4 x 5>	<7>
1	Batu Bata	biji	67632	240	16.231.680	26.229
2	Kayu:	M ³	16.8	950.000	15.960.000	25.79
3	Semen	sak	220.5	35.000	7.717.500	12.471
4	Besi:	Ljr	318	20.000	6.360.000	10.277
5	Genteng	bj	3392	1.700	5.766.400	9.318
6	Keramik:	M ²	224.75	25.000	5.618.750	9.079
7	Pasir	M3	94	45.000	4.230.000	6.835
Total Biaya Sisa Material (Direct Waste + Indirect Waste)					61.884.330	100
Total Biaya Proyek					930.944.700	
Persentase Terhadap Total Biaya Proyek					6.64%	

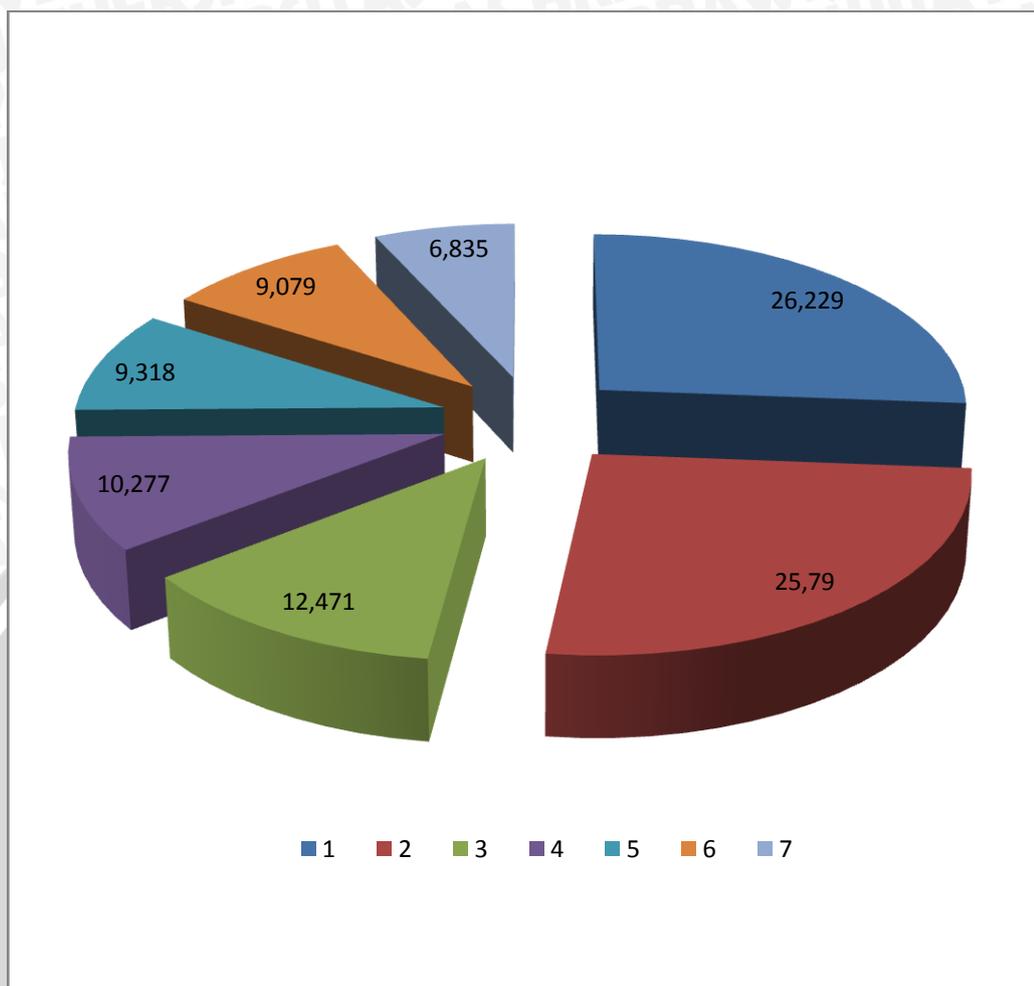
Berdasarkan **Tabel 4.28** dan **4.29**. diatas, didapat besarnya persentase dari sisa material (*construction waste*) untuk rumah tipe 30 dan 36 tiap material yang diteliti beserta nominalnya. Hasil tersebut didapat dari persentase masing-masing material yang diteliti terhadap total biaya sisa material. Dan berikut ini adalah **Gambar 4.15**. yaitu diagram lingkaran berdasarkan **Tabel 4.20**. untuk rumah tipe 30 dan **Gambar 4.16**. berdasarkan **Tabel 4.21**. untuk rumah tipe 36 pada pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence :



Keterangan:

1. Besi	5. Genteng
2. Batu bata	6. Semen
3. Kayu	7. Keramik
4. Pasir	

Gambar 4.15. Persentase Biaya Sisa Material Terhadap Total Biaya Sisa Material Pada Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30



- Keterangan :
- | | |
|--------------|------------|
| 1. Batu bata | 5. Genteng |
| 2. Kayu | 6. Keramik |
| 3. Semen | 7. Pasir |
| 4. Besi | |

Gambar 4.16. Persentase Biaya Sisa Material Terhadap Total Biaya Sisa Material Pada Proyek Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 36

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Proyek konstruksi yang diteliti mengenai sisa material konstruksi pada skripsi ini adalah proyek Perumahan Graha Bandara Residence Malang Tipe 30 dan Tipe 36 di Pakis, Malang. Metode yang digunakan adalah metode pengumpulan data, pembuatan kuesioner (tahap I dan II) serta wawancara dengan pihak kontraktor, sehingga dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Sumber dan Faktor penyebab timbulnya sisa material yang paling berpengaruh pada Proyek pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence meliputi 6 kategori:

🍏 Disain :

- Adanya perubahan disain dari pengembang
- Adanya perubahan disain dari pembeli
- Informasi gambar kurang/tidak jelas
- Pendetailan gambar yang rumit

🍏 Pengadaan material

- Kontraktor pesan batubata tidak sesuai spesifikasi
- Pemesanan melebihi kebutuhan
- Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil
- Supplier kirim batubata berkualitas rendah

🍏 Penanganan material

- Rusak/ patah pada saat dipindahkan
- Membuang atau melempar batubata
- Volume batubata dari supplier kurang
- Tercecer pada saat diangkat

🍏 Pelaksanaan

- Cuaca yang buruk/hujan
- Akibat kesalahan/kecerobohan pekerja di lapangan
- Alat ukur tidak berfungsi dengan baik
- Pemakaian batubata berlebihan akibat deviasi dimensi

🍏 Residual

- Sisa potongan yang tertinggal pada akhir pekerjaan

🍏 Lain lain

- Hilang karena dicuri

2. Kuantitas sisa material terbesar berdasarkan kuantitasnya pada proyek perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30 Terhadap 7 jenis material yang distudi terjadi pada batu bata sebesar (13,208%). Kemudian untuk rumah tipe 36 terjadi pada material batu bata sebesar (13,482%).
3. Berdasarkan kuesioner yang disebarakan kepada 4 responden, yaitu pengawas lapangan, pelaksana lapangan, manajer lapangan, dan mandor, maka dapat diketahui material yang paling banyak menyebabkan sisa material konstruksi serta penyebabnya. Yaitu:

- Material yang paling banyak berpengaruh terhadap total sisa material konstruksi baik untuk rumah tipe 30 maupun tipe 36 yaitu material batu bata,
- Faktor penyebab yang paling dominan adalah faktor disain yaitu perubahan disain oleh pembeli.

Oleh karena itu diperoleh beberapa solusi atau masukan, yaitu:

- ✚ Perubahan disain akan disetujui oleh pihak proyek, apabila dilakukan pada awal persetujuan kontrak sebelum pelaksanaan pekerjaan proyek, sehingga dapat dilakukan perhitungan yang matang terhadap material yang akan digunakan, agar pelaksanaan proyek menjadi lebih efisien dan tidak menyebabkan sisa material yang tidak diinginkan.
 - ✚ Permintaan perubahan disain tidak akan dilayani setelah proyek berjalan.
 - ✚ Perhitungan RAB dilakukan lebih teliti lagi.
4. Kategori sisa material pada proyek pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Tipe 30 dan Tipe 36, berdasarkan tipenya berupa *Direct Waste & Indirect Waste*.
 - Persentase *Direct Waste* terhadap total biaya proyek pada rumah tipe 30 lebih besar dari pada persentase *Indirect Waste*, nilai *Direct waste* sebesar 5,241% dan *indirect waste* sebesar 0,78%.
 - Persentase *Direct Waste* terhadap total biaya proyek pada rumah tipe 36 juga lebih besar dari pada persentase *Indirect Waste*, nilai *Direct waste* sebesar 5,6% dan *indirect waste* sebesar 1,047%.
 - *Direct Waste* > *Indirect Waste*, sehingga meninggalkan sisa material di lapangan yang berpengaruh terhadap lingkungan.
 5. Usaha untuk mengurangi sisa material yang sering dilakukan pada proyek pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence dengan metode manajemen proyek berdasarkan hasil survey kuesioner tahap II, meliputi:

- ✚ Pengadaan Material : Membuat estimasi kebutuhan volume dan jenis material yang akan dipakai, beserta spesifikasi yang jelas; menyampaikan kebutuhan kepada bagian pengadaan/logistik untuk dipesankan sesuai kebutuhan.
 - ✚ Penyimpanan material : Menyimpan material dengan rapi di gudang; Gudang penyimpanan harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, perusakan, dan bebas dari bahaya banjir.
 - ✚ Penanganan material : Menurunkan muatan material dengan hati-hati; Menerima dan memeriksa material; Pemindahan material dari tempat penyimpanan ke tempat kerja harus dilakukan dengan hati-hati.
 - ✚ Pemakaian material : Memakai peralatan kerja yang memadai maupun budaya kerja yang baik; Perilaku para pekerja di lapangan yang baik.
6. Pengaruh sisa material konstruksi terhadap biaya proyek pada pembangunan Perumahan Graha Bandara Residence Malang Tipe 30 dan Tipe 36 adalah sebagai berikut :
- 🍏 Total biaya sisa material yang terjadi pada rumah tipe 30 adalah 6,279% terhadap total biaya proyek, yaitu sebesar Rp. 356.361.600,-
 - 🍏 Total biaya sisa material yang terjadi pada rumah tipe 36 adalah 6.64% terhadap total biaya proyek, yaitu sebesar Rp. 930.944.700,-

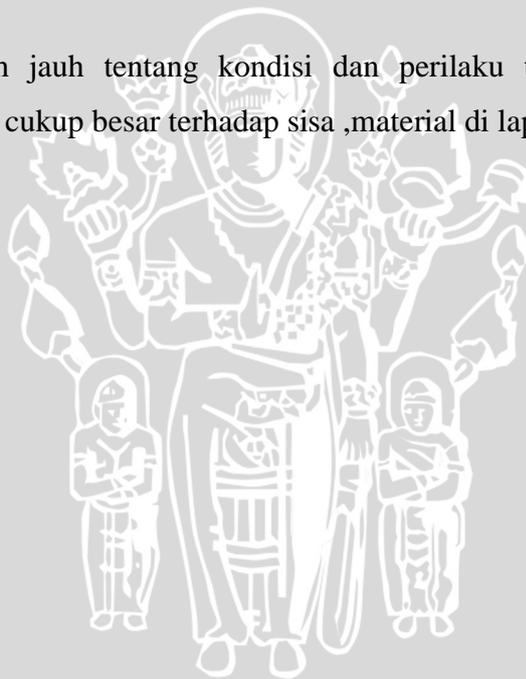
5.2. SARAN

Berikut ini adalah saran yang ditujukan bagi mahasiswa yang akan melakukan maupun mengembangkan studi sisa material konstruksi (*construction waste*) terhadap suatu proyek yang sejenis dengan studi ini diantaranya sebagai berikut:

1. Pengamatan di lapangan sebaiknya dilakukan mulai pada tahap material siap di lapangan sampai pada berlangsungnya aktivitas pekerjaan di proyek selesai (jika memungkinkan). Dan melakukan peninjauan langsung di lapangan berupa penghitungan langsung termasuk data material yang terpasang serta dokumentasi terhadap sisa material yang ada di lapangan.
2. Penelitian bisa dikembangkan tentang dampak sisa material konstruksi terhadap lingkungan, misalnya pengaruh terhadap kualitas air, udara, dan tanah serta kesehatan manusia.
3. Penelitian serupa dibutuhkan untuk membuat pemodelan analisa biaya untuk menentukan margin maksimum dan margin minimum yang dapat digunakan sebagai acuan besarnya sisa material pada suatu proyek.

Bagi kontraktor dan perencana, upaya untuk meminimalisasi sisa material yang terjadi di lapangan disarankan untuk memperhatikan beberapa hal di bawah ini :

1. Manajemen pelaksanaan di lapangan untuk proyek perumahan perlu memperhatikan jenis material batu bata, besi, semen, genteng, kayu, keramik, dan pasir yang secara signifikan mempengaruhi 80% total biaya sisa material di lapangan.
2. Manajemen penanganan material di lapangan perlu untuk meningkatkan kualitas pengawasan, teknik kerja, dan tukang di lapangan.
3. Manajemen disain yang sejak awal perlu dilakukan perencanaan dengan mempertimbangkan konsepsi dan sisa material. Seperti faktor perubahan desain oleh pembeli yang merupakan penyebab paling dominan terhadap total sisa material.
4. Menganalisa lebih jauh tentang kondisi dan perilaku tenaga kerja, karena pengaruhnya yang cukup besar terhadap sisa material di lapangan.



DAFTAR PUSTAKA

Bossink, B.A.G, and Brouwers, H.J.H., Construction waste: Quantification and source evaluation, *Journal of Construction Engineering and Management*, March 1996. pp. 55-60.

Eriyanto, *Teknik Sampling Analisis Opini Publik*, 2007.

Farmoso, E.T., et al., Material waste in building industry: Main causes and prevention, *Journal of Construction Engineering and Management*, Agustus 2002, pp. 316-325.

Gavilan, R.M., and Bernold, L.E., Source evaluation of solid waste in Building construction, *Journal of Construction Engineering and Management*, September 1994. pp.536-552.

<http://statistikpendidikanii.blogspot.com/2008/03/skala-pengukuran.html>.

<http://suhartoumm.blogspot.com/2009/07/transformasi-data-ordinal-menjadi.html>.

Illingworth, J.R., *Waste in the Construction Process*, 1998.

Intan, S., *Analisa dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi pada Pembangunan Ruko di Surabaya*, Tesis Pascasarjana – Universitas Kristen Petra, Surabaya: 2004.

Intan, S. dkk., *Jurnal Dimensi Teknik Sipil Vol 7*, No.1, Maret 2005: 36-45

Kurniawan, Deny, *Regresi Linier*, 2008.

Loosemoore, M., and Teo, M.M.M., A Theory of waste behavior in the construction industry, *Journal construction management and economics*, Mei 2001. pp. 741-751.

Nugraha P, dkk, *Management Proyek Konstruksi 1*, Kartika Yudha, 1985.

Rahim, Irwan Ridwan, *Penilaian Waste Material pada Pelaksanaan Proyek Perumahan Tanjung Bunga Makasar*, Tesis Pasca Sarjana – ITS, Surabaya: 2006.

Ritz, George. *Total construction Project management*. McGraw-Hill Book Company. 1994.

Sekaran,Uma., *Metodologi Penelitian Untuk Bisnis*, 2006.

Skoyles, E.F., Material wastage: A misuse of resources, *Building Research and Practice*, July/April 1976, pp.232-243.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S.A., *Integrated solid management*, McGraw-Hill.Inc., New Jersey: 1993.

Usman, Hardius, Pemodelan Regresi Linier, *Analisis Ekonomi dan Keuangan Menggunakan Ekonometri*, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2006. pp.7-25.

