

TESIS
ANALISIS PENGARUH SISTEM PENGENDALIAN
MATERIAL TERHADAP SISA MATERIAL
PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK
KONSTRUKSI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Dua Teknik Sipil



Rizky Sudiro
15914026

KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS PENGARUH SISTEM PENGENDALIAN
MATERIAL TERHADAP SISA MATERIAL
PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK
KONSTRUKSI

Disusun Oleh :

Rizky Sudiro
15.914.026

Telah Diuji di Depan Dewan Penguji

Pada Tanggal 19 Januari 2018

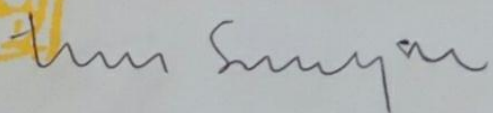
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dosen Penguji

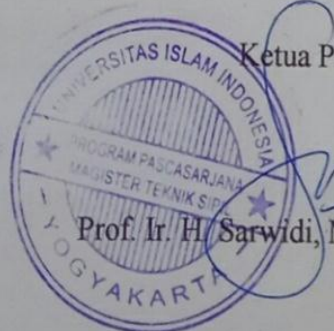


Albani Musyafa, S.T, M.T, Ph.D Fitri Nugraheni, S.T, M.T, Ph.D Dr. Ir. Tuti Sumarningsih, S.T, M.T

Yogyakarta, 26 FEB 2018

Universitas Islam Indonesia
Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Ketua Program



Prof. Ir. H. Sarwidi, MSCE., Ph.D, IP-U.

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

**ANALISIS PENGARUH SISTEM PENGENDALIAN
MATERIAL TERHADAP SISA MATERIAL
PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK
KONSTRUKSI**



Albani Musyafa, ST, MT, Ph.D
Dosen Pembimbing I

Fitri Nugraheni, ST, MT, Ph.D
Dosen Pembimbing II

[Signature]
Tanggal : 6-2-2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizky Sudiro
NIM : 15.914.026
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Tahun Masuk : 2015

Menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan mencantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya dengan norma yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 20 Februari 2018
Yang membuat pernyataan,



Rizky Sudiro
15.914.026

DAFTAR ISI

TESIS	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
PERNYATAAN	
DAFTAR ISI	I
DAFTAR TABEL	III
ABSTRAK	VI
ABSTRACT	VII
KATA PENGANTAR	VIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
1.5. BATASAN PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	5
2.2 KESIMPULAN DARI PENELITIAN YANG SUDAH DILAKUKAN	9
2.3 PENELITIAN YANG AKAN DILAKUKAN	13
2.4 KEASLIAN PENELITIAN	13
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 TINJAUAN UMUM	14
3.2 SISTEM MANAJEMEN PROYEK	14
3.3 STRUKTUR BANGUNAN	15
3.4 MATERIAL	21
3.4.1 Penyediaan Material	21
3.4.2 Pengadaan Material	23

3.4.3	Pengendalian Material	25
3.4.4	Definisi Sisa Material	26
3.4.5	Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material	26
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		32
4.1.	JENIS PENELITIAN	32
4.2.	SUBJEK DAN OBJEK PENELITIAN	32
4.3.	DATA PENELITIAN	32
4.3.1.	Metode Pengumpulan Data	33
4.3.2.	Daftar Pertanyaan (Kuisisioner)	33
4.3.3.	Responden	34
4.3.4.	Uji Validitas dan Reliabilitas	34
4.4.	ANALISIS DATA	35
4.5.	PEMBAHASAN	36
4.6.	TAHAPAN PENELITIAN	36
4.7.	BAGAN ALIR PENELITIAN	38
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		40
5.1.	DESKRIPSI DATA	40
5.2.	PERBANDINGAN DAN KESELARASAN DATA DENGAN UJI KONKORDANSI KENDALL	43
5.2.1.	Sisa Material Pekerjaan Struktur	43
5.2.2.	Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur	45
5.2.3.	Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur	47
5.3.	KORELASI ANTARA PERSENTASE SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR DAN TINDAKAN PENCEGAHANNYA DENGAN UJI SPEARMAN	49
5.4.	PERHITUNGAN SISA MATERIAL DALAM BENTUK RUPIAH	51
5.5.	PEMBAHASAN	53
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		64
6.1.	KESIMPULAN	64
6.2.	SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN		70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kesimpulan Penelitian Yang Sudah Dilakukan	9
Lanjutan Tabel 2.1 Kesimpulan Penelitian Yang Sudah Dilakukan	10
Lanjutan Tabel 2.1 Kesimpulan Penelitian Yang Sudah Dilakukan	11
Tabel 5.1 Rekap Umur Responden	40
Tabel 5.2 Rekap Pendidikan Terakhir Responden	41
Tabel 5.3 Rekap Jabatan Pekerjaan Responden	41
Lanjutan Tabel 5.3 Rekap Jabatan Pekerjaan Responden	42
Tabel 5.4 Rekap Pengalaman Kerja Responden	42
Tabel 5.5 Rekap Jumlah Proyek Yang Sudah Dikerjakan Responden	43
Tabel 5.6 Rekap Persentase Sisa Material Pekerjaan Struktur	44
Tabel 5.7 Hasil Uji Kendall's <i>W Coefficient Of Concordance</i> Terhadap Persentase Sisa Material Pekerjaan Struktur	45
Tabel 5.8 Rekap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur	45
Lanjutan Tabel 5.8 Rekap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur	46
Tabel 5.9 Hasil Uji Kendall's <i>W Coefficient Of Concordance</i> Terhadap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur	47
Tabel 5.10 Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur	47
Lanjutan Tabel 5.10 Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur	48
Tabel 5.11 Hasil Uji Kendall's <i>W Coefficient Of Concordance</i> Terhadap Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur	49
Tabel 5.14. Perhitungan Persentase Sisa Material Dalam Bentuk Rupiah	52
Tabel I. Data Responden	71
Tabel II. Persentase Material Sisa (<i>Waste</i>) Pada Pekerjaan Struktur	72

Tabel III. Kejadian Penyebab Material Sisa (<i>Waste</i>) Pada Pekerjaan Struktur	73
Tabel IV. Tindakan Pencegahan Material Sisa (<i>Waste</i>) Pada Pekerjaan Struktur	74
Tabel V. Korelasi Jenis Material Dan Tindakan Pencegahan	75
Tabel VI. Korelasi Jenis Material Dan Tindakan Pencegahan 2	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Pekerjaan Persiapan	17
Gambar 3.2 Pekerjaan Pengukuran	18
Gambar 3.3 Pabrikasi Pembesian	18
Gambar 3.4 Pabrikasi Bekisting	19
Gambar 3.5 Pengecoran Beton	20
Gambar 3.6 <i>Curring</i> Beton	21
Gambar 3.7 Pengiriman Material	28
Gambar 3.8 Penyimpanan Material	29
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	39
Gambar 5.1 Pekerjaan Bekisting	55
Gambar 5.2 Pekerjaan Pembesian	57
Gambar 5.3 Pekerjaan Pengecoran	59

ABSTRAK

Pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi atau disebut *construction waste*. Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengelolaan, teknologi, sistem penilaian dan pengelolaan limbah yang komprehensif dan terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sisa material konstruksi yang memiliki banyaknya sisa pada pekerjaan struktur, faktor-faktor penyebab sisa material serta solusi efektif dalam mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan di beberapa gedung tingkat tinggi. Data penelitian diperoleh dengan survei menggunakan kuisioner. Narasumbernya adalah orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan material pada pekerjaan struktur seperti pelaksana, cost control engineer, logistik serta gudang. Data diolah dengan analisis perbandingan dan keselarasan data dengan uji konkordansi kendall, serta penjelasan korelasi antara persentase sisa material pekerjaan struktur dan tindakan pencegahannya dengan uji spearman.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Triplek memiliki kuantitas sisa material yang terbesar pada pekerjaan struktur, karena triplek merupakan material pada pekerjaan bekisting, kejadian penyebab terjadinya sisa material pekerjaan struktur yang paling tinggi adalah perubahan desain, tindakan pencegahan dalam mengatasi sisa material pekerjaan struktur yang terjadi yaitu melakukan monitoring pekerjaan.

Kata kunci : sisa material, manajemen konstruksi, pekerjaan struktur, konstruksi gedung

ABSTRACT

In the execution of a construction project, it will not be avoided the emergence of the rest of the construction material or called construction waste. Therefore, required a comprehensive, integrated management mechanism, technology, assessment and waste management system. This study aims to determine the remaining construction materials that have a lot of residual on the work structure, the factors causing the rest of the material and an effective solution in overcoming the remaining construction material that occurred.

This research is conducted on development projects in several high-rise buildings. The research data were obtained by survey using questionnaire. The sources are people who deal with the use of materials on structural work such as executors, cost control engineers, logistics and warehouses. Data was processed by comparison analysis and data alignment with kendall concordance test, and explanation of correlation between percentage of material remaining structural work and its prevention action by spearman test.

The results of this study indicate that plywood has the largest waste quantity in structural work, because the plywood is a material on the work of formwork, the occurrence of the occurrence of the remnant material of the highest structural work is a design change, precautionary action in overcoming the remaining material of structural work that happens is monitoring work.

Keywords: waste material, construction management, structural work, building construction

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Alhamdulillah rabbil'alamiin segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam yang menciptakan langit dan bumi beserta isinya sehingga kita dapat merasakan manisnya iman dan islam. Tak lupa sholawat serta salam selalu dilimpahkan kepada nabi besar, nabi akhir zaman Rasulullah Muhammad SAW yang memberikan kita jalan terang dari zaman yang jahiliyah ke zaman yang saat ini kita rasakan. Sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta bahwasanya mahasiswa magister teknik sipil wajib melakukan penelitian yang dituangkan dalam bentuk tesis.

Oleh karena itu, dibuatnya tesis ini adalah sebagai syarat untuk mendapatkan gelar strata dua teknik sipil, tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Albani Musyafa, S.T, M.T, Ph.D dan Ibu Fitri Nugraheni, S.T, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing tesis,
2. Ibu Dr. Ir. Tuti Sumarningsih, S.T, M.T selaku dosen penguji tesis,
3. Bapak Prof. Ir. H. Sarwidi, MSCE., Ph.D., IP-U selaku Ketua Prodi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
4. Bapak Sudirman, ibunda Romaja, abang Rudi Sudiro, (alm) abang Roni Sudiro, abang Rinto Sudiro , serta adik-adikku tercinta Rahmat Sudiro dan Ririn Sudiro, merekalah yang tidak lelah untuk memberikan semangat, materiil, moril serta doa bagi penulis sendiri,
5. Teman-teman yang sudah saya anggap sebagai saudara saya di tanah rantau Yogyakarta teknik sipil 2010 dan magister manajemen konstruksi 2015, yang telah banyak membantu dan memotivasi saya dalam menyelesaikan tesis,

6. Serta semua pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga tesis ini dapat memberikan banyak manfaat dalam hal pengelolaan sisa material pekerjaan struktur bagi dunia konstruksi, bagi masyarakat serta bagi penulis sendiri.

Yogyakarta, 18 Januari 2018

Rizky Sudiro

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara berpenduduk terbanyak keempat di dunia dengan laju pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang pesat. Dengan jumlah penduduk 262 juta, laju pertumbuhan 1,38 % pertahun dan pertumbuhan ekonomi sekitar 4.71 % pertahun (BPS, 2016), bangsa ini memerlukan bangunan infrastruktur yang sangat banyak. Salah satu infrastruktur tersebut adalah bangunan gedung. *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH) baru saja merilis laporan terbaru dan mencatat Asia menjadi pemasok gedung tinggi terbanyak pada tahun lalu dengan jumlah penyelesaian sebanyak 81 bangunan atau 76% dari total 106 bangunan dimana Indonesia menempati peringkat ke dua setelah China dengan penyelesaian pembangunan sebanyak sembilan gedung tingkat tinggi (Hasanudin, 2016).

Gedung yang merupakan salah satu bangunan konstruksi memiliki beberapa bagian pekerjaan seperti pekerjaan struktur, arsitektur serta mekanikal elektrik dan plumbing (MEP). Pekerjaan struktur merupakan pekerjaan awal yang memiliki bagian-bagian yang membentuk bangunan. Pekerjaan ini memiliki beberapa item pekerjaan seperti pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran yang memiliki metode masing-masing dalam pekerjaannya. Setiap proyek konstruksi memerlukan suatu manajemen agar dapat memonitoring metode semua pekerjaan yang dilakukan selama masa proyek berlangsung.

Manajemen proyek merupakan suatu proses perencanaan, pengaturan kepemimpinan dan pengendalian dengan memanfaatkan sumber daya agar mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari aspek pengelolaan waktu, biaya dan mutu. Aspek – aspek tersebut berpengaruh dalam keberhasilan suatu proyek. Oleh karena itu, jika fungsi dasar manajemen proyek dapat terealisasi maka tujuan proyek akan mudah terwujud (Ahadi, 2011). Material merupakan salah satu komponen penting yang memiliki pengaruh yang sangat erat dengan biaya, mutu dan waktu.

Pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi, tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi. Lebih dari 75% sisa material yang dihasilkan oleh industri konstruksi memiliki nilai residu dan dapat didaur ulang, diselamatkan dan/ atau digunakan kembali. (Yeheyis.M dkk, 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan mekanisme pengelolaan, teknologi, sistem penilaian dan pengelolaan limbah yang komprehensif dan terpadu.

Setiap tahunnya, volume sisa material konstruksi selalu meningkat yang berdampak pada lingkungan, ekonomi dan sosial jangka panjang, serta pasokan lahan semakin berkurang. Oleh karena itu pengelolaan sisa material menjadi sangat penting untuk melindungi kesehatan masyarakat dan ekosistem alami (Yeheyis.M dkk, 2012). Di setiap proyek konstruksi, pengelolaan sisa material masih menjadi hal yang kurang penting dalam penanganannya, hal ini dapat dilihat di masing-masing proyek konstruksi masih memiliki banyaknya sisa material seperti sisa-sisa potongan kayu, triplek, besi serta material lainnya saat proyek tersebut sudah selesai dibangun.

Selain itu, banyaknya sisa material yang dihasilkan memiliki hubungan dengan komitmen dan strategi organisasi. Untuk mengelola sisa material konstruksi secara efektif, harus dipertimbangkan untuk membentuk suatu kelompok pekerja yang khusus bertugas sebagai pengelola sisa material konstruksi, karena perubahan sikap pekerja akan sulit dicapai kecuali ada keuntungan finansial pribadi terhadap mereka (Jayamathan, J. dan Rameezdeen, R, 2014).

Belum banyak penelitian yang membahas tentang material apa saja yang banyak menjadi sisa material khususnya pada pekerjaan struktur, apa yang menyebabkan adanya sisa material tersebut, termasuk bagaimana cara mengatasi permasalahan sisa material konstruksi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang sisa material konstruksi pada pekerjaan struktur, penyebabnya dan bagaimana solusi untuk mengatasinya.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Material konstruksi apa yang memiliki kuantitas sisa yang paling besar? Mengapa?
2. Apa faktor penyebab utama terjadinya sisa material konstruksi? Mengapa?
3. Bagaimana solusi efektif untuk mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan pada penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui jenis material yang mengalami banyak sisa pada pekerjaan struktur gedung.
2. Untuk mengetahui faktor utama penyebab terjadinya sisa material konstruksi.
3. Untuk mengetahui solusi efektif dalam mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat pada penelitian ini yaitu :

1. Sebagai bahan rujukan untuk dapat meminimalisir adanya material sisa pekerjaan struktur pada proyek konstruksi.
2. Sebagai pertimbangan bagi masyarakat agar dapat mengelola dan mendaur ulang sisa material konstruksi yang terdapat pada lingkungan sekitar.
3. Peneliti dapat mengetahui cara mengelola dengan baik material sisa pekerjaan struktur pada proyek konstruksi.

1.5. BATASAN PENELITIAN

Batasan penelitian ini yaitu :

1. Metode yang digunakan adalah kuisioner, wawancara dan dokumentasi yang terdapat di proyek,
2. Pembahasan mengenai sistem pengelolaan sisa material,
3. Material yang terdapat di pekerjaan struktur.
4. Sisa material yang dimaksud pada penelitian ini yaitu material yang sudah tidak digunakan pada pekerjaan struktur, dan
5. Proyek gedung berlantai banyak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB I telah disebutkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian serta manfaat penelitian. Pada penelitian ini dibutuhkan bahan pertimbangan dan bahan referensi, maka pada BAB II akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sekaligus menghindari duplikasi.

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian ini, maka dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan sekaligus menghindari duplikasi. Ada beberapa penelitian yang berhubungan dengan sisa material konstruksi, yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Harimurti dkk (2016), bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis material yang memiliki volume dan biaya sisa material yang besar/ dominan, serta faktor-faktor yang menjadi penyebab timbulnya sisa material pada proyek. Sampel penelitian adalah *consumable material* pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang. Metode yang digunakan dalam menganalisis dan menentukan jenis material yang memiliki biaya sisa material yang besar/ dominan adalah Metode Pareto. Sedangkan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor penyebab timbulnya sisa material adalah Metode *Fishbone Diagram*. Dari hasil analisis menggunakan Metode Pareto, jenis-jenis material yang dominan menimbulkan sisa material pada proyek konstruksi yakni tiang pancang, tulangan D22, dan tulangan D16. Dengan total biaya sisa dari ketiga jenis material tersebut sebesar Rp 108.303.861,00. Berdasarkan analisis menggunakan *Fishbone Diagram*, faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material pada tiang pancang yakni karena kondisi tiang pancang yang diterima kurang baik, hal ini bisa terjadi karena proses loading unloading

kurang hati-hati. Selain itu, tidak semua bagian tiang pancang masuk ke dalam tanah karena kondisi pada tiap titik pancang berbeda-beda. Untuk besi tulangan, sisa material yang timbul merupakan hasil sisa dari proses pemotongan.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Nursyahbani (2016), bertujuan untuk meminimalisir sisa material yang dihasilkan diperlukan analisis penyebab sisa material tersebut terjadi. Pada penelitian ini digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisis penyebabnya. FTA digunakan karena pada FTA menyediakan metode untuk menentukan penyebab terjadinya kejadian yang tidak diinginkan. Dan untuk melakukan analisis lebih lanjut penyebab sisa material digunakan aljabar Boolean. Penelitian ini adalah analisis deskriptif dimana penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data primer berupa kuisisioner dan wawancara serta data sekunder berupa data-data proyek itu sendiri. Dalam penelitian ini kejadian puncak didapatkan dari dua material dengan nilai biaya sisa material; tertinggi yakni baja tulangan dan tiang pancang. Hasil analisis yang didapat adalah kejadian dominan atau penyebab utama yang menyebabkan terjadinya sisa material. Penyebab paling dominan yang menyebabkan sisa material baja tulangan adalah pekerja yang kurang pengalaman, alat yang konslet, alat yang sudah aus, voltase listrik naik turun, pemotongan mengikuti desain, koordinasi yang kurang, mandor kurang disiplin, pekerja kurang teliti dan perubahan desain yang mendadak. Sedangkan tiang pancang adalah ketidakteelitian memeriksa material yang diterima.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Ferdiana (2009), bertujuan untuk mengetahui dan mengenali sumber penyebab, prosentase kuantitas serta tingkat kemampuan tiap pelaku konstruksi mengenai permasalahan material, perlu dilakukan penelitian mengenai persepsi antara pelaku konstruksi pada proyek gedung dan perumahan. Metoda pelaksanaan penelitian yaitu dengan tinjauan pustaka yang bersumber pada jurnal, buku dan media internet, sedangkan metoda pengumpulan data dengan cara

pengumpulan hasil isian angket yang ditujukan kepada pelaku konstruksi yaitu Manajer Proyek, *Site Manager*, Logistik Proyek, Pelaksana dan Pengawas lapangan. Data yang telah dianalisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sedangkan analisa data perhitungan menggunakan prosentase, mean, SD, Uji F (uji varian data kedua jenis proyek) dan Uji T untuk membandingkan ada tidaknya perbedaan persepsi antara pelaku konstruksi proyek gedung dan perumahan tentang tingkat pengaruh sumber dan penyebab sisa material pada tiap kategori. Hasil dari analisis tentang terjadinya sisa material pada proyek gedung dengan proyek perumahan berbeda. Menurut responden proyek gedung sumber sisa material adalah dari kategori pengadaan material, dengan penyebabnya adalah kesalahan pemesanan, kelebihan pemesanan atau kekurangan material yang dilakukan oleh kontraktor, sedangkan menurut responden perumahan, penyebabnya adalah perubahan desain pada kategori desain. Prosentase jenis sisa material yang paling tinggi menurut responden gedung adalah bata dengan prosentase mencapai 5%-<10%, sedangkan menurut responden proyek perumahan, jenis sisa material tertinggi adalah papan kayu bekisting dengan prosentase 5%- <10%. Cara meminimalisasi sisa material baik menurut responden proyek gedung dan perumahan pada peringkat rata-rata tertinggi adalah sama yaitu perencanaan yang matang sebelum pelaksanaan proyek. Hasil analisis dari Uji F menunjukkan rata-rata varian data kedua jenis proyek adalah sama sedangkan hasil dari Uji T adalah 4 dari 6 kategori hasilnya adalah menerima H_0 dengan rata-rata kesimpulan tidak terdapat perbedaan yang signifikan tentang tingkat pengaruh sumber penyebab sisa material pada tiap kategori berdasarkan persepsi responden kedua jenis proyek.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Rani (2017), bertujuan untuk mengetahui faktor dominan penyebab limbah material pada proyek irigasi, dan untuk menganalisis hubungan dan pengaruh antara faktor limbah material dan indikator limbah material pada proyek irigasi di Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini menggunakan kuesioner yang disebarakan kepada kontraktor

irigasi, dengan kualifikasi perusahaan berkisar antara K1, K2, K3, M1, dan M2 dan berlokasi di kabupaten Aceh Besar sejak tahun 2010 sampai 2015. Populasi yang diperoleh adalah 209 kontraktor; Dengan menggunakan persamaan Slovin diperoleh bahwa sampel penelitian adalah 68 kontraktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor dominan yang menyebabkan limbah material pada proyek irigasi di kabupaten Aceh Besar adalah faktor pengadaan material.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Khanh dan Kim (2015), bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kejadian limbah di industri konstruksi. Ini mencakup: pertama, mengidentifikasi nilai rata-rata frekuensi kejadian limbah sesuai karakteristik responden; kedua, mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat diprediksi untuk penanganannya sampai pada hubungan laten antara faktor limbah awal; dan ketiga, mengidentifikasi indikator tingkat kejadian limbah (WOLI) untuk industri konstruksi berdasarkan faktor pengukuran limbah utama. Desain / metodologi / pendekatan - Sebanyak 19 faktor limbah diurutkan dari tinjauan pustaka. Kuesioner terstruktur diadopsi untuk melaksanakan survei. Responden adalah profesional yang memiliki banyak pengalaman dalam konstruksi dan pengelolaan proyek. Uji normalitas, uji Levene, uji ANOVA, dan teknik analisis faktor digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya limbah pada proyek konstruksi cukup tinggi. Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik dan praktis dalam hal terjadinya limbah antara kategori populasi yang dipilih. Berdasarkan teknik analisis faktor, terdapat lima komponen utama yang diekstraksi dengan 56,7 persen varians total. WOLI di industri konstruksi ditemukan sebagai 61,55 per skala 100.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Septian (2010), bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pemborosan material. Hasil dari penelitian ini yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pemborosan material adalah pengawasan yang kurang, area kerja yang tidak mendukung, peralatan bantu yang kurang

memadai, tidak adanya pengklasifikasian bidang pekerjaan, tidak efektifnya jumlah tenaga kerja dalam suatu area kerja, dan kurangnya pengalaman para tukang.

2.2 KESIMPULAN DARI PENELITIAN YANG SUDAH DILAKUKAN

Tabel 2.1 Kesimpulan penelitian yang sudah dilakukan

No.	TOPIK	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
1	Sisa Material Konstruksi	Harimurti (2016)	Untuk mengetahui jenis-jenis material yang memiliki volume dan biaya sisa material yang besar/ dominan, serta faktor-faktor yang menjadi penyebab timbulnya sisa material pada proyek	Metode yang digunakan dalam menganalisis dan menentukan jenis material yang memiliki biaya sisa material yang besar/ dominan adalah Metode <i>Pareto</i> . Sedangkan metode yang digunakan mengevaluasi faktor-faktor penyebab timbulnya sisa material adalah Metode <i>Fishbone Diagram</i> .	Dari hasil analisis, jenis-jenis material yang dominan menimbulkan sisa pada proyek konstruksi yakni tiang pancang, tulangan D22, dan D16. Dengan total biaya sisa dari ketiga jenis material tersebut sebesar Rp 108.303.861,00, faktor penyebab terjadinya sisa material pada tiang pancang yakni karena kondisi tiang pancang yang diterima kurang baik, hal ini bisa terjadi karena proses loading unloading kurang hati-hati.
		Nursyahbani (2016)	Untuk meminimalisir sisa material yang dihasilkan diperlukan analisis penyebab sisa material tersebut terjadi	Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) untuk menganalisis penyebabnya. FTA digunakan karena menyediakan metode untuk menentukan penyebab terjadinya kejadian yang tidak diinginkan. Dan untuk melakukan analisis lebih lanjut penyebab sisa material	Hasil analisis yang didapat adalah kejadian dominan atau penyebab utama yang menyebabkan terjadinya sisa material. Penyebab paling dominan yang menyebabkan sisa material baja tulangan adalah pekerja yang kurang pengalaman, alat yang konslet, alat yang sudah aus, voltase listrik naik turun, pemotongan mengikuti desain, koordinasi yang kurang, mandor

No.	TOPIK	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
				digunakan aljabar Boolean	kurang disiplin,

Lanjutan Tabel 2.1 Kesimpulan penelitian yang sudah dilakukan

No.	TOPIK	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
		Ferdiana (2009)	Untuk mengetahui dan mengenali sumber penyebab, prosentase kuantitas serta tingkat kemampuan tiap pelaku konstruksi mengenai permasalahan material,	Metoda pelaksanaan penelitian yaitu dengan tinjauan pustaka yang bersumber pada jurnal, buku dan media internet, sedangkan metoda pengumpulan data dengan cara pengumpulan hasil isian angket yang ditujukan kepada pelaku konstruksi	Hasil dari analisis tentang terjadinya sisa material pada proyek gedung dengan proyek perumahan berbeda. Menurut responden proyek gedung sumber sisa material adalah dari kategori pengadaan material, dengan penyebabnya adalah kesalahan pemesanan, kelebihan pemesanan atau kekurangan material yang dilakukan oleh kontraktor.

No.	TOPIK	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
		Rani (2017)	untuk mengetahui faktor dominan penyebab limbah material pada proyek irigasi, dan untuk menganalisis hubungan dan pengaruh antara faktor limbah material dan indikator limbah material pada proyek irigasi di Kabupaten Aceh Besar	Penelitian ini menggunakan kuesioner yang disebarkan kepada kontraktor irigasi, dengan kualifikasi perusahaan berkisar antara K1, K2, K3, M1, dan M2 dan berlokasi di kabupaten Aceh Besar sejak tahun 2010 sampai 2015	bahwa faktor dominan yang menyebabkan limbah material pada proyek irigasi di kabupaten Aceh Besar adalah faktor pengadaan material.

Lanjutan Tabel 2.1 Kesimpulan penelitian yang sudah dilakukan

No.	TOPIK	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
-----	-------	------------------	----------------------	----------------------	---------------------

No.	TOPIK	NAMA PENELITI	TUJUAN PENELITIAN	METODE PENELITIAN	HASIL PENELITIAN
		Khanh dan Kim (2015)	untuk mengevaluasi tingkat kejadian limbah di industri konstruksi.	Uji normalitas, uji Levene, uji ANOVA, dan teknik analisis faktor digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan.	bahwa terjadinya limbah pada proyek konstruksi cukup tinggi. Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik dan praktis dalam hal terjadinya limbah antara kategori populasi yang dipilih. Berdasarkan teknik analisis faktor, terdapat lima komponen utama yang diekstraksi dengan 56,7 persen varians total. WOLI di industri konstruksi ditemukan sebagai 61,55 per skala 100.
		Prasetyo dan Septian (2010)	untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pemborosan material		Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pemborosan material adalah pengawasan yang kurang, area kerja yang tidak mendukung, peralatan bantu yang kurang memadai, tidak adanya pengklasifikasian bidang pekerjaan, tidak efektifnya jumlah tenaga kerja dalam suatu area kerja, dan kurangnya pengalaman para tukang.

2.3 PENELITIAN YANG AKAN DILAKUKAN

Penelitian yang akan dilakukan tentang “Analisa Sistem Pengendalian Sisa Material Pekerjaan Struktur pada Proyek Konstruksi”. Penelitian ini adalah penelitian yang lebih fokus terhadap sisa material yang terdapat pada pekerjaan struktur saja, bertujuan untuk mengetahui persentase sisa material, penyebab, serta solusi dalam mengatasi sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi.

2.4 KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan berbeda dengan penelitian terdahulu berdasarkan subjek dan objek penelitian. Keaslian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai dengan asas-asas keilmuan yang harus dijunjung tinggi yaitu kejujuran, rasional, objektif serta terbuka. Hal ini merupakan implikasi etis dari menemukan kebenaran ilmiah sehingga dengan demikian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya secara ilmiah, keilmuan, dan terbuka untuk kritisi yang sifatnya konstruktif (membangun).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 TINJAUAN UMUM

Landasan teori merupakan bagian pembahasan tentang uraian pemecahan masalah yang akan ditemukan pemecahannya melalui pembahasan-pembahasan secara teoritis, dan mengacu pada masalah penelitian. Landasan teori dapat digambarkan dalam bentuk bagan atau persamaan matematika dan harus diberi penjelasan agar mudah memahaminya.

3.2 SISTEM MANAJEMEN PROYEK

Manajemen adalah proses individu-individu yang tergabung dari organisasi terstruktur yang telah memiliki sistem yang memadai, bertujuan untuk memelihara, mengembangkan, mengendalikan serta menjalankan program-program yang sudah disusun untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Organisasi berfungsi sebagai tempat untuk menuangkan konsep dari masing-masing individu dalam mengemban tanggung jawab manajemen. Untuk tujuan analisis, dapat diambil fungsi tertentu dari set dengan mengingat bahwa suatu kegiatan pada fungsi tertentu mempunyai hubungan dan saling bergantung dengan fungsi yang lain (Dipohusodo, 1996).

Fungsi-fungsi pokok dalam manajemen adalah merencanakan, mengorganisasikan dan mengendalikan. Selain itu fungsi-fungsi manajerial penting lainnya yaitu memimpin, mengerahkan, mengarahkan, mengaktifkan, memberi contoh, membangun motivasi, mengkoordinasikan, mengkomunikasikan serta pengambilan keputusan. Akan tetapi konsep manajemen adalah suatu set keseluruhan tanggung jawab fungsional yang ditunjukkan melalui kinerja para manajer akan lebih menonjol. Proses yang diharapkan dari sebuah manajemen yaitu masukan-masukan (*input*) dari individu-individu dapat dihasilkan keluaran-keluaran (*output*) tujuan atau sasaran tercapai sesuai dengan yang sudah ditetapkan. Masukan – masukan pada proses manajemen yaitu manusia/ tenaga

kerja, material, modal (dana), mesin (alat), serta metode-metode kerja (Dipohusodo, 1996).

Dari uraian diatas, maka dapat diartikan bahwa manajemen merupakan proses penggunaan sumber daya untuk mencapai sasaran atau tujuan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, manajer dari sebuah proyek konstruksi memiliki tanggung jawab untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan serta mampu mengelola sumber daya yang berbentuk modal, material, waktu, serta manusia agar dapat menghasilkan suatu produk yang maksimal dari proyek konstruksi tersebut.

Pengertian sistem manajemen adalah sebagai suatu set yang terdiri atas konsep-konsep, dasar-dasar pengertian, serta metode penanganan yang berkaitan dengan manajemen, sehingga dapat diartikan sebagai penataan serta pengorganisasian atas faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan manajemen proyek. Sistem manajemen proyek disusun menjadi seperangkat pengertian, pedoman, alat-alat, dan petunjuk tata cara pelaksanaannya, sehingga dapat menghubungkan kesenjangan persepsi, membangun kesamaan bahasa, serta dapat mewujudkan bentuk kerjasama diantara satuan organisasi pelaksana. Pada suatu proyek konstruksi tidak dapat dihindari adanya permasalahan, oleh karena itu perlu ditumbuhkan keserasian hubungan kerja di antara para pelaksananya. Tingkat kekompakan dan kesadaran akan pentingnya penerapan konsep hubungan kerja yang serasi satu dan yang lainnya merupakan kunci keberhasilan perencanaan dan pelaksanaan proyek terutama yang memiliki jabatan penting. Mereka yang memiliki jabatan penting bertugas untuk mengkoordinasi dan mengendalikan pelaksanaan proyek harus dapat menciptakan keserasian hubungan antara personil pelaksana yang lain. Oleh karena itu, perlunya menyusun suatu konsep sistem manajemen proyek yang lengkap, kokoh serta terpadu (Barrie, 1995).

3.3 STRUKTUR BANGUNAN

Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang

berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat, tangga. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur bangunan.

Dalam suatu pembangunan proyek konstruksi, hal utama yang diperlukan adalah suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*). Selain itu, merencanakan beban-beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban gempa (*earthquake*), dan beban angin (*wind load*) sebagai bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur (Kusuma, 1993).

Perencanaan struktur harus mengacu pada peraturan atau pedoman standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton bertulang, yaitu Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beton nomor: SK SNI T-15-1991-03, Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung tahun 1983, dan lain-lain (Dipohusodo, 1999).

Metode pelaksanaan merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep yang berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan, keadaan teknis dan ekonomis di lapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor.

Metode pelaksanaan merupakan suatu susunan pekerjaan yang berurutan dalam suatu pekerjaan konstruksi. Metode pelaksanaan selalu digunakan pada suatu proyek konstruksi agar dapat menyelesaikan pekerjaan secara terstruktur dan sistematis serta menghasilkan produk konstruksi sesuai dengan yang tujuan yang ditetapkan. Struktur beton merupakan pekerjaan utama dalam sebuah proyek

konstruksi. Saleh (2015), mengatakan bahwa ada beberapa metode pelaksanaan pada pekerjaan struktur beton, yaitu :

1. Persiapan

Persiapan merupakan awal mula dalam pekerjaan struktur. Ada beberapa langkah dalam pekerjaan persiapan, seperti pembuatan dan pengajuan *shopdrawing* pekerjaan struktur, *approval* material yang akan digunakan, persiapan lahan kerja, persiapan material kerja, dan



persiapan alat bantu kerja.

Gambar 3.1 Pekerjaan Persiapan
(Sumber : Purbo, 2010)

Dapat dilihat pada gambar 3.1 bahwa untuk memulai suatu pekerjaan konstruksi, pekerjaan persiapan merupakan hal utama agar dapat melaksanakan pekerjaan konstruksi ke tahap selanjutnya dimana persiapan lahan kerja, material serta alat bantu sudah tersedia agar dapat melaksanakan pekerjaan konstruksi.

2. Pengukuran

Pengukuran dilakukan agar *shopdrawing* yang sudah dibuat sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.



Gambar 3.2 Pekerjaan Pengukuran
(Sumber : Rahmadi, 2011)

Dapat dilihat pada gambar 3.2 diatas, pekerjaan pengukuran dilakukan agar pekerjaan sesuai dengan titik-titik yang sudah terdapat pada gambar *shopdrawing*. Pengukuran dilakukan oleh juru ukur (*surveyor*) dengan menggunakan *theodolite* atau alat bantu lainnya untuk melakukan pengukuran dan *marking area* untuk titik penempatan, ukuran (dimensi) serta leveling.

3. Pabrikasi pembesian

Pelaksanaan pabrikasi besi tulangan memerlukan tempat yang cukup untuk meletakkan, memotong besi serta membengkokkan sehingga sesuai dengan *shopdrawing* yang sudah disetujui. Selain itu mutu dan spesifikasi besi beton akan disesuaikan dengan gambar kerja dan RKS.



Gambar 3.3 Pabrikasi Pembesian
(Sumber : Purbo, 2010)

Pada gambar 3.3 diatas dilihat pekerja sedang mengerjakan pabrikasi pembesian plat, untuk pembesian plat langsung dikerjakan di bekisting

dimana bekisting dipasang terlebih dahulu, sedangkan untuk kolom dan balok pabrikan dikerjakan di di sekitar proyek, setelah pabrikan selesai baru dipasang lalu di bekisting.

Langkah-langkah yang dilakukan pada pekerjaan struktur beton yaitu memotong dan membentuk besi beton sesuai gambar kerja, rangka diikat dengan kawat beton, kemudian diberi tanda sesuai penempatannya. Untuk pekerjaan kolom, pembesian dikerjakan pemasangan besi terlebih dahulu setelah itu dilanjutkan pemasangan bekisting, sedangkan untuk balok, plat serta tangga dikerjakan pemasangan bekisting dahulu kemudian dilanjutkan pemasangan besi.

4. Pabrikasi bekisting

Pabrikasi bekisting dikerjakan di lokasi proyek untuk memudahkan pengukuran dan mempercepat pelaksanaannya. Untuk struktur beton yang posisinya ada dibawah permukaan tanah, maka bekisting dapat menggunakan multiplek atau pasangan batako. Sedangkan untuk struktur beton diatas permukaan tanah seperti : kolom, balok, plat lantai dan tangga menggunakan bahan dari multiplek dan perkuatan menggunakan balok/kaso dan alat perancah bambu/ scaffolding.



Gambar 3.4 Pabrikasi Bekisting
(sumber : Purbo, 2010)

Pada gambar 3.4 diatas untuk kolom sebaiknya dibuatkan sepatu kolom dengan besi beton atau besi plat siku untuk menjaga agar kolom tetap

tegak lurus dan siku. Setelah bekisting terpasang maka akan dilakukan cek elevasi dan kerataan pemasangan bekisting.

5. Pengecoran beton

Pengecoran beton akan dimulai setelah adanya persetujuan dari perencana dalam permohonan pelaksanaan kerja. Komposisi campuran ditentukan sesuai dengan spesifikasi dan RKS yang sudah disepakati.

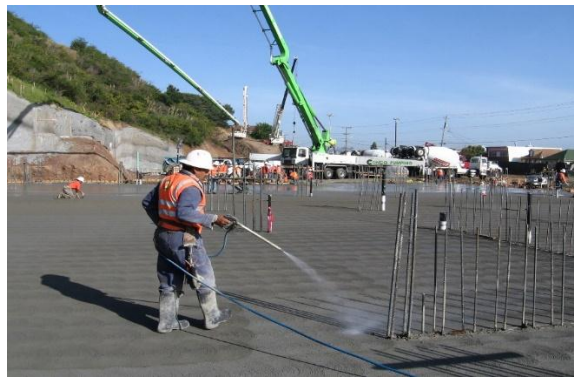


Gambar 3.5 Pengecoran Beton
(Sumber : Saleh, 2015)

Pada gambar 3.5 diatas pengecoran dilakukan menggunakan beton *ready mix* dimana biasanya pengecoran ini dilakukan dalam skala volume yang besar sehingga mempercepat pekerjaan konstruksi. Untuk mengetahui beton *readymix* sesuai dengan yang direncanakan, maka dilakukan pembuatan sampel beton yang akan diuji sampai dengan umur 28 hari.

6. *Curring* beton

Curring beton bertujuan untuk menjaga agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu beton.



Gambar 3.6 *Curing* Beton
(sumber : Purbo, 2010)

Pada gambar 3.6 diatas dapat dilihat bahwa *Curing* beton dilakukan segera setelah proses *finishing* beton selesai dan waktu total setting tercapai (Nji, 2015)

3.4 MATERIAL

Material Konstruksi meliputi seluruh bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan pada suatu proses konstruksi. Peralatan Konstruksi meliputi seluruh peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan pada suatu proses konstruksi (Materialperalatan, 2011).

Sistem Pengelolaan Material dan Peralatan Konstruksi adalah suatu sistem yang merencanakan dan mengendalikan seluruh kegiatan untuk menjamin agar material dan peralatan konstruksi dapat diperoleh dalam jumlah yang tepat, sesuai dengan spesifikasi, dengan harga yang pantas dan tersedia pada saat dibutuhkan (Materialperalatan, 2011).

3.4.1 Penyediaan Material

Pembeli, atau dalam peranannya yang lebih modern disebut pengontrol bahan/material terutama menangani masalah-masalah penyediaan, penyimpanan, penanganan dan pemakaian bahan.

Pada suatu tahap tender, estimator bertanggung jawab untuk mencari penyalur/distributor bahan-bahan yang potensial (Dipohusodo, 1996). Banyak pendapat yang menentang masalah ini, banyak orang menganggap bahwa hal ini adalah tugas pembeli (*buyer*). Orang yang melakukan tugas pembelian lebih

mengetahui masalah-masalah penyediaan bahan-bahan dan kondisi harganya bahan-bahan mana yang telah tertentu harganya dan mana yang dapat ditawar. Pembeli memiliki lebih banyak pengetahuan tentang kemampuan para sub-kontraktor dan distributor bahan.

Menurut Dipohusodo (1996), ada 2 hal yang perlu diperhatikan pada tahap penyediaan material, yaitu :

1. Pengontrol bahan-bahan

Pada suatu proyek perlu diperhatikannya dalam mengontrol bahan-bahan seperti waktu sampainya bahan – bahan di lokasi, cara pencapaian lokasi dan kesulitannya untuk mencapai lokasi yang berhubungan dengan kendaraan pengirim, pengepakan bahan-bahan, cara penanganan bahan, perlengkapan dan instalasi, persediaan bahan-bahan di lokasi serta keamanan dan perlindungan terhadap bahan – bahan. Oleh karena itu kinerja orang yang bertugas sebagai pengontrol bahan – bahan sangat berpengaruh terhadap bahan – bahan yang akan digunakan pada proyek konstruksi.

2. Standar komunikasi dengan distributor bahan dan subkontraktor

Standar komunikasi yang dimaksud yaitu tentang kepastian jenis kontrak yang ditawarkan dalam pengajuan harga. Serta harus dapat menentukan apakah biaya kontrak tersebut akan mengalami fluktuasi atau sudah pasti nilainya. Jika sudah pasti, maka harus mengetahui kapan bahan – bahan itu diperlukan dan tanggal penyelesaian kontrak tersebut, hal itu dapat dituangkan dalam bentuk time schedule kedatangan bahan.

Banyak kontraktor memiliki sejumlah persyaratan yang perlu dipenuhi oleh penyalur bahan dan syarat-syarat, ini termuat di dalam pertanyaan yang disebut secara khusus dalam surat persyaratan. Biasanya perlu juga untuk mengirimkan salinan RAB yang ada hubungannya dengan masalah itu, sebuah salinan RAB kepada penyalur bahan dan dua lembar kepada sub kontraktor. penyalur bahan sering memberikan tawaran mereka dengan formulir mereka sendiri yang telah memuat keadaan persediaan mereka, sub kontraktor menyimpan satu dari dua lembar persyaratan dan mengembalikan yang lain kepada kontraktor setelah diisi dengan tawaran mereka.

Yang terpenting adalah bagaimana bahan-bahan itu akan dipersiapkan dan dikirimkan harus disebutkan dengan jelas. Apakah bahan-bahan itu akan dikirimkan dalam bentuk satuan, dimasukkan dalam peti kemas, atau dipak dalam sebuah peti atau diletakkan di atas papan landasan, juga mengenai penyediaan alat-alat berat apakah akan disediakan kontraktor atau penyalur bahan / *supplier*.

3.4.2 Pengadaan Material

Pengadaan yaitu mencakup pembelian peralatan, perlengkapan material, tenaga kerja dan segala macam bentuk jasa konstruksi yang diperlukan untuk proses konstruksi. Selain itu, termasuk kedalamnya kegiatan-kegiatan penunjang yang terkait seperti pengiriman dan transportasi pemaketan, penanganan, perawatan, pergudangan, asuransi dan jaminan, kelengkapan dokumen, penagihan serta pembayarannya. Kegiatan pengadaan material dapat dilakukan sejak dari tata cara pemenuhan kebutuhan seketika sampai program yang melibatkan proses pembuatan dan pengiriman berbentuk kompleks. Selain itu proses pengadaan digolongkan kompleks karena banyak memakan waktu, biaya serta pemikiran, bahkan bisa berpotensi mengancam keterlambatan proyek secara keseluruhan jika terjadinya keterlambatan kedatangan material. Oleh karena itu, proses pengadaan merupakan sesuatu yang jauh lebih kompleks ketimbang hanya sekedar memperoleh barang yang termurah bagi kepentingan proyek (Dipohusodo, 1996).

Proses pengadaan material merupakan komponen dari sistem penjadwalan dan pengendalian yang tersusun mewujudkan hubungan yang saling tergantung erat dan berpengaruh satu sama lainnya. Proses pengadaan material sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap waktu penyelesaian proyek konstruksi, hal ini berarti jika terjadi keterlambatan dalam pengadaan material maka akan berdampak langsung terhadap jalannya proyek konstruksi. Oleh karena itu, penjadwalan dan kegiatan pengadaan dijadikan satu dengan operasi konstruksi. Pada penjadwalan jaringan kerja sebaiknya dicantumkan kegiatan-kegiatan pengadaan sehingga proses pengadaan dapat melakukan pekerjaannya dengan jelas kapan harus dimulai dan kapan saat paling lambat suatu material yang di order sudah harus tersedia di lapangan. Jika hal itu dilakukan, maka akan terlihat pengaruh kegiatan pengadaan terhadap operasi konstruksi secara keseluruhan. Jika

perlu, maka baiknya dibuatkan jaringan kerja tersendiri bagi proses pengadaan agar dapat mencapai tujuan yang sudah ditetapkan pada suatu proyek konstruksi (Dipohusodo, 1996).

Pada proyek-proyek konstruksi bangunan infrastruktur atau industri yang tidak terlalu rumit, kira-kira 60% dari pembiayaan proyek dibelanjakan untuk keperluan pengadaan material. Dengan porsi biaya yang cukup besar, maka proses pengadaan material diberikan perhatian yang serius dalam upaya pengendaliannya. Dasar pengendalian biaya pengadaan material berbeda dengan pengendalian biaya tenaga kerja dan peralatan. Untuk pengadaan tenaga kerja dan peralatan, pengendalian biaya didasarkan pada kriteria yang berkaitan dengan tingkat produktivitas kinerja tenaga dan alatnya. Sedangkan untuk pengadaan material didasarkan pada pengendalian dan pemantauan material. Informasi – informasi yang berkaitan dengan pengadaan material meliputi permintaan kebutuhan, penawaran, kuotasi harga, pesanan pembelian, subkontrak pengadaan, dokumen pengiriman, dokumen penerimaan, dokumen pengujian, faktur-faktur dan lainnya. Biasanya pengendalian biaya dilakukan melalui pemeriksaan rekening-rekening atau kuitansi pembelian atau pembelanjaan dengan maksud barang sudah terlanjur dibeli dan tidak bisa dicegah lagi sehingga sudah meningkat menjadi komitmen pembayaran. Manfaat pengendalian material biasanya ditujukan untuk menilai reputasi pelaku ketimbang mengendalikan sistemnya (Barrie, 1995).

Oleh karena itu, menurut Dipohusodo (1999) penjadwalan pengadaan material harus dikendalikan melalui :

1. pengendalian permintaan kebutuhan,
2. Jadwal penerbitan pesanan pembelian atau lazim disebut order pembelian,
3. Laporan status periodik tentang proses produksi dan pengiriman material,
4. Laporan gudang mengenai pengeluaran dan penerimaan material di lapangan,
5. Laporan dan rekaman mengenai komitmen biaya dan pembelanjaan.

Keseluruhan program pengendalian tersebut dapat dilaksanakan dengan membuat kurva, bagan, tabel atau laporan tulisan untuk digunakan sebagai bahan perbandingan antara rencana dan hasil pencapaian aktualnya. Program

pengendalian yang dijalankan harus terpadu dengan elemen pekerjaan, sistem penomoran gambar, kode-kode bangunan, kode tagihan biaya, dan harus dapat dengan mudah dihubungkan dengan setiap kebutuhan lapangan. Upaya pengendalian biaya sudah dipermudah jika sebagian besar dari harga material sudah ditentukan oleh perencana, tetapi masi perlu dilengkapi dengan penetapan prosedur dan mekanisme pelaksanaan pengadaan dihubungkan dengan program pengendalian (Dipohusodo, 1999).

3.4.3 Pengendalian Material

Pengendalian biaya pengadaan material berbeda dengan pengendalian biaya tenaga kerja lapangan dan peralatan konstruksi. Kriteria utamanya adalah produktivitas yang memerlukan perhatian yang bersinambung oleh pihak manajemen. Lembaran waktu secara harian dan pelaporan penyimpangan secara mingguan dapat memberikan dampak yang penting.

Dalam hal material, sumber utama informasi adalah permintaan pembelian barang, penawaran serta kuotasi, pesanan pembelian dan subkontraksi, dokumen pengapalan, dokumen penerimaan barang serta faktur. Dalam sebagian besar kasus, hal ini memberikan suatu umpan balik yang cukup. Biaya sebenarnya dari material itu sendiri untuk sebagian besar telah ditentukan lebih dahulu oleh pihak perancang. Sudah barang tentu pihak pemborong dapat dan seharusnya berusaha untuk memberi barang dengan karakteristik harga yang sebaik mungkin dalam jangkauan spesifikasinya.

Thoengsal (2014) mengatakan bahwa ada 3 hal penting untuk pengendalian biaya material pada proyek yang berskala besar adalah :

1. Prosedur permintaan pembelian barang (spesifikasi untuk pengapalan, pengemasan, penyerahan barang, dan lain-lain).
2. Meminimumkan penanganan-ulang dan kekurangan barang.
3. Prosedur persediaan dan kebijaksanaannya.

Ketiga hal ini berhubungan erat dan untuk sebagian besar dapat menjadi solusi permasalahan mengenai pengaturan waktu dari berbagai langkah dalam proses pembelian barang. Sepanjang setiap hal itu berjalan dengan lancar serta barang-barang tiba tepat pada waktu yang telah ditetapkan dan juga dalam kondisi

yang baik, maka biaya pembelian sebenarnya tidak merupakan permasalahan yang menonjol dalam pengendalian penyelenggaraan tugas pada proyek. Sebenarnya justru dalam dampak yang tidak langsung itulah proses pembelian itu dapat menyebabkan suatu permasalahan yang sangat merisaukan pada tahap pelaksanaan pekerjaan. Suatu pembandingan antara penerimaan sebenarnya dengan kuantitas yang dicantumkan dalam faktur merupakan suatu hal yang penting dalam pengendalian proyek.

3.4.4 Definisi Sisa Material

Menurut Yahya & Boussabaine (2004), sisa material merupakan bahan-bahan dari lokasi konstruksi yang tidak dapat digunakan untuk tujuan konstruksi dan harus dibuang karena alasan apapun. Sisa material dapat didefinisikan sebagai bahan dengan jumlah besar dari proses konstruksi yang tidak bisa digunakan sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar. Sisa material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*construction and demolition*).

Firmawan (2006) bahwa selain pengangkutan, penyimpanan ataupun dalam proses penggunaan material, indikator yang paling berpengaruh terhadap penyebab terjadinya penyimpangan biaya material adalah proses pembelian. Kofoworola dan Gheewala (2008) menyatakan bahwa sisa material pembangunan dan pembongkaran adalah sisa material yang dihasilkan selama proses konstruksi, renovasi dan pembongkaran bangunan.

Fatta (2003) menyatakan bahwa sisa material konstruksi dihasilkan dari berbagai kegiatan seperti membersihkan lokasi proyek dan pembangunan infrastruktur. HH. Lau & A. Whyte (2007) mengatakan bahwa industri konstruksi sudah dianggap sebagai salah satu kontributor utama dari dampak negatif terhadap lingkungan, hal ini berarti industri konstruksi memiliki jumlah sisa material yang tinggi yang dihasilkan dari pembangunan, renovasi, pembongkaran serta kegiatan yang terkait dengan industri konstruksi.

3.4.5 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Dalam tahap pelaksanaan, penggunaan material merupakan unsur sumber daya yang sangat penting dalam mewujudkan tujuan perencanaan suatu proyek

konstruksi. Akan tetapi beda halnya jika dilihat pada kenyataan di lapangan dimana penggunaan material sering dialokasikan secara tidak optimal dan efisien. Hal ini akan berdampak terhadap banyaknya sisa material yang terbuang dengan sia-sia sehingga menyebabkan penyimpangan anggaran material rencana dengan kondisi aktualnya. Kondisi demikian yang sering disebut dengan istilah sisa material (Thoengsal, 2014).

Dalam beberapa kasus yang sering ditemukan dilapangan, banyak kontraktor yang dalam pelaksanaannya tidak memperhitungkan penggunaan material secara optimal dan efisien sehingga sering menimbulkan sisa material yang jumlahnya dapat mempengaruhi rencana anggaran material. Selain itu, bagi sebagian orang hal ini merupakan kesempatan dalam memanfaatkan sisa material yang memiliki nilai ekonomis. Secara umum sisa material yang sering dijumpai yaitu berupa sisa potongan besi, bekisting kayu, acian, plesteran, cat paku, kawat serta material lain yang memiliki potensi menimbulkan sisa dalam pelaksanaannya (Thoengsal, 2014).

Thoengsal (2014) mengatakan ada beberapa faktor yang secara umum dapat menimbulkan terjadinya sisa material, antara lain:

1. Proses pengiriman material. Kondisi ini memungkinkan terjadinya sisa material jika terdapat kesalahan dalam menyusun material saat pengiriman. Selain itu, kondisi perjalanan yang tidak mendukung seperti kerusakan jalan sehingga merusak kondisi material saat pengiriman serta proses pembongkaran material yang tidak benar.



Gambar 3.7 Pengiriman Material
(Sumber : deddyexpedisi.blogspot.co.id)

Dapat dilihat gambar 3.7, pada proses pengiriman material sangat penting untuk diperhatikan saat packing agar material tidak terjatuh dalam kondisi perjalanan ke proyek, karena hal ini dapat menjadi salah satu penyebab material tidak akan digunakan dan terbuang dengan sia-sia.

2. Adanya perubahan desain (*redesign*). Pada kondisi ini, perubahan yang dilakukan oleh perencana terhadap desain awal pada saat sedang desain tersebut sedang dikerjakan. Sehingga secara langsung dapat menimbulkan sisa material yang terbuang secara sia-sia dari pekerjaan yang telah dikerjakan.
3. Adanya perubahan pekerjaan oleh owner (*change order*). Pada kondisi ini mirip dengan perubahan desain tetapi pihak yaang melakukan perubahan yaitu si pemilik proyek (*owner*) yang tentunya dapat menimbulkan terjadinya sisa material yang telah dikerjakan. Karena umumnya proses perubahan desain oleh *owner* (*change order*) terjadi pada saat pekerjaan dikerjakan atau setelah pekerjaan selesai dikerjakan, jadi secara tidak langsung akan menimbulkan sisa material.
4. Adanya pekerjaan yang diulang (*rework*). Kondisi ini terjadi pada pihak pelaksana yang memiliki skill yang kurang maupun komunikasi yang kurang dari pekerja atau pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan

sehingga mengakibatkan pekerjaan terjadinya pekerjaan yang berulang-ulang.

5. Kualitas material. Kualitas material sangat berpengaruh dalam proses pelaksanaan, karena jika material memiliki kualitas yang kurang maka akan mempengaruhi proses pelaksanaan dan dapat mengakibatkan adanya sisa material yang tidak terpakai.
6. Keahlian/keterampilan SDM (*skill*). Faktor ini berperan penting terhadap adanya sisa material dalam pelaksanaan, karena jika pekerja tidak memiliki keahlian maka sering ditemukan penggunaan material yang tidak efisien. Selain itu, peran pelaksana/kontraktor juga berpengaruh terhadap banyaknya sisa material yang ditimbulkan, jika sistem manajemen pengawasan dilakukan dengan baik maka akan dapat meminimalisir terjadinya sisa material konstruksi.
7. Cara penyimpanan material di lokasi proyek. Cara penyimpanan berpengaruh dalam munculnya sisa material. Jika cara penyimpanan material tidak benar maka akan menimbulkan kerusakan material yang menyebabkan adanya material yang tidak bisa digunakan untuk pekerjaan konstruksi.



Gambar 3.8 Penyimpanan Material
(Sumber : www.cvaristonkupang.com)

Pada gambar 3.8 diatas terlihat bahwa penyimpanan material harus tertata rapi agar mudah tidak terdapat material yang terbuang sia-sia dan mudah dalam rekapan petugas gudang material.

8. Pengawasan. Pengawasan merupakan yang penting dalam meminimalisir terjadinya sisa material konstruksi. Hal ini berarti jika pengawas dilakukan dengan tidak optimal maka akan terjadi penyimpangan terhadap pelaksanaan item pekerjaan sehingga dapat meningkatkan resiko terjadinya sisa material konstruksi.
9. Metode kerja. Faktor ini dipengaruhi oleh tingkat keahlian dan keterampilan penggunaan SDM dalam pelaksanaannya. Metode kerja yang salah akan berakibat pada munculnya pekerjaan yang tidak sempurna sehingga terjadinya pembongkaran dan pengulangan kerja. Hal ini yang dapat mengakibatkan timbulnya sisa material konstruksi.
10. *Miss Communication*. Komunikasi merupakan hal yang penting dalam pekerjaan konstruksi, karena dibutuhkan proses instruksi atau pengarahan kepada pekerja sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam pekerjaan konstruksi. Oleh karena itu, salah satu faktor penentu keberhasilan proyek yaitu cara komunikasi yang baik dimana komunikasi harus jelas dan tidak disalah artikan oleh pihak penerima arahan atau pekerja. *Miss Communication* dalam aktivitas konstruksi hampir sering terjadi baik yang berdampak kecil maupun besar dan tentunya akan mengakibatkan kesalahan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan sehingga berpotensi menimbulkan pekerjaan *rework* yang berakibat pada penurunan efisiensi penggunaan material.
11. Informasi kurang jelas. Dalam proses komunikasi terdapat informasi yang disampaikan pihak atasan kepada para bawahannya, Informasi dalam proyek konstruksi bisa berasal dari pihak pemilik proyek seperti gambaran lokasi kerja, dari pihak konsultan berupa informasi gambar-gambar perencanaan, dari pihak supplier berupa informasi spesifikasi material dan jika informasi-informasi tersebut disampaikan secara kurang jelas atau salah maka pihak pelaksana dalam hal ini kontraktor akan melakukan pekerjaan

yang menyimpang yang tentunya akan mengakibatkan pekerjaan berulang/*rework* sehingga berpotensi menimbulkan sisa material konstruksi.

12. Kondisi lapangan. Kondisi lapangan juga berpengaruh terhadap timbulnya sisa material konstruksi. Hal ini berarti bahwa jika suatu lokasi mengakibatkan adanya kerusakan terhadap pekerjaan yang sudah dikerjakan maka mengakibatkan timbulnya sisa material konstruksi.
13. Kesalahan estimasi volume pekerjaan. Seorang *estimator* harus teliti dalam perhitungan volume item pekerjaan yang akan dilaksanakan, karena jika terdapat kesalahan dalam perhitungan maka akan berdampak pada timbulnya sisa material yang tidak efisien.

Dari faktor-faktor diatas maka semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi terutama pada pihak pelaksana/kontraktor harus memiliki pemahaman dalam pengelolaan penggunaan material dalam pelaksanaan, karena secara tidak langsung terkait terhadap anggaran material yang sudah direncanakan serta hal ini dapat meminimalisir terjadinya pemborosan.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. JENIS PENELITIAN

Penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan dan tujuan yang ingin dicapai. Penelitian ini merupakan metode penelitian survei yaitu metode pengumpulan data primer yang menggunakan instrumen yaitu kuisisioner yang memiliki ruang lingkup di pekerjaan struktur pada proyek konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan cara yang sistematis dalam melakukan pengamatan, pengumpulan data, analisis informasi serta hasil dari analisis.

4.2. SUBJEK DAN OBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah para pelaksana, logistik, gudang serta orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan material pada pekerjaan struktur, sedangkan objek yang akan diteliti adalah analisis sistem pengendalian sisa material pada pekerjaan struktur.

4.3. DATA PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder, dengan metode pengumpulan data kuisisioner maupun data yang diperoleh oleh instansi yang terkait dengan material pada proyek konstruksi. Data yang dikumpulkan ada dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari survei lapangan dengan responden yang berhubungan dengan penggunaan material pada proyek konstruksi. Data primer diperlukan untuk mendapatkan keterangan yang berupa persepsi responden yang berkaitan dengan variabel yang ada di dalam penelitian ini. Data tersebut dikumpulkan dengan menggunakan kuisisioner.

2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini adalah data pendukung yang berupa data pembelian material dari pelaksana konstruksi, dari *website* yang terkait, serta dari buku-buku yang berhubungan dengan sisa material yang digunakan sebagai bahan untuk melengkapi informasi pada penelitian ini.

4.3.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan menyebarkan kuisisioner kepada kontraktor – kontraktor yang ditujukan langsung ke bagian pelaksana, logistik serta gudang untuk mendapatkan informasi tentang persentase sisa material yang ada di proyeknya masing-masing. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan statistik non-parametrik, yaitu statistik bebas sebaran (tidak mensyaratkan bentuk sebaran parameter populasi, baik normal atau tidak). Selain itu, statistik non-parametrik biasanya menggunakan skala pengukuran sosial, yakni nominal dan ordinal yang umumnya tidak berdistribusi normal.

Kuisisioner dalam penelitian ini disusun berdasarkan pada kejadian di lapangan yang berhubungan dengan sisa material, selain itu akan ada beberapa pertanyaan tentang penyebab serta solusi / tindakan pencegahan tentang bagaimana cara meminimalisir terjadinya sisa material. Penilaian responden menggunakan kuisisioner dengan kategori jawaban persentase, serta pilihan tingkat sering atau tidak suatu kejadian.

Penyebaran daftar pertanyaan atau kuisisioner dilakukan dengan mendatangi langsung atau mengirim berkas lewat pos di beberapa proyek konstruksi di Indonesia. Setelah kuisisioner disebar, maka didapatkan 40 responden yang berada di 3 (tiga) wilayah dengan jenis proyek gedung berlantai banyak yaitu Yogyakarta, Jakarta dan Bali. Untuk wilayah Yogyakarta, peneliti langsung mendatangi responden dan menjelaskan tujuan dari kuisisioner, sedangkan untuk yang di luar Yogyakarta responden hanya mengirim berkas via email.

4.3.2. Daftar Pertanyaan (Kuisisioner)

Data untuk mengukur berapa persentase material sisa yang ada di suatu proyek konstruksi dari tinjauan daftar pertanyaan (kuisisioner). Kumpulan dari hasil data-data tersebut dibandingkan dan dicocokkan dengan penelitian sebelumnya,

ini dapat berakibat keabsahan (*validity*) yang lebih besar serta pengumpulan data menjadi efektif. Penemuan-penemuan dalam penelitian ini penting, karena merupakan sarana untuk memeriksa kebenaran atau mengetahui penyimpangan dari dasar teori dan dapat diperoleh pengetahuan kumulatif untuk lebih memperhatikan masalah-masalah yang berkaitan dengan sisa material pada proyek konstruksi.

Dalam mempersiapkan pertanyaan kuisisioner, isinya diambil dari landasan teori dan beberapa yang berdasar pada penelitian sebelumnya yang telah dijelaskan dalam BAB III. Pada kuisisioner yang akan disebarakan terdiri dari 4 (empat) bagian, yaitu :

1. Kuisisioner bagian I : Bagian umum yang berisi tentang kata pengantar, profil data umum responden serta data umum proyek yang sedang dikerjakan.
2. Kuisisioner Bagian II : Bagian ini berisi tentang berapa persentase sisa masing – masing material pada pekerjaan struktur.
3. Kuisisioner Bagian III : Bagian ini berisi tentang tingkat frekuensi kejadian penyebab adanya sisa material.
4. Kuisisioner Bagian IV : Bagian ini berisi tentang tingkat solusi – solusi yang diberikan sebagai tindakan pencegahan dari adanya sisa material.

4.3.3. Responden

Pada penelitian ini ada beberapa syarat individu yang dapat dijadikan sebagai responden, dimana syarat ini akan berpengaruh pada hasil penelitian. Adapun beberapa syarat yang dijadikan sebagai responden yaitu orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan material pada pekerjaan struktur seperti pelaksana, *cost control engineer*, logistik serta gudang. Setelah kuisisioner disebar, maka didapatkan 40 responden dengan *control engineer* sebanyak 4 (empat) orang, pelaksana/*supervisor* sebanyak 18 orang, bas borong sebanyak 1 (satu) orang, logistik sebanyak 7 orang, gudang sebanyak 3 (tiga) orang, pengawas 1 (satu) orang, *site manager* 4 (empat) orang, dan direktur sebanyak 2 (dua) orang.

4.3.4. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas kuisisioner diperlukan untuk memastikan bahwa kuisisioner yang digunakan dalam penelitian mampu mengukur variabel penelitian

dengan baik. Suatu instrument dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan mengungkapkan data dari variable yang diteliti secara tepat. menyatakan bahwa validitas menunjukan sejauh mana alat ukur itu mampu mengukur apa yang ingin diukur (Singarimbun dan Effendi, 1997). Dengan pengujian statistik Alpha Cronbach's, instrumen dikatakan reliabel untuk mengukur variabel bila memiliki nilai alpha lebih besar dari 0,60. Melihat nilai Alpha Cronbach's dan masing-masing variabel, menurut Ghazali (2002). Tingkat reliabilitas pada umumnya dapat diterima pada nilai sebesar 0,60. Test yang reliabilitasnya di bawah 0,60 dianggap tidak reliable (Kountur, 2003).

Ada beberapa software yang biasa digunakan untuk menguji validitas dan reliabilitas suatu kuisioner. Software tersebut antara lain SPSS dan Excel. Pada penelitian ini akan dilakukan uji validitas dan reliabilitas untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya variabel penelitian yang digunakan dalam kuisioner. Software yang digunakan untuk uji validitas dan reliabilitas menggunakan SPSS dengan uji Konkordansi Kendall W.

4.4. ANALISIS DATA

Untuk mengetahui hasil setiap penelitian, maka harus diadakan analisis terhadap data yang telah diperoleh melalui kuisioner yang telah terkumpul. Untuk memilih uji statistik yang akan digunakan dalam menganalisa data, maka tipe data mempunyai peranan yang penting. Jenis data akan menentukan jenis uji statistik yang digunakan. Dalam statistik, data merupakan karakteristik, simbol atau angka dari sebuah variabel yang diukur.

Data yang diambil dalam penelitian ini berupa kuisioner maka masuk kedalam tipe data diskrit dan kontinue. Data diskrit yaitu data yang sifatnya terputus-putus, nilainya bukan merupakan pecahan (angka utuh). Data kontinue yaitu data yang didapat dari hasil pengukuran. Dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan *software* SPSS dan Excel untuk mengubah data kuisioner menjadi data kontinue. Data hasil pengukuran diperoleh dari tes, kuisioner ataupun alat ukur lain yang sudah terstandar misal timbangan, ataupun skala psikologis yang lain. Data didapatkan dari perhitungan dan pengukuran.

Pengukuran adalah penggunaan aturan untuk menetapkan bilangan pada objek atau peristiwa. Dengan kata lain, pengukuran memberikan nilai-nilai variabel dengan notasi bilangan. Aturan penggunaan notasi bilangan dalam pengukuran disebut skala atau tingkat pengukuran (*Scales of measurement*).

4.5. PEMBAHASAN

Hasil analisis selanjutnya akan dibahas untuk menjawab dari tujuan penelitian, sehingga dapat diketahui sisa material yang besar pada pekerjaan struktur, faktor penyebab kejadian yang paling tinggi, serta tindakan pencegahan yang paling sering dilakukan.

4.6. TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian adalah langkah – langkah yang akan dilakukan di lapangan untuk dapat melaksanakan penelitian yang telah direncanakan. Langkah – langkah yang ditempuh dalam melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mulai
2. Rumusan masalah dan tujuan penelitian
Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu material konstruksi apa yang memiliki sisa material yang paling besar dan mengapa; apa faktor penyebab utama terjadinya sisa material konstruksi dan mengapa; serta bagaimana solusi efektif untuk mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi. Sedangkan untuk tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui 3 (tiga) rumusan masalah tersebut.
3. Studi pustaka
Kajian pustaka pada penelitian ini berhubungan dengan sistem manajemen proyek dan sisa material.
4. Metode penelitian
Metode pada penelitian ini dilakukan dengan menyebarkan kuisioner kepada kontraktor-kontraktor yang ditujukan langsung ke bagian pelaksana, logistik serta gudang untuk mendapatkan informasi tentang sisa material

yang ada di proyeknya masing-masing, pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan statistik non-parametrik.

5. Menyusun kuisisioner

Kuisisioner dalam penelitian ini disusun berdasarkan pada kejadian di lapangan yang berhubungan dengan sisa material, selain itu akan ada beberapa pertanyaan tentang penyebab serta solusi / tindakan pencegahan tentang bagaimana cara meminimalisir terjadinya sisa material. Penilaian responden menggunakan kuisisioner dengan kategori jawaban persentase, serta pilihan tingkat sering atau tidak suatu kejadian.

6. Uji validitas dan reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas kuisisioner diperlukan untuk memastikan bahwa kuisisioner yang digunakan dalam penelitian mampu mengukur variabel penelitian dengan baik. Ada beberapa software yang biasa digunakan untuk menguji validitas dan reliabilitas suatu kuisisioner. Pada penelitian ini digunakan software SPSS dan excel.

7. Pengumpulan data

Pada penelitian ini data didapatkan dengan cara kuisisioner tertutup/berstruktur yang akan dibagikan kepada responden yang terkait langsung dengan penggunaan material seperti pelaksana, bagian logistik dan gudang. Dimana jawaban responden pada kuisisioner didasarkan pada pengalaman responden dalam bentuk sebuah bilangan perkiraan.

8. Analisis data

Ada beberapa langkah yang dilakukan untuk menganalisis data pada penelitian ini, yaitu : deskripsi data yang terdapat pada bagian I kuisisioner, melakukan perbandingan dan keselarasan data dengan uji konkordansi kendall, serta penjelasan korelasi antara persentase sisa material pekerjaan struktur dan tindakan pencegahannya dengan uji spearman.

9. Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pembahasan mengenai korelasi antara persentase sisa material pekerjaan struktur dan tindakan pencegahannya, material konstruksi yang memiliki sisa material yang paling besar, faktor

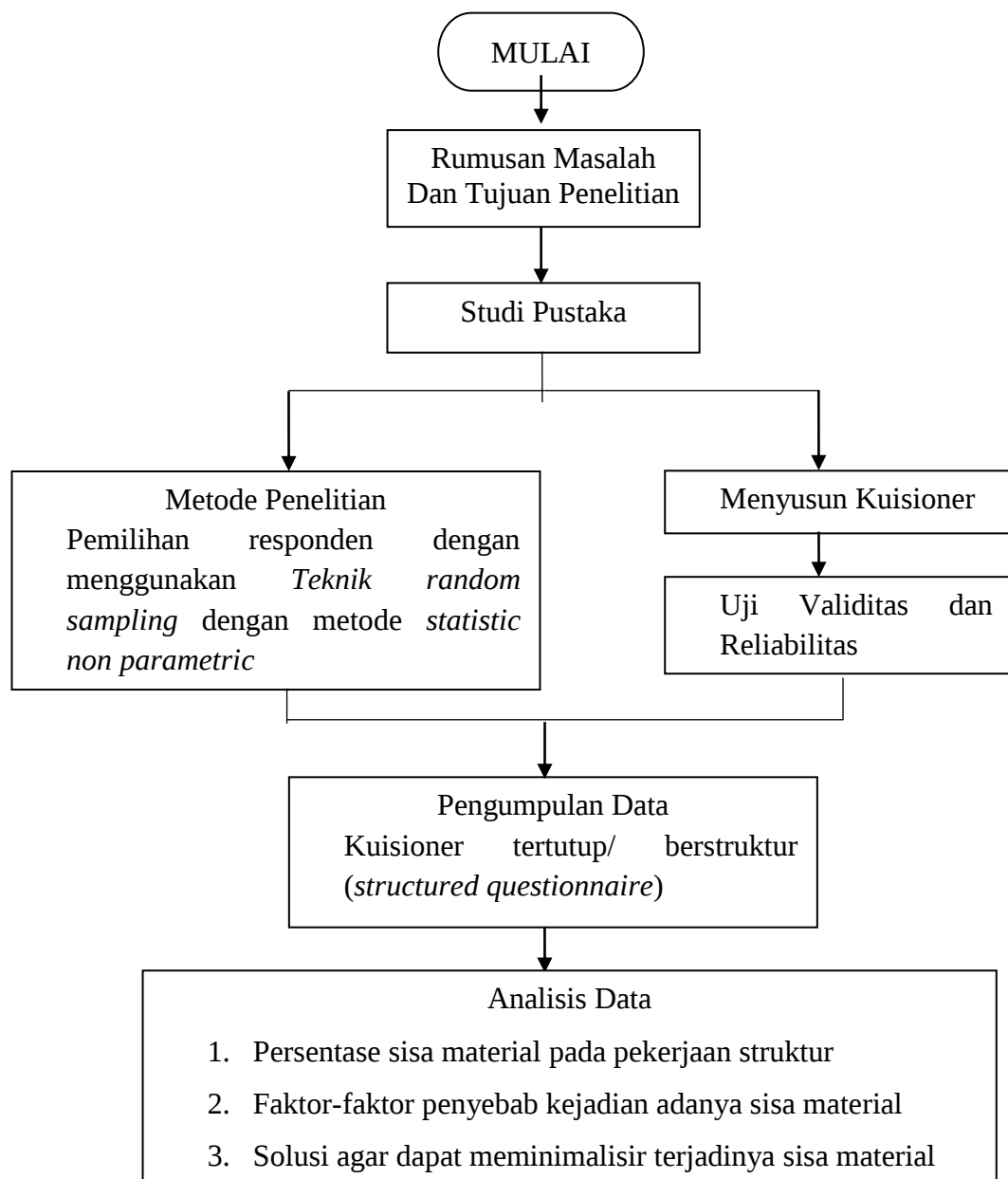
utama serta tindakan pencegahan yang efektif dilakukan agar dapat meminimalisir adanya sisa material.

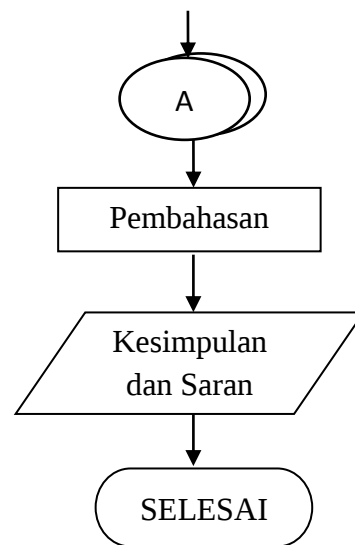
10. Kesimpulan dan saran

Setelah dilakukan pembahasan yang terkait dengan tujuan penelitian, maka akan dapat ditarik kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

11. Selesai

4.7. BAGAN ALIR PENELITIAN





Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. DESKRIPSI DATA

Deskripsi data penelitian bertujuan untuk menyajikan dan menganalisis data tentang pengaruh sistem pengendalian sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi. Data statistik yang terkumpul terdiri atas data nominal dan data ordinal, dimana data ini berupa data statistik non parametrik. Ada beberapa data deskriptif yang terdapat di kuisioner ini seperti nama responden, umur responden, Alamat responden, jenis proyek yang sedang dikerjakan responden, pendidikan terakhir responden, posisi jabatan responden, pengalaman kerja responden, jumlah proyek yang sudah dikerjakan responden, serta alasan responden terkait penting atau tidaknya meminimalisasi sisa material dalam pekerjaan konstruksi.

1. Umur responden

Dapat dilihat tabel di bawah persentase untuk umur responden yang berkisar 20 s/d 30 tahun sebanyak 51%, sedangkan sisanya masing-masing sebanyak 24% umur responden berkisar 31 s/d 40 dan > 40 tahun.

Tabel 5.1 Rekap Umur Responden

No.	Jumlah Responden	Umur (tahun)	Persentase
1	21	(20 s/d 30)	53%
2	10	(31 s/d 40)	25%
3	9	(>40)	23%
Total	40		100%

2. Rekap Pendidikan Terakhir Responden

Untuk Pendidikan terakhir responden, rata-rata memiliki pendidikan S1 sebanyak 60%, pendidikan SMA/Sederajat sebanyak 33%, dan sisanya untuk SD, SMP dan D3 masing-masing memiliki persentase hanya 3% saja.

Hasil dari rekap tersebut dapat dilihat pada tabel 5.2 dibawah ini :

Tabel 5.2 Rekap Pendidikan Terakhir Responden

No.	Jumlah Responden	Pendidikan Terakhir	Persentase
1	1	(SD / Sederajat)	3%
2	1	(SMP / Sederajat)	3%
3	13	(SMA / Sederajat)	33%
4	1	(D3)	3%
5	24	(S1)	60%
Total	40		100%

3. Rekap Jabatan Pekerjaan Responden

Jabatan pekerjaan responden sangat berpengaruh terhadap hasil dari kuisioner ini, karena penelitian ini berkaitan dengan sisa material dimana yang lebih menguasai tentang hal ini adalah pelaksana, logistik dan gudang. Dapat dilihat tabel 5.3 dibawah bahwasanya sebanyak 45% responden yang memiliki jabatan sebagai pelaksana/supervisor, 18% responden yang memiliki jabatan sebagai logistik, dan 8% responden yang memiliki jabatan sebagai gudang. selain itu ada pula yang memiliki jabatan sebagai *control engineer*, bas borong, pengawas, *site manager*, dan direktur. Dari persentase tersebut, maka hasil rekap responden memiliki kualitas yang tinggi karena rata-rata responden memiliki jabatan yang sesuai dengan isi dari kuisioner tersebut.

Tabel 5.3 Rekap Jabatan Pekerjaan Responden

No.	Jumlah Responden	Jabatan	Persentase
1	4	<i>Control Engineer</i>	10%
2	18	Pelaksana/ <i>Supervisor</i>	45%
3	1	Bas Borong	3%
4	7	Logistik	18%
5	3	gudang	8%
6	1	Pengawas	3%
7	4	<i>Site Manager</i>	10%

Lanjutan Tabel 5.3 Rekap Jabatan Pekerjaan Responden

No.	Jumlah Responden	Jabatan	Persentase
8	2	Direktur	5%
Total	40		100%

4. Pengalaman Kerja Responden

Jika dilihat pada tabel 5.4 dibawah bahwasanya sebanyak 21 responden memiliki pengalaman kerja yang masih dibawah 5 tahun dengan persentase 53%, sedangkan untuk responden yang memiliki pengalaman kerja 5 s/d 10 dan 10 s/d 15 tahun masing-masing ada 8 orang dengan persentase 20%, tidak ada responden yang memiliki pengalaman kerja 15 s/d 20 tahun, serta untuk responden yang memiliki pengalaman kerja lebih dari 20 tahun ada sebanyak 3 orang dengan persentase 8%.

Tabel 5.4 Rekap Pengalaman Kerja Responden

No.	Jumlah Responden	Pengalaman kerja (tahun)	Persentase
1	21	(< 5)	53%
2	8	(5 s/d 10)	20%
3	8	(10 s/d 15)	20%
4	0	(15 s/d 20)	0%
5	3	(> 20)	8%
Total	40		100%

5. Jumlah Proyek yang sudah dikerjakan Responden

Semakin banyak proyek yang sudah dikerjakan responden maka semakin banyak pula pengalaman dan ilmu lapangan yang responden dapatkan. Dapat dilihat di tabel 5.5 dibawah bahwa ada 22 responden dengan jumlah proyek yang sudah dikerjakan masih dibawah 5 proyek dengan persentase 55%, untuk jumlah 5 s/d 10 proyek ada 8 responden dengan persentase 20%, untuk jumlah proyek 10 s/d 15 ada 5 responden dengan persentase 13%, untuk jumlah proyek 15 s/d 20 hanya 1 responden saja dengan

persentase 3%, dan untuk jumlah proyek yang lebih dari 20 ada 4 responden dengan persentase 10%.

Tabel 5.5 Rekap Jumlah Proyek yang sudah dikerjakan Responden

No.	Jumlah Responden	Jumlah proyek yang sudah dikerjakan	Persentase
1	22	(< 5)	55%
2	8	(5 s/d 10)	20%
3	5	(10 s/d 15)	13%
4	1	(15 s/d 20)	3%
5	4	(> 20)	10%
Total	40		100%

6. Perusahaan Kontraktor Responden

Pada penelitian ini, ada 4 (empat) perusahaan kontraktor tempat bekerja responden saat ini, yaitu :

- a. Swakelola Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII (Proyek Yogyakarta)
- b. PT. Agung Podomoro Group (Proyek Jakarta)
- c. PT. Cape East Indonesia (Proyek Jakarta)
- d. PT. Totalindo Eka Persada (Proyek Bali)

5.2. PERBANDINGAN DAN KESELARASAN DATA DENGAN UJI KONKORDANSI KENDALL

Uji konkordansi Kendall bertujuan untuk mengetahui hasil penilaian sekelompok responden terhadap sekelompok objek atau variabel yang dapat digunakan untuk menilai keselarasan data dari sekelompok responden tersebut. Selain itu dapat dilihat juga perbandingan ranking dari setiap variabel yang dinilai oleh sekelompok responden.

5.2.1. Sisa Material Pekerjaan Struktur

Ada beberapa pekerjaan yang terdapat pada pekerjaan struktur, seperti pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran, dimana masing-masing pekerjaan memiliki material yang berbeda-beda sesuai dengan fungsinya. Pada pekerjaan bekisting terdapat 3 jenis material yaitu kayu, triplek dan paku. Adapun

untuk pekerjaan pembesian terdapat 2 jenis material yaitu besi beton dan kawat bendrat. Pekerjaan pengecoran memiliki 4 jenis material yaitu beton ready mix, semen, pasir, dan split. Hasil rekapan sisa material pada pekerjaan struktur dapat dilihat ada tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6 Rekap Persentase Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Pekerjaan Struktur	Jenis Material	satuan	N	Median	Mean	Std Deviasi	Mean Rank	Rank
1.	Bekisting	- Kayu	/Batang	40	5%	6%	0,058	6,06	3
		- Triplek	/Lembar	40	5%	7%	0,082	6,94	1
		- Paku	/Kg	40	4%	6%	0,081	5,20	2
2.	Pembesian	- Besi beton	/Batang	40	4%	5%	0,033	6,36	4
		- Kawat bendrat	/Roll	40	2%	4%	0,042	5,06	5
3.	Pengecoran	- Beton ready mix	/Mixer	40	3%	4%	0,035	4,85	6
		- Semen	/Sak	40	2%	2%	0,027	3,55	8
		- Pasir	/Rit	40	2%	3%	0,031	3,69	7
		- Split	/Rit	40	2%	2%	0,024	3,29	9

Dari sembilan material pada pekerjaan struktur tersebut, responden menilai bahwa triplek memiliki tingkat persentase sisa material yang paling tinggi, selain itu paku juga memiliki tingkat persentase sisa material yang tertinggi kedua setelah triplek, kedua material termasuk dalam pekerjaan bekisting. Sedangkan Split memiliki tingkat persentase sisa material yang paling rendah, dimana split termasuk material dalam pekerjaan pengecoran.

Walaupun jumlah sampel ditambah, ranking atau peringkat tersebut dianggap tetap dan tidak berubah karena pada penelitian ini menggunakan uji Kendall's W untuk menunjukkan bahwa signifikansinya bernilai 0,000 yang berarti urutan tersebut tidak akan berubah secara signifikan. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel 5.7 dibawah.

Tabel 5.7 Hasil uji Kendall's W *Coefficient of Concordance* terhadap persentase sisa material pekerjaan struktur

No.	Keterangan	Nilai
1	N	40
2	Kendall's W ^a	,284
3	Chi-Square	90,801
4	df	8
5	Asymp. Sig.	,000

5.2.2. Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur

Ada banyak hal yang menyebabkan tingkat persentase sisa material tersebut tinggi, kejadian penyebab itu tidak terlepas dengan material apa yang digunakan, semakin tinggi kejadian penyebabnya maka semakin tinggi pula tingkat persentase sisa material tersebut, sebaliknya semakin rendah atau jarang kejadian penyebabnya maka semakin rendah pula tingkat persentase sisa material. Berikut ada beberapa kejadian penyebab yang peneliti masukkan dalam kuisioner, beserta hasil rekapitan kejadian penyebab sisa material pekerjaan struktur yang dapat dilihat pada tabel 5.8 dibawah.

Tabel 5.8 Rekap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Kejadian Penyebab sisa material	Median	Mean	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
1	Sisa pemotongan tidak dapat digunakan lagi	3	2,85	1,145	3	11,4125	40
2	Metode pemasangan yang kurang tepat	2	2,30	0,911	14	8,625	40
3	Metode pembongkaran yang kurang tepat	2,5	2,85	1,167	3	11,025	40
4	Menggunakan material dengan kualitas rendah	2	2,63	1,125	6	9,6625	40
5	Kesalahan yang dilakukan pekerja	3	2,83	1,010	5	11,1875	40
6	Pengawasan yang kurang intensif	2	2,45	0,986	7	9,05	40
7	Tidak merencanakan penggunaan material dengan baik	2	2,35	0,975	11	8,725	40
8	Material terbuang	2	2,33	1,095	13	9,0625	40

Lanjutan Tabel 5.8 Rekap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Kejadian Penyebab sisa material	Median	Mean	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
9	Pekerja tidak terampil	2	2,35	0,662	11	8,775	40
10	Material berkarat akibat terlalu lama disimpan	2	2,43	1,059	8	9,1875	40
11	Penyimpanan material yang tidak benar	2	2,18	0,958	17	7,9125	40
12	Membuang atau melempar material secara sengaja atau tidak	2	2,28	0,987	15	8,4	40
13	Perubahan desain	3	3,03	1,143	1	12,0375	40
14	Pemesanan yang tidak sesuai spesifikasi	2	2,05	0,714	18	7,6	40
15	Kesalahan estimasi	2	2,23	0,800	16	8,4125	40
16	Bentuk bangunan yang rumit	3	2,93	0,944	2	11,8875	40
17	Perubahan spesifikasi material	2	2,38	1,055	10	9,1375	40
18	Pemesanan material melebihi kebutuhan	2	2,40	1,033	9	8,9	40

Dari delapan belas kejadian penyebab sisa material tersebut, responden menilai bahwa perubahan desain merupakan kejadian penyebab sisa material pekerjaan struktur yang paling tinggi, kemudian bentuk bangunan yang rumit juga merupakan kejadian penyebab yang paling tinggi kedua setelah perubahan desain, ini berarti bahwasanya jika dalam masa pembangunan terdapat banyak perubahan desain maka akan sangat berpengaruh terhadap tingginya tingkat persentase sisa material.

Seperti halnya persentase sisa material, kejadian penyebab juga menggunakan uji kendall's W untuk menunjukkan bahwa hasil responden tersebut dianggap tetap dan tidak akan berubah secara signifikan jika jumlah sampel ditambah, setelah dilakukan pengujian, dapat dilihat tabel 5.9 dan diperoleh nilai

signifikansinya hanya 0,000 yang berarti hasil responden dianggap tetap dan tidak akan berubah secara signifikan.

Tabel 5.9 Hasil uji Kendall's *W Coefficient of Concordance* terhadap Kejadian Penyebab Sisa Material Pekerjaan Struktur

No.	Keterangan	Nilai
1	N	40
2	Kendall's W^a	,088
3	Chi-Square	60,165
4	df	17
5	Asymp. Sig.	,000

5.2.3. Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur

Ada beberapa tindakan yang dapat mencegah maupun mengurangi sisa material pekerjaan struktur, seperti meningkatkan kualitas penyimpanan material, meningkatkan koordinasi antar personil pelaksana proyek dan lain-lain. Semakin sering tindakan pencegahan tersebut dilakukan maka semakin rendah pula tingkat persentase sisa material, sebaliknya semakin jarang tindakan pencegahan tersebut dilakukan maka semakin tinggi pula tingkat persentase sisa material. Berikut dapat dilihat pada tabel 5.10 mengenai apa saja tindakan pencegahan yang dilakukan serta tindakan pencegahan apa yang sering dilakukan menurut responden.

Tabel 5.10 Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Tindakan Pencegahan	Mean	Median	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
1	Meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material	3,58	4	1,010	12	5,9875	40
2	Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja	4,08	4	0,829	4	8,4125	40
3	Spesifikasi material yang baik dan akurat	3,88	4	0,853	9	7,25	40
4	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek	4,18	4	0,931	3	8,775	40

No	Tindakan Pencegahan	Mean	Median	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
5	Merencanakan pemotongan material dengan baik	3,95	4	0,846	5	7,725	40

Lanjutan Tabel 5.10 Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur

No	Tindakan Pencegahan	Mean	Median	Std Deviasi	Ranking	Mean Rank	N
6	Meningkatkan kualitas penyimpanan material	3,83	4	0,984	11	7,1875	40
7	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	4,20	4	0,723	2	9	40
8	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material	3,95	4	1,061	5	8,175	40
9	Pengecekan secara berkala kuantitas dan volume material secara tepat	3,85	4	1,075	10	7,675	40
10	Membuat perencanaan dalam pemasangan material yang digunakan	3,93	4	0,888	7	7,55	40
11	Meminimalisir terjadinya perubahan desain	3,25	3	1,032	14	4,2875	40
12	Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas	3,93	4	0,944	7	7,5	40
13	Meminimalisir terjadinya perubahan spesifikasi material	3,43	4	1,174	13	5,525	40
14	Melakukan monitoring pekerjaan	4,38	5	0,868	1	9,95	40

Dari empat belas tindakan pencegahan tersebut, responden menilai bahwa tindakan pencegahan yang efektif agar mengurangi persentase sisa material pekerjaan struktur yaitu dengan melakukan monitoring pekerjaan, kemudian tindakan yang efektif lainnya yaitu merencanakan pemesanan material sesuai

dengan kebutuhan. Selain itu tindakan pencegahan yang kurang efektif untuk mengurangi persentase sisa material pekerjaan struktur yaitu meminimalisir terjadinya perubahan desain, hal ini sangat jarang dilakukan karena, setiap proyek tetap ada perubahan desain walaupun sedikit, dan itu akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya persentase sisa material.

Uji kendall's W juga dilakukan pada tindakan pencegahan sisa material pekerjaan struktur. Dapat dilihat pada tabel 5.11 dibawah, dimana setelah dilakukan pengujian diperoleh nilai signifikansi 0,000 yang berarti hasil responden tersebut dianggap tetap dan tidak berubah secara signifikan walaupun ditambah jumlah sampelnya.

Tabel 5.11 Hasil uji Kendall's W *Coefficient of Concordance* terhadap Tindakan Pencegahan Sisa Material Pekerjaan Struktur

No.	Keterangan	Nilai
1	N	40
2	Kendall's W ^a	,198
3	Chi-Square	102,835
4	df	13
5	Asymp. Sig.	,000

5.3. KORELASI ANTARA PERSENTASE SISA MATERIAL PEKERJAAN STRUKTUR DAN TINDAKAN PENCEGAHANNYA DENGAN UJI SPEARMAN

Pada pekerjaan struktur dibagi menjadi tiga jenis pekerjaan, yaitu pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran. Tiga jenis pekerjaan ini memiliki material yang berbeda-beda sesuai dengan fungsinya. Material tersebut yaitu kayu, paku, triplek, besi beton, kawat bendrat, beton ready mix, pasir, semen dan split. Tidak dipungkiri bahwa setiap pekerjaan konstruksi memiliki resiko terdapat sisa material baik itu banyak maupun sedikit. Oleh karena itu diperlukan tindakan-tindakan efektif yang dapat mengurangi tingkat persentase sisa material pada pekerjaan struktur.

Setiap material memiliki tindakan pencegahan yang berbeda satu sama lainnya, dibutuhkan korelasi atau hubungan antara jenis material dengan tindakan

pencegahannya. Uji spearman dapat membantu untuk mencari pendekatan korelasi antara kedua variabel tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengetahui korelasi masing-masing jenis material dengan tindakan pencegahannya sehingga dapat menentukan tindakan yang efektif untuk mengurangi persentase sisa material pekerjaan struktur. Setelah dilakukan pengujian SPSS menggunakan uji spearman maka didapat korelasi seperti tabel V dan tabel VI (terlampir).

Tabel V tersebut menunjukkan bahwa ada beberapa tindakan pencegahan yang memiliki korelasi yang tinggi dengan jenis material pekerjaan struktur. Jika arah korelasi tindakan pencegahan bertolak belakang dengan jenis material maka tingkat korelasi kedua jenis variabel tersebut sangat efektif, contohnya apabila tindakan pencegahan semakin tinggi/sering dilakukan maka tingkat persentase sisa material semakin kecil/rendah. Dari korelasi spearman diatas dapat disederhanakan dengan tabel 5.13 dibawah.

Tabel 5.13 Rekap Korelasi Jenis Material dan Tindakan Pencegahan

No	Tindakan Pencegahan	Material yang dipengaruhi
1	Meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material	Kayu, triplek dan besi beton
2	Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja	Beton ready mix, semen, pasir dan split
3	Spesifikasi material yang baik dan akurat	Kayu, triplek, paku, besi beton, kawat bendrat, beton ready mix, semen, pasir dan split
4	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek	Kayu, triplek, paku dan kawat bendrat.
5	Merencanakan pemotongan material dengan baik	Kayu, triplek dan besi beton.
6	Meningkatkan kualitas penyimpanan material	Paku, semen dan pasir
7	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan	Kayu, triplek, paku, kawat bendrat dan beton ready mix.
8	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material	Besi beton.
9	Pengecekan secara berkala kuantitas dan volume material secara tepat	Triplek dan paku
10	Meminimalisir terjadinya perubahan desain	Besi beton

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa ada beberapa tindakan pencegahan yang berpengaruh secara signifikan terhadap material pekerjaan struktur yang ditinjau. Tindakan pencegahan yang lebih banyak berpengaruh terhadap material pekerjaan struktur yaitu dengan memilih spesifikasi material yang baik dan akurat, hal ini berarti bahwa tindakan pencegahan ini sangat penting untuk dilakukan oleh kontraktor agar dapat meminimalisir timbulnya sisa material pada pekerjaan struktur konstruksi.

Pada pekerjaan bekisting, tindakan pencegahan yang sering berpengaruh terhadap material yaitu meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material, spesifikasi material yang baik dan akurat, meningkatkan koordinasi antar personil pelaksana proyek, merencanakan pemotongan material dengan baik, merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan serta pengecekan secara berkala kuantitas dan volume material secara tepat.

Pada pekerjaan pembesian, tindakan pencegahan yang sering berpengaruh terhadap material yaitu meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material, spesifikasi material yang baik dan akurat, meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek, merencanakan pemotongan material dengan baik, meningkatkan kualitas penyimpanan material, merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan, meningkatkan kualitas penyimpanan material, meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material serta meminimalisir terjadinya perubahan desain.

Pada pekerjaan pengecoran, tindakan pencegahan yang sering berpengaruh terhadap material yaitu melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja, memilih spesifikasi material yang baik dan akurat, meningkatkan kualitas penyimpanan material serta meningkatkan kualitas penyimpanan material.

5.4. PERHITUNGAN SISA MATERIAL DALAM BENTUK RUPIAH

Telah diketahui sebelumnya pada penelitian ini bahwa persentase sisa material yang paling tinggi adalah triplek yang merupakan salah satu material dari pekerjaan bekisting. Tetapi pada umumnya, suatu perusahaan kontraktor akan lebih mementingkan cara yang dapat menghemat anggaran biaya yang akan

dikeluarkan. Oleh karena itu, akan dibuat perhitungan sisa material dalam bentuk biaya.

Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa jika persentase sisa material dikonversi kedalam bentuk rupiah maka beton *ready mix* adalah material yang memiliki rupiah yang paling tinggi seperti pada tabel 5.14 dibawah ini.

Tabel 5.14. Perhitungan Persentase Sisa Material dalam bentuk Rupiah

No.	Pekerjaan	Jenis Material	Spesifikasi Material	Harga	Satuan	Sisa Material	Total Harga	Rank
1.	Bekisting	- Kayu	Glugu (5x7x300)	20.000	Batang	6%	1.200	13
			Kruing (5x7x400)	68.000	Batang		4.080	10
		- Triplek	AK merah (4x8) 12 mm	145.000	Lembar	7%	10.150	7
			Film bening (4x8) 18 mm	260.000	Lembar	6%	15.600	4
		- Paku	2", 3", 4"	8.000	Kg		480	15
2.	Pembesian	- Besi beton	P8	40.800	Batang	5%	2.040	12
			D10	65.000	Batang		3.250	11
			D13	109.700	Batang		5.485	9
			D16	166.700	Batang		8.335	8
			D19	204.100	Batang		10.205	6
		- Kawat bendrat	Bendrat	300.000	Roll	4%	12.000	5
3.	Pengecoran	- Beton <i>ready mix</i>	F'c = 30	5.313.000	Mixer (7 m3)	4%	212.520	1
		- Semen	Semen Bima	41.500	Sak	2%	830	14
		- Pasir	Merapi	990.000	Rit (6 m3)	3%	29.700	2
		- Split	Split	1.350.000	Rit (6 m3)	2%	27.000	3

Beton *ready mix* dengan menggunakan $F'c = 30$ dengan harga Rp.759.000/m³, untuk penelitian ini satuan digunakan per mixer yang memiliki kapasitas 7 m³ diperoleh total Rp. 5.313.000. Persentase sisa material beton *ready mix* adalah sebesar 4%, maka diperoleh sisa material dalam rupiah sebesar Rp.212.250/m³. Sedangkan paku merupakan material yang memiliki rupiah yang paling rendah jika dikonversi kedalam bentuk rupiah. Paku dengan menggunakan spesifikasi 2", 3" dan 4" dengan harga Rp. 8.000/Kg. Persentase sisa material

paku adalah sebesar 6%, maka diperoleh sisa material dalam rupiah sebesar Rp. 480/Kg.

Dari hasil perhitungan sisa material yang dikonversi kedalam bentuk rupiah, diketahui bahwa terjadinya pemborosan pada material yang memiliki persentase sisa material tertinggi belum tentu memiliki pemborosan yang tertinggi juga, karena hal itu akan dipengaruhi juga dari besarnya harga satuan material tersebut.

5.5. PEMBAHASAN

Beberapa masalah yang terkait dengan pengelolaan sisa material dalam pembangunan dan pembongkaran suatu proses konstruksi yaitu : dana yang tidak mencukupi untuk pengelolaan sisa material padat kota/ *Municipal Solid Waste* (MSW) dan metode yang tidak tepat digunakan untuk pengumpulan; kurangnya rencana efektif untuk mendirikan peralatan dan fasilitas pembuangan di wilayah persawahan; kurangnya pedoman dan arahan untuk mengatur program pengelolaan pembongkaran, pengumpulan, pengangkutan, penyimpanan, pengendalian dan pemantauan dan pembuangan; personil yang kurang terampil dalam melaksanakan program manajemen yang efektif (khusus untuk pengumpulan dan pembuangan); tidak ada rencana untuk daur ulang sampah; kurangnya peraturan yang efisien; partisipasi non-publik; dan kurangnya pemenuhan hukum pemerintah. (Asgari, A. dkk, 2017).

Pada suatu pekerjaan konstruksi, dapat dikatakan bahwa ada harga ada kualitas, hal ini juga berlaku dalam penanganan sisa material konstruksi. Hal ini berarti jika ingin meminimalisir terjadinya sisa material, maka pihak kontraktor harus mengeluarkan biaya khusus untuk penanganan sisa material konstruksi tersebut. Dapat dikatakan bahwa perilaku pekerja hanya akan fokus terhadap apa yang akan dikerjakannya saja serta banyak kegiatan konstruksi yang kurang memperhatikan terkait penanganan sisa material konstruksi yang terjadi. Oleh karena itu, biaya yang dikeluarkan khusus untuk penanganan sisa material sangat perlu agar pekerja yang melakukan penanganan sisa material lebih fokus terhadap cara meminimalisir terjadinya sisa material konstruksi. Selain itu, cara pengelolaan sisa material sangat dibutuhkan untuk dapat meminimalisir terjadinya sisa material tersebut.

Ada beberapa pengelolaan sisa material yang efektif seperti : mempekerjakan subkontraktor dengan kemampuan pengelolaan sisa material, melakukan pelatihan, audit dan memberikan pengawasan ketat terhadap subkontraktor dan pekerja, aktivitas berurutan untuk mengurangi kerusakan pada pekerjaan yang telah selesai, menetapkan tingkat pemborosan yang diijinkan dan menegakkan peraturan tersebut dengan memberi penghargaan dan hukuman (Ling dan Nguyen, 2013).

Pengelolaan sisa material yang efektif merupakan hal yang penting dalam kegiatan konstruksi. Pada kenyataannya di lapangan, hal ini jarang dilakukan oleh pihak kontraktor, karena banyak yang berpikir bahwa pengelolaan sisa material merupakan hal yang bukan prioritas dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Disisi lain kontraktor tetap memikirkan pengelolaan sisa material tetapi dibebankan kepada subkontraktor dalam penawaran pekerjaan, dimana pihak kontraktor meminta kepada subkontraktor untuk menawar harga dengan sudah memasukkan sisa material dibebankan kepada subkontraktor agar kontraktor tidak lagi memikirkan cara pengelolaan sisa material. Hal ini berarti penanganan sisa material dibebankan semuanya kepada pihak subkontraktor yang lebih memudahkan pekerjaan kontraktor pada proyek konstruksi.

Bangunan konstruksi memiliki beberapa pekerjaan seperti pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran yang memiliki sisa material masing-masing. Tindakan pencegahan yang efektif dapat meminimalisir serta mengelola dan memanfaatkan sisa material yang akan terjadi pada pelaksanaan proyek konstruksi.

1. Pekerjaan Bekisting

Bekisting merupakan pekerjaan pembuatan cetakan beton, dimana beton memiliki beban yang berat sehingga dibutuhkan cetakan yang baik dan kuat dengan dukungan perancah/scaffolding agar dihasilkan beton yang



baik.

Gambar 5.1 Pekerjaan Bekisting

Ada beberapa material pada pekerjaan bekisting seperti kayu, triplek dan paku, dimana material tersebut memiliki korelasi terhadap beberapa tindakan pencegahan yang dilakukan untuk mengurangi tingkat persentase sisa material seperti spesifikasi material yang baik dan akurat, meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek, merencanakan pemotongan material dengan baik, dan merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan.

- a. Meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material. Hal ini berarti kayu dan triplek tidak akan bisa digunakan lagi jika terdapat kesalahan dalam pemotongan material. Oleh karena itu, meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material berpengaruh terhadap timbulnya sisa material konstruksi.
- b. Spesifikasi material yang baik dan akurat. Spesifikasi yang baik akan mengurangi tingkat persentase material, karena material yang tidak memiliki spesifikasi yang sesuai dengan yang dibutuhkan akan membuat material itu tidak akan digunakan dan akan membuat tingkat persentase sisa material meningkat. Untuk tindakan pencegahan ini berkorelasi erat dengan semua material pekerjaan struktur.
- c. Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek. Koordinasi sangat diperlukan agar tidak terjadi kekeliruan antara pelaksana saat melaksanakan pekerjaan maupun saat mengatur pemesanan, pemotongan, dan pengawasan material kayu, triplek dan paku, serta mencegah terjadinya persentase sisa material yang tinggi.
- d. Merencanakan pemotongan material dengan baik. Pekerjaan bekisting yang memiliki material kayu, triplek dan kayu, ketiga material ini membutuhkan perencanaan saat pemotongan agar didapatkan

pemotongan yang sesuai dengan yang direncanakan. Hal ini disebabkan jika pemotongan material dilakukan dengan banyak kesalahan, maka material tersebut sudah tidak memiliki nilai penggunaan yang tinggi jika masih akan digunakan dengan metode penyambungan antara material. Oleh karena itu, pemotongan material tersebut harus direncanakan dengan baik agar tidak terjadi tingkat persentase sisa material yang tinggi.

- e. Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan. Triplek merupakan salah satu material dalam pekerjaan bekisting, sebagai material yang berfungsi sebagai cetakan, maka material ini sudah tidak digunakan lagi jika beton sudah memiliki umur yang cukup untuk dipisahkan dengan cetakannya. Triplek yang memiliki ukuran m² harus direncanakan terlebih dahulu dalam penggunaannya agar pemesanan yang direncanakan sesuai dengan kebutuhan dilapangan.
- f. Pengecekan secara berkala kuantitas dan volume material secara tepat. Triplek dan paku merupakan material pekerjaan bekisting yang harus dilakukan pengecekan secara berkala kuantitasnya, hal ini dikarenakan jika terjadi kekurangan atau kehabisan material maka akan menghambat pekerjaan. Selain itu, jika volume material lebih dari yang digunakan dilapangan, maka akan terjadi sisa material yang tidak akan digunakan pada pekerjaan konstruksi.

2. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian merupakan pekerjaan yang memiliki material besi beton dan kawat bendrat sebagai penopang perkuatan daya tarik dalam beton.



Gambar 5.2 Pekerjaan Pembesian

Ada beberapa tindakan pencegahan yang dilakukan untuk mengurangi tingkat persentase sisa material pada pekerjaan pembesian seperti spesifikasi material yang baik dan akurat, meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek, merencanakan pemotongan material dengan baik, merencanakan pemesanan sesuai dengan kebutuhan, serta meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material.

- a. Meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material. Hal ini berarti besi beton tidak akan bisa digunakan lagi jika terdapat kesalahan dalam pemotongan material, karena besi beton yang berbentuk batangan. Jika dilakukan sambungan yang banyak terhadap besi beton yang salah potong, maka hasilnya tidak akan sesuai dengan perencanaan yang sudah disetujui. Oleh karena itu, meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material besi beton berpengaruh terhadap timbulnya sisa material konstruksi.
- b. Spesifikasi material yang baik dan akurat. Spesifikasi yang baik akan mengurangi tingkat persentase material, karena material yang tidak memiliki spesifikasi yang sesuai dengan yang dibutuhkan akan membuat material itu tidak akan digunakan dan akan membuat tingkat persentase sisa material meningkat. Untuk tindakan pencegahan ini berkorelasi erat dengan semua material pekerjaan struktur.

- c. Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek. Kawat bendrat merupakan material kawat yang berfungsi mengikat dan menghubungkan antara besi beton agar tidak terpisah. Dalam hal ini koordinasi antara personil pelaksana diperlukan karena pelaksana sebagai pengatur pekerjaan harus mengetahui gambar kerja dan aplikasi dilapangan secara langsung agar tidak terjadi kesalahan serta kekurangan saat pemasangan kawat bendrat dalam pekerjaan pembesian.
- d. Merencanakan pemotongan material dengan baik. Besi beton merupakan material pabrikan yang memiliki ukuran 12 m, oleh karena itu perencanaan pemotongan yang baik dapat mengurangi persentase sisa material, karena kesalahan pemotongan akan berdampak pada material tersebut tidak akan digunakan pada pekerjaan pembesian selanjutnya.
- e. Meningkatkan kualitas penyimpanan material. Penyimpanan material berpengaruh terhadap sisa material, karena jika penyimpanan tidak dilakukan dengan benar, maka kualitas material akan turun sehingga material tersebut tidak sesuai spesifikasi sehingga material tidak akan dapat digunakan.
- f. Merencanakan pemesanan sesuai dengan kebutuhan. Kawat bendrat merupakan material yang dipesan dengan roll ataupun kiloan, tetapi pemesanan ini harus sesuai dengan kebutuhan dilapangan agar tidak terjadinya kelebihan yang menyebabkan tidak digunakan lagi material tersebut sehingga tingkat persentase sisa material akan tinggi.
- g. Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material. Kesadaran pekerja dalam penanganan material sangatlah penting karena akan berpengaruh pada produktifitas pekerjaan yang dihasilkan dengan sisa material yang sedikit. Besi beton merupakan material yang mahal dan digunakan dengan hati-hati, jika kesadaran pekerja ditingkatkan maka produktifitas pekerjaan meningkat, tingkat

persentase sisa material akan rendah serta efisiensi terhadap material akan bertambah.

- h. Meminimalisir terjadinya perubahan desain. Perubahan desain berpengaruh terhadap timbulnya sisa material konstruksi. Hal ini akan terjadi apabila perubahan desain dilakukan jika pekerjaan sudah dilakukan, maka pekerjaan akan dikerjakan ulang sehingga material pada pekerjaan tersebut tidak akan digunakan dan mengakibatkan terjadinya sisa material konstruksi terutama pada material besi beton pada pekerjaan pembesian.

3. Pekerjaan Pengecoran

Ada beberapa material pada pekerjaan pengecoran, seperti beton ready mix, semen, pasir dan split.



Gambar 5.3 Pekerjaan Pengecoran

Material tersebut memiliki korelasi terhadap beberapa tindakan pencegahan yang dilakukan untuk mengurangi tingkat persentase sisa material seperti meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material, melakukan pengawasan dan pembimbingan pada pekerja, spesifikasi material yang baik dan akurat serta meningkatkan kualitas penyimpanan material.

- a. Melakukan pengawasan dan pembimbingan pada pekerja. Di India, kurangnya kesadaran dan pendidikan di antara angkatan kerja konstruksi dianggap sebagai tantangan utama yang terkait dengan

pelaksanaan praktik minimisasi *waste* (Arif dkk, 2012). Dalam pekerjaan konstruksi, pengawasan dan pembimbingan pada pekerja dalam menggunakan material merupakan hal yang sangat penting seperti halnya material pasir dan split sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton, campuran yang dibuat harus sesuai dengan yang direncanakan, karena jika dalam melakukan pengawasannya kurang, akan terjadi banyak kesalahan dalam campuran pembuatan beton. Selain itu untuk beton ready mix pengawasan dilakukan terhadap operator, teknisi serta tenaga yang ikut membantu dalam proses pengecoran agar kualitas yang diharapkan sesuai dengan yang akan dituangkan di site yang akan dilakukan pengecoran.

- b. Spesifikasi material yang baik dan akurat. Spesifikasi yang baik akan mengurangi tingkat persentase material, karena material yang tidak memiliki spesifikasi yang sesuai dengan yang dibutuhkan akan membuat material itu tidak akan digunakan dan akan membuat tingkat persentase sisa material meningkat. Untuk tindakan pencegahan ini berkorelasi erat dengan semua material pekerjaan struktur.
- c. Meningkatkan kualitas penyimpanan material. Gudang merupakan tempat penyimpanan material-material konstruksi salah satunya semen. Kualitas gudang harus baik dan cukup untuk menyimpan material semen, semen membutuhkan tempat yang luas dan cukup untuk kebutuhan 4-7 hari penggunaan semen, dan dapat dipastikan bahwa Gudang kedap dan tidak bocor, agar tidak ada air yang merembes ke gudang yang dapat menyebabkan air tersebut jatuh ke semen dan membuat kerusakan pada semen.
- d. Merencanakan pemesanan sesuai dengan kebutuhan. Beton *ready mix* merupakan material yang sudah dicampur menjadi beton yang sudah siap untuk dituangkan ke site pengecoran, pembuatan material ini dalam skala pemesanan yang dibutuhkan, oleh karena itu pemesanan harus sesuai dengan kebutuhan di lapangan agar tidak terjadi kekurangan dan kelebihan yang banyak yang menyebabkan tidak ada

tempat untuk menuangkan material tersebut dan menjadi sisa material yang terbuang sia-sia.

Dari beberapa tindakan pencegahan diatas ada satu tindakan pencegahan yang memiliki korelasi yang sangat erat dengan jenis material yaitu pada pekerjaan bekisting dengan material paku, dimana paku berkorelasi sangat erat dengan tindakan untuk meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek. Hal ini berarti bahwa hal utama yang harus dilakukan dalam upaya untuk meminimalisir terjadinya sisa material yaitu dengan meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana sendiri agar pada saat pelaksanaan pekerjaan struktur dapat meminimalisir tingkat persentase sisa material paku, dimana paku yang berbentuk kecil dapat dengan mudahnya hilang dan terbuang sehingga sisa material terlihat saat kebutuhan lapangan melebihi dengan kebutuhan yang direncanakan, jika kelebihannya hanya sedikit itu adalah hal yang wajar, tetapi jika kelebihannya dua kali lipat maupun lebih dari kebutuhan yang direncanakan maka tingkat sisa material tersebut sangat tinggi.

Memeriksa operasi konstruksi dan produksi dari sudut pandang logistik dapat memberikan wawasan penting mengenai kinerja rantai pasokan industri. Sifat industri yang memiliki karakter sementara dari organisasinya bertentangan dengan pengetahuan dasar tentang manajemen logistik. Akan tetapi, hal ini seharusnya dapat dijadikan sebagai tantangan eksplorasi bagi keseluruhan industri dan komunitas riset, terutama dengan adanya kepercayaan bahwa manfaat potensial dari perbaikan logistik dapat menghasilkan penghematan yang substansial hingga 30 persen (Vidalakis dkk, 2011). Rencana pengelolaan material dan sisa material yang baik dapat meningkatkan efisiensi dalam logistik konstruksi sekitar 9% serta dapat mengurangi dampak lingkungan (Tischer dkk, 2013).

Di sisi lain, desain konstruksi yang berkelanjutan pada tahap perancangan menyajikan kemungkinan untuk mengurangi secara signifikan volume sisa material konstruksi yang dihasilkan. Pada tahap ini, kita dapat mengidentifikasi dan menghitung volume dan jenis sisa material konstruksi. Berdasarkan hal ini, dimungkinkan untuk mengevaluasi ukuran sebenarnya dari sisa material dan dapat

membuat keputusan yang memadai untuk meminimalkan serta mengelola sisa material yang akan terjadi (Kozlovská dan Spišáková, 2013).

Ukuran sebenarnya dari sisa material dapat dilihat jika sisa material tersebut dikonversi dalam bentuk rupiah. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui berapa rupiah yang dikeluarkan dengan adanya sisa material yang terjadi jika dihubungkan dengan biaya yang dikeluarkan. Menurut Harimurti dkk (2016), jenis-jenis material yang dominan menimbulkan sisa material pada proyek konstruksi dari yakni tiang pancang, tulangan D22, dan tulangan D16. Dengan total biaya sisa dari ketiga jenis material tersebut sebesar Rp 108.303.861,00.

Dalam hal persentase sisa material, triplek merupakan material yang memiliki tingkat persentase sisa yang tertinggi pada pekerjaan struktur konstruksi. Akan tetapi, hal ini belum bisa menjamin bahwa triplek juga yang memiliki anggaran biaya yang tertinggi terhadap sisa material. Hal ini dibuktikan dengan adanya perhitungan persentase sisa material yang dikonversi ke dalam bentuk rupiah. Setelah dilakukan perhitungan, maka beton *ready mix* pada pekerjaan pengecoran merupakan material yang memiliki rupiah tertinggi dari material-material lainnya pada pekerjaan struktur yang memiliki biaya Rp. 212.520/mixer dengan persentase sisa material sebanyak 4% per mixer. Oleh karena itu, selain memperhatikan tingkat persentase sisa material tertinggi, sebaiknya kontraktor juga memperhitungkan persentase sisa material yang dikonversi ke dalam bentuk rupiah karena salah satu prioritas dalam pekerjaan konstruksi adalah cara agar pekerjaan konstruksi dapat dilaksanakan dengan biaya yang irit dan efisien.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka pengelolaan sisa material sangat penting dilakukan karena selain untuk meminimalisir terjadinya sisa material, hal tersebut juga sangat berpengaruh terhadap anggaran biaya yang akan dikeluarkan oleh pihak kontraktor pada proyek konstruksi. Apabila pengelolaan sisa material dilakukan dengan benar, maka sisa material akan dapat diminimalisir dan anggaran biaya yang dikeluarkan juga akan dapat ditekan. Sebaliknya, jika pengelolaan sisa material kurang diperhatikan, maka akan dipastikan terjadinya sisa material yang besar serta anggaran biaya yang dikeluarkan juga semakin tinggi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Setelah melalui proses pengamatan di lapangan, menganalisis data, serta melakukan pembahasan tentang Analisis Pengaruh Sistem Pengendalian Sisa Material Pekerjaan Struktur Pada Proyek Konstruksi maka diperoleh hasil bahwa :

1. Triplek memiliki kuantitas sisa material yang terbesar pada pekerjaan struktur, karena triplek memiliki banyak sisa potongan yang tidak akan bisa digunakan untuk pekerjaan bekisting.
2. Perubahan desain merupakan faktor utama kejadian penyebab sisa material pekerjaan struktur yang paling tinggi. Hal ini berarti jika saat pelaksanaan pembangunan terdapat banyak perubahan desain, maka akan sangat berpengaruh terhadap tingginya tingkat persentase sisa material.
3. Melakukan monitoring pekerjaan merupakan solusi efektif dalam mengatasi sisa material konstruksi yang terjadi. Hal ini berarti jika monitoring pekerjaan sering dilakukan, maka material dapat diatur dan digunakan sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat meminimalisir terjadinya sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi, terutama melakukan monitoring pekerjaan bekisting untuk material triplek yang memiliki persentase sisa material terbanyak.

6.2. SARAN

Berdasarkan hasil kesimpulan diatas, peneliti memberikan beberapa saran yaitu :

1. Merencanakan kebutuhan material pekerjaan bekisting yang real sesuai dengan kebutuhan di lapangan.
2. Memonitoring pekerjaan secara berkala agar dapat meminimalisir terjadinya sisa material pekerjaan struktur pada proyek konstruksi.

3. Peneliti selanjutnya dapat menganalisis sistem pengendalian sisa material pada pekerjaan arsitektur, MEP, serta landscape pada proyek konstruksi gedung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi. 2011. 'Manajemen Proyek'. (<http://www.ilmusipil.com/manajemen-proyek>, diakses 2 April 2017)
- Arif, Mohammed dkk. 2012. 'Construction waste management in India: an exploratory study'. Jurnal (online). Vol. 12 No. 2. (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Asgari, A. et al. 2017. 'Quality and quantity of construction and demolition waste in Tehran', Journal of Environmental Health Science and Engineering', 15(1), p. 14. doi: 10.1186/s40201-017-0276-0. Jurnal (Online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Barrie, Donald S. 1995. 'Manajemen Konstruksi Profesional'. Jakarta , Penerbit Erlangga.
- BPS. 2016. 'Pertumbuhan Penduduk Indonesia'. Web (Online). (<https://www.bps.go.id>, diakses, 22 April 2017)
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. 'Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid 1'. Yogyakarta, Penerbit Kanisius.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. 'Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid 2'. Yogyakarta, Penerbit Kanisius.
- Fatta, D., Papadopoulos, A., Avramikos, E., Sgourou, E., Moustakas, K., Kaurmaussis, F., Mentzis, A. and Loizidou, M. (2003), "Generation and management of construction and demolition waste in Greece – an existing challenge", Journal of Resource, Conservation and Recycling, Vol. 40, pp. 81-91
- Ferdiana, Maria Dwi. 2009. 'Studi Mengenai Sisa Material Pada Proyek Gedung Dan Perumahan'. Jurnal (Online). (<http://e-journal.uajy.ac.id/3075/>, diakses 6 Juni 2017).
- Firmawan, F. (2006). Analisis Berbagai Variabel Penyebab Terjadinya Penyimpangan Biaya Material Terhadap Indicator Material Cost Overrun Paling Berpengaruh. Jurnal Pondasi Vol. 12 No. 2 Desember 2006, hal.112-126

- Ghozali, Imam. 2002. 'Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS'. Semarang, Penerbit UNDIP.
- H.H. Lau and A.Whyte (2007), "A Construction Waste Study for Residential Projects in Miri, Sarawak", Proceeding of the Conference on Sustainable Building South East Asia, 5-7 November 2007, Malaysia
- Hasanudin, Acoh. 2016. 'Indonesia Nomor Dua di Dunia yang Sukses Bangun Gedung Pencakar Langit'. Jurnal (Online). (<http://www.tribunnews.com/bisnis/2016/01/22/indonesia-nomor-dua-di-dunia-yang-sukses-bangun-gedung-pencakar-langit>, diakses, 27 Oktober 2017)
- Harimurti, dkk. 2016. 'Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang)'. Jurnal (Online). (<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id>, diakses, 27 Mei 2017)
- Jayamathan, J. and Rameezdeen, R. 2014. 'Influence of labour arrangement on construction material waste generation'. Structural Survey, 32(2), pp. 76–88. doi: 10.1108/SS-09-2012-0026. Jurnal (Online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Khanh, H. D. and Kim, S. Y. 2015. 'Development of waste occurrence level indicator in Vietnam construction industry', 22(6), pp. 715–731. doi: 10.1108/ECAM-01-2014-0005. Jurnal (Online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Kofoworola, O. F dan Gheewala, S. H. (2008), "Estimation of construction waste generation and management in Thailand", Journal of Waste Management Vol. 29, pp.731– 738
- Kountur, Ronny. 2003. 'Metode Penelitian Untuk Penulisan Skripsi dan Tesis. Cetakan Pertama'. Jakarta : Penerbit PPM.
- Kozlovská dan Spišáková. 2013. 'Contruccion waste generation across construction project life-cycle'. Jurnal (online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)

- Kusuma, Gideon H. dan Andriono, Takim. 1993. 'Desain struktur rangka beton bertulang di daerah rawan gempa'. Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Ling dan Nguyen. 2013. 'Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh City'. Jurnal. (online). Vol. 3 No. 1. (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Materialperalatan. 2011. 'Definisi Material dan Peralatan Konstruksi'. (<https://materialperalatan.wordpress.com>, diakses 5 Juni 2017)
- Musyafa, Albani. 2017. 'Pemborosan Material Dan Tindakan Pencegahannya: Survei Pada Proyek Pembangunan Gedung Di Yogyakarta'. Prosiding Konteks 11 (Online). (<https://konteks.id/>, diakses, 27 Januari 2018)
- Nji, Lauw Tjun. 2015. 'Curing / Perawatan Beton'. (<https://lauwtjunnji.weebly.com/curing-beton.html>, diakses, 22 September 2017)
- Nursyahbani. 2016. 'Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang)'. Jurnal (Online). (<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id>, diakses 25 Mei 2017)
- Prasetyo, M. Arie dan Septian. 2010. 'Analisa Waste Tenaga Kerja Konstruksi Pada Proyek Gedung Bertingkat'. Jurnal (Online). (<http://eprints.undip.ac.id/34305/>, diakses 25 Mei 2017)
- Purbo, 2010. Kompilasi Foto Proyek. (Online). <https://purbolaras.wordpress.com>, diakses 7 Desember 2017)
- Rahmadi, 2011. 'Metode Pelaksanaan Kolom Pada Bangunan Gedung'. (<http://ribuan-cara.blogspot.co.id/2011/10/metode-pelaksanaan-kolom-pada-bangunan.html>, diakses 7 Desember 2017)
- Rani, H. A. 2017. 'The analysis on the cause of material waste on the irrigation project in Aceh Besar district', 4(29), pp. 53–58. Jurnal (Online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Saleh, Edwin. 2015. 'Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Beton'. (<http://metodebangunan.blogspot.co.id/2015/07/metode-pelaksanaan-pekerjaan-struktur.html>, diakses 2 September 2017)

- Singarimbun, Masri dan Effendi, Sofyan. 1995. 'Metode Penelitian Survei Edisi Revisi'. Jakarta, Penerbit PT. Pustaka LP3ES.
- Thoengsal, James, 2014. 'Efisiensi Penggunaan Material Konstruksi Dalam Mereduksi Timbulnya Material Sisa (Waste Material)'. (http://jamesthengsal.blogspot.co.id/p/blog-page_20.html, diakses 25 Juni 2017)
- Tischer, Andre dkk. 2013. 'Efficient Waste Management in Construction Logistic : a Refurbishment Case Study'. Jurnal (online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Vidalakis dkk. 2011. 'The logistics of construction supply chains: the builders' merchant perspective'. Jurnal (online). (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Yahya, K. and Boussabaine, A.H. (2004), "Eco-costs of sustainable construction waste management", Proceedings of the 4th International Postgraduate Research Conference, Salford, pp. 142-50.
- Yeheyis.M dkk. 2012. 'An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability'. Jurnal. (<https://search.proquest.com>, diakses, 22 September 2017)
- Zhao, Z. Y. 2010. 'Prediction System for Change Management in Construction Project.', Journal of Construction Engineering & Management, vol. 136, issue 6 pp. 659-669. Jurnal (Online). (<https://www.mendeley.com>, diakses, 10 Oktober 2017)

LAMPIRAN

BAGIAN 1 DATA RESPONDEN

Tabel I. Data Responden

Nama							
Umur							
Alamat							
Proyek yang sedang dikerjakan	Gedung	Infrastruktur jalan & Jembatan				Bangunan air	
Pendidikan terakhir	SD / Sederajat	SMP / Sederajat	SMA / Sederajat	D3	S1	S2	S3
Posisi jabatan							
Pengalaman kerja	< 5 tahun	5 - 10 tahun	10 - 15 tahun	15 - 20 tahun		> 20 tahun	
Jumlah proyek yang sudah dikerjakan	< 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20		> 20	
Menurut anda, meminimalisasi sisa material suatu hal yang penting atau tidak dalam pekerjaan konstruksi? Berikan alasan anda!							

BAGIAN 2 Persentase Material Sisa (waste) pada Pekerjaan Struktur

Tabel II. Persentase Material Sisa (waste) pada Pekerjaan Struktur

No	Pekerjaan Struktur	Jenis Material	satuan	Sisa (%)
1.	Bekisting	- Kayu	/m	
		- Triplek	/Lembar	
		- Paku	/Kg	
2.	Pembesian	- Besi beton	/Batang	
		- Kawat bendrat	/Roll	
3.	Pengecoran	- Beton <i>ready mix</i>	/Mixer	
		- Semen	/Sak	
		- Pasir	/Rit	
		- Split	/Rit	

Note :

Berapa persen sisa material yang hilang, terbuang maupun yang tidak digunakan pada pekerjaan struktur per satuan pekerjaan.

BAGIAN 3 Kejadian Penyebab Material Sisa (waste) pada Pekerjaan Struktur

Tabel III. Kejadian Penyebab Material Sisa (*waste*) pada Pekerjaan Struktur

No	Kejadian Penyebab sisa material	Tingkat Frekuensi				
		1	2	3	4	5
1	Sisa pemotongan tidak dapat digunakan lagi					
2	Metode pemasangan yang kurang tepat					
3	Metode pembongkaran yang kurang tepat					
4	Menggunakan material dengan kualitas rendah					
5	Kesalahan yang dilakukan pekerja					
7	Pengawasan yang kurang intensif					
8	Tidak merencanakan penggunaan material dengan baik					
9	Material terbuang					
10	Pekerja tidak terampil					
11	Material berkarat akibat terlalu lama disimpan					
12	Penyimpanan material yang tidak benar					
13	Membuang atau melempar material secara sengaja atau tidak					
14	Perubahan desain					
15	Pemesanan yang tidak sesuai spesifikasi					
16	Kesalahan estimasi					
17	Bentuk bangunan yang rumit					
18	Perubahan spesifikasi material					
19	Pemesanan material melebihi kebutuhan					

Keterangan :

1. Sangat Jarang
2. Jarang
3. Kadang
4. Sering
5. Sangat sering

BAGIAN 4 Tindakan Pencegahan Material Sisa (waste) pada Pekerjaan Struktur

Tabel IV. Tindakan Pencegahan Material Sisa (waste) pada Pekerjaan Struktur

No	Tindakan Pencegahan	Tingkat Frekuensi				
		1	2	3	4	5
1	Meminimalisir kesalahan dalam pemotongan material					
2	Melakukan pengawasan dan pembimbingan kepada pekerja					
3	Spesifikasi material yang baik dan akurat					
4	Meningkatkan koordinasi antara personil pelaksana proyek					
5	Merencanakan pemotongan material dengan baik					
6	Meningkatkan kualitas penyimpanan material					
7	Merencanakan pemesanan material sesuai dengan kebutuhan					
8	Meningkatkan kesadaran pekerja dalam penanganan material					
9	Pengecekan secara berkala kuantitas dan volume material secara tepat					
10	Membuat perencanaan dalam pemasangan material yang digunakan					
11	Meminimalisir terjadinya perubahan desain					
12	Pemberian informasi dan detail gambar yang jelas					
13	Meminimalisir terjadinya perubahan spesifikasi material					
14	Melakukan monitoring pekerjaan					

Keterangan :

1. Sangat Jarang
2. Jarang
3. Kadang
4. Sering
5. Sangat sering

Tabel V. Korelasi Jenis Material dan Tindakan Pencegahan

Keterangan			Tindakan Pencegahan 1	Tindakan Pencegahan 5
Spearman's rho	Presentase Sisa Material 1	Correlation Coefficient	-,372 ^{**}	-,486 ^{**}
		Sig. (2-tailed)	,018	,001
		N	40	40
	Presentase Sisa Material 2	Correlation Coefficient	-,381 ^{**}	-,391 ^{**}
		Sig. (2-tailed)	,015	,013
		N	40	40
	Presentase Sisa Material 4	Correlation Coefficient	-,371 ^{**}	-,403 ^{**}
		Sig. (2-tailed)	,018	,010
		N	40	40

Tabel VI. Korelasi Jenis Material dan Tindakan Pencegahan 2

Keterangan			Tindakan Pencegahan 2	Tindakan Pencegahan 3	Tindakan Pencegahan 4	Tindakan Pencegahan 6	Tindakan Pencegahan 7	Tindakan Pencegahan 8	Tindakan Pencegahan 9	Tindakan Pencegahan 10	Tindakan Pencegahan 11	Tindakan Pencegahan 12	Tindakan Pencegahan 13	Tindakan Pencegahan 14
Spearman's rho	Presentase Sisa Material 1	Correlation Coefficient	-.270	-.472**	-.536**	-.352*	-.438**	-.380*	-.276	-.027	-.368*	-.229	-.332*	-.143
		Sig. (2-tailed)	.091	.002	.000	.026	.005	.016	.084	.870	.019	.155	.036	.378
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 2	Correlation Coefficient	-.196	-.550**	-.470**	-.329*	-.421**	-.343*	-.374*	-.195	-.347*	-.280	-.242	-.135
		Sig. (2-tailed)	.224	.000	.002	.038	.007	.030	.017	.229	.028	.080	.132	.408
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 3	Correlation Coefficient	-.408**	-.629**	-.640**	-.456**	-.563**	-.480**	-.457**	-.200	-.475**	-.323*	-.313*	-.210
		Sig. (2-tailed)	.009	.000	.000	.003	.000	.002	.003	.216	.002	.042	.049	.192
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 4	Correlation Coefficient	-.361*	-.445**	-.175	-.306	-.227	-.375*	-.250	-.052	-.419**	.012	-.294	-.094
		Sig. (2-tailed)	.022	.004	.281	.055	.158	.017	.121	.749	.007	.940	.066	.566
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 5	Correlation Coefficient	-.254	-.399*	-.403**	-.341*	-.436**	-.219	-.189	-.085	-.263	-.155	-.160	-.151
		Sig. (2-tailed)	.113	.011	.010	.031	.005	.174	.243	.603	.101	.340	.325	.352
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 6	Correlation Coefficient	-.368*	-.507**	-.315*	-.352*	-.410**	-.316*	-.338*	-.281	-.169	-.195	.028	-.230
		Sig. (2-tailed)	.019	.001	.048	.026	.009	.047	.033	.079	.298	.227	.866	.153
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 7	Correlation Coefficient	-.429**	-.514**	-.192	-.487**	-.371*	-.396*	-.282	.065	-.254	.109	-.156	-.041
		Sig. (2-tailed)	.006	.001	.236	.001	.019	.011	.078	.692	.114	.502	.336	.802
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 8	Correlation Coefficient	-.464**	-.491**	-.238	-.382*	-.257	-.304	-.233	-.098	-.292	-.002	-.176	-.113
		Sig. (2-tailed)	.003	.001	.139	.015	.110	.057	.148	.547	.067	.988	.278	.487
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Presentase Sisa Material 9	Correlation Coefficient	-.443**	-.454**	-.238	-.314*	-.203	-.288	-.224	-.162	-.347*	-.059	-.221	-.098
		Sig. (2-tailed)	.004	.003	.139	.048	.208	.072	.164	.319	.028	.716	.171	.547
		N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40