

TUGAS AKHIR

**IDENTIFIKASI PENYEBAB WASTE MATERIAL PADA
PROYEK PERUMAHAN DI KOTA MAKASSAR**

***IDENTIFICATION OF CAUSES WASTE MATERIAL ON
HOUSING PROJECT IN MAKASSAR CITY***

**ASRIEL TONGLO BULAWAN
D111 15 517**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2020**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan
☒ <http://civil.unhas.ac.id> ☒ civil@eng.unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Judul Tugas Akhir

**IDENTIFIKASI PENYEBAB WASTE MATERIAL PADA PROYEK
PERUMAHAN DI KOTA MAKASSAR**

Disusun oleh

**ASRIEL TONGLO BULAWAN
D111 15 517**

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, ST, MT
NIP: 197211192000121001

Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM
NIP: 197303061998021001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, MEng
NIP: 196805292001121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Asriel Tonglo Bulawan, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Identifikasi Penyebab Waste Material Pada Proyek Perumahan di Kota Makassar**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 27 November 2020

Yang membuat
pernyataan,



Asriel Tonglo Bulawan
NIM: D111 15 517

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir yang sederhana ini terdapat banyak kekurangan dan sangat memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Tentunya hal ini disebabkan keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak.

Tentunya tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda Marthen Pali', dan Ibu Yosephina Massang, atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik berupa doa maupun materi, serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng., selaku Kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak Dr.Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I, atas segala kesabaran, waktu serta nasihat yang telah diluangkan untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. M. Asad Abdurrahman, S.T., M.Eng.PM., selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya memberikan

bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.

6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
7. Pimpinan dan staf PT. Bosowa Marga Nusantara yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di Proyek Tol Layang A.P Pettarani Makassar.
8. Bapak Dr. Ir. James Thoengsal, S.T., M.T. IPP., yang telah meluangkan waktunya untuk membantu selama penulisan tugas akhir ini.
9. Lili Natalia Palulun yang selalu meluangkan waktunya untuk membantu selama proses perkuliahan berlangsung dan selama penulisan tugas akhir ini.
10. Saudara-Saudariku KMKO Sipil 2015 dan KMKO Teknik 2015 yang telah banyak meluangkan waktunya, membantu dan menemani selama menjalani proses perkuliahan di Universitas Hasanuddin.
11. Saudara-Saudariku KKD Manajemen yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Teman-Teman KKN Reguler Gel. 102 Desa Pulau Buhung Pitue, Kec. Pulau Sembilan Kab. Sinjai dalam bantuan dan kerja samanya selama menjalani proses Kuliah Kerja Nyata.
13. Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas kesempatan yang diberikan untuk berproses dalam pembentukan karakter yang tidak akan terlupakan.
14. Saudara-saudariku seangkatan PATRON 2015, yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini. *We are the Champion Keep on Fighting Till The End.*

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain memohon doa kepada Tuhan Yang Maha Esa agar melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita, Amin. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, Oktober 2020

Penulis

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, material sebagai salah satu komponen yang turut memegang peranan penting dalam keberhasilan suatu proyek. Pada proses pengerjaan sebuah proyek konstruksi tidak akan dapat dihindari munculnya sisa material konstruksi atau biasa disebut *waste material*. Kota Makassar merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang memiliki laju pembangunan perumahan yang cepat, sehingga pada saat ini terdapat banyak sekali proyek perumahan. Oleh sebab itu, kemungkinan terjadinya *waste* sangat besar karena pembangunan yang terus menerus.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *waste material* pada proyek perumahan di Kota Makassar.

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Responden dari penelitian ini adalah pengembang perumahan yang merupakan anggota Real Estat (REI)-Sulawesi Selatan di Kota Makassar. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai mean, standar deviasi, uji validitas, dan uji reliabilitas. Analisis data dilakukan dengan perbandingan berdasarkan persentase jawaban dari responden dan upaya yang dilakukan untuk meminimalkan dan menangani *waste material*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan *waste material* pada proyek perumahan di Kota Makassar adalah (C1) perubahan desain, (C9) kesalahan pemesanan, kelebihan, atau kekurangan, (C11) pembelian tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil, (C12) kesalahan pemasok, (C15) kerusakan pada saat pengangkutan, (C16) penyimpanan material yang tidak tepat sehingga menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas, (C19) kurangnya koordinasi antar tim kerja, (C21) kesalahan oleh pekerja atau buruh, (C22) peralatan yang tidak berfungsi dengan baik, (C23) cuaca buruk, (C25) penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti, dan (C27) kerusakan akibat kegiatan berikutnya.

Kata kunci: *waste material*, penyebab *waste material*, proyek perumahan

ABSTRACT

In the implementation of a construction project, material is a component that plays an important role in the success of a project. In the process of working on a construction project, it is inevitable that the residue of construction material or waste material will appear. Makassar City is one of the big cities in Indonesia which has a fast housing development rate, so that currently there are a lot of housing projects. Therefore, the possibility of waste is very large due to continuous development.

The purpose of this research is to identify the factors that cause waste material in housing projects in Makassar City.

Data collection was carried out by distributing questionnaires. Respondents of this study were housing developers who were members of Real Estate (REI) South Sulawesi in Makassar City. Data processing is done by calculating the mean value, standard deviation, validity test, and reliability test. Data analysis was carried out by ranking based on the percentage of respondents' answers and the efforts made to minimize and handle waste material.

The results of this study indicate that the factors that have the potential to cause waste material in housing projects in Makassar City are (C1) design changes, (C9) ordering errors, excess, or deficiency, (C11) purchases cannot be made in small quantities, (C12) supplier error, (C15) damage during transportation, (C16) improper storage of material causing damage or deterioration of quality, (C19) lack of coordination between work teams, (C21) errors by workers or laborers, (C22) improper equipment functioning properly, (C23) inclement weather, (C25) using the wrong material that needs to be replaced, and (C27) damage due to subsequent activities.

Keywords: *waste material, causes of waste material, housing project*

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
E. Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Material Konstruksi.....	5
B. Sisa Material Konstruksi	5
C. Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material	14
D. Pengelolaan Sisa Material.....	18
E. Teori Statistik.....	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	24
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	24
B. Jenis Penelitian	24
C. Data Penelitian	25
D. Populasi, Sampel, dan Responden Penelitian.....	26
E. Faktor-Faktor Penyebab <i>Waste</i> Material dan Skala Pengukuran ..	26

D. Prosedur Penelitian	29
G. Bagan Alir Penelitian	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Penyebab <i>Waste Material</i> Pada Proyek Perumahan	38
B. Karakteristik Responden	45
C. Analisis Instrumen Penelitian	48
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
A. Kesimpulan.....	54
B. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Penelitian	24
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian.....	37
Gambar 3. Jabatan Responden	45
Gambar 4. Pendidikan Responden	46
Gambar 5. Pengalaman Kerja Responden	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sumber Penyebab Sisa Material Menurut Gavilan	14
Tabel 2. Sumber Penyebab Sisa Material Menurut Bossink	15
Tabel 3. Sumber Penyebab Sisa Material Menurut Ekanayake	17
Tabel 4. Faktor-Faktor Penyebab Waste Pada Penelitian Ini	26
Tabel 5. Kriteria Skala Pengukuran	28
Tabel 6. Hasil Survei Penyebab <i>Waste</i> Material	38
Tabel 7. Uji Validitas Kategori Desain	49
Tabel 8. Uji Validitas Kategori Pengadaan Material	50
Tabel 9. Uji Validitas Kategori Penanganan Material	51
Tabel 10. Uji Validitas Kategori Operasional	52
Tabel 11. Hasil Uji Reliabilitas	53

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan penduduk di kota Makassar dibuktikan dengan meningkatnya pembangunan disegala bidang, tidak terkecuali dibidang perumahan. Permintaan akan perumahan semakin terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Oleh karena itu perlu adanya pembangunan dalam memenuhi kebutuhan tersebut.

Industri (proyek) konstruksi masih dipandang sebagai suatu peluang bisnis yang menjanjikan profit besar. Hal ini dapat dilihat dari pasar konstruksi yang terus tumbuh dan banyaknya pelaku usaha yang terjun di sektor ini. Tidak ketinggalan pula pertumbuhan industri konstruksi perumahan di Kota Makassar. Real Estat Indonesia (REI) Sul-Sel menargetkan akan membangun 25 ribu rumah pada tahun 2019. Idealnya, peningkatan akan kebutuhan hunian diakomodir oleh penyedia (developer) harus diiringi pula dengan peningkatan produktivitas agar harga rumah di pasaran dapat lebih terjangkau oleh masyarakat.

Dalam pelaksanaan pembangunan, material sebagai salah satu komponen dari biaya turut memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan suatu proyek. Pengadaan material menyerap biaya yang cukup besar dari biaya total proyek. Oleh karena itu penggunaan material diusahakan seminimum mungkin agar tidak banyak menimbulkan material

sisanya yang akan terbuang. Bahkan diusahakan material yang sudah pernah dipakai dapat digunakan kembali.

Pada pelaksanaan proyek konstruksi, terkadang penggunaan material di lapangan tidak luput dari kesalahan dan kecerobohan. Kesalahan dan kecerobohan dalam masalah material tersebut biasa dikenal dengan istilah *waste material*, yang sering timbul dan sulit untuk dihindari. *Waste* ini tentunya tidak dapat dibiarkan begitu saja karena dapat mengganggu proses pelaksanaan pembangunan secara keseluruhan. Hal ini disebabkan akan memakan banyak tempat di dalam area proyek yang terbatas, sehingga perlu dilakukan penanganan yang serius, yang sudah tentu hal ini akan semakin menambah biaya proyek secara keseluruhan karena biaya angkut *waste* tersebut sampai pada daerah pembuangan umumnya cukup besar mengingat jarak yang cukup jauh. Dari penanganan terhadap *waste* tersebut nantinya akan terlihat mana *waste* yang dapat digunakan kembali (*reuse*), di daur ulang (*recycle*), di jual (*salvage*), atau dibuang (*disposal*).

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis merasa perlu melakukan penelitian untuk mengetahui penyebab *waste material* pada proyek perumahan di Kota Makassar dengan judul **“IDENTIFIKASI PENYEBAB WASTE MATERIAL PADA PROYEK PERUMAHAN DI KOTA MAKASSAR”**.

B. Rumusan Masalah

1. Faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab *waste material* pada proyek perumahan di Kota Makassar ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab *waste material* pada proyek perumahan di Kota Makassar.

D. Ruang Lingkup Penelitian

1. Metode yang dilakukan dalam pengambilan data yaitu korespondensi berupa kuesioner.
2. Penelitian ini difokuskan pada Pengembang Perumahan yang merupakan anggota REI-Sulsel di Kota Makassar.
3. Masalah biaya dan keterlambatan proyek berada di luar cakupan penelitian ini.

E. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diterangkan mengenai latar belakang studi yang mendasari pengangkatan tema pada tugas akhir ini, permasalahan yang

berisi tentang masalah yang hendak dipecahkan oleh penulis, maksud dan tujuan yang ingin dicapai, batasan masalah untuk mempersempit ruang lingkup, dan sistematika penulisan laporan yang dipakai dalam tugas akhir ini sehingga bisa dipahami secara sistematis.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi uraian tentang tinjauan teoritis mengenai material konstruksi, *waste material*, klasifikasi *waste material*, serta penyebab *waste material* dari berbagai literatur.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metodologi dalam melakukan studi, objek dan lokasi studi, serta jenis studi dan data yang digunakan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data terkumpul maka dilakukan pengolahan data. Dalam bab inilah akan dijelaskan tentang pengolahan serta analisis data penelitian ini.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi penjelasan hasil penelitian dan kesimpulan dari penyelesaian masalah yang diangkat dan memberi saran bagi penelitian selanjutnya untuk pengembangan di masa mendatang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Material Konstruksi

Material merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diserap oleh material yang digunakan (Nugraha, 1985). Pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di lapangan sering terjadi sisa material yang cukup besar, sehingga upaya untuk meminimalisasi sisa material penting untuk diterapkan. Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar (Gavilan, 1994), yaitu:

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

B. Sisa Material Konstruksi

B.1 Definisi Sisa Material Konstruksi

Material sisa dalam suatu proyek konstruksi merupakan material yang tidak digunakan, sebagai hasil dari proses konstruksi, perbaikan, atau perubahan. Sisa berupa material ini juga didefinisikan sebagai barang yang

muncul sebagai hasil produksi dari proses maupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat langsung dipergunakan kembali tanpa adanya suatu perlakuan lagi. Definisi lain dari waste berbentuk material adalah sesuatu sumber daya material yang jumlahnya berlebih atau telah digunakan, termasuk yang dapat digunakan kembali, dapat didaur ulang, dapat dikembalikan ke supplier, atau dipindahtangankan ke tempat yang dapat digunakan kembali oleh orang lain. (Franklin, 1998).

Menurut Illingworth (1998), sisa material konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu yang sifatnya berlebih dari yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa, tercecer, ataupun rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya. Material merupakan salah satu komponen penting yang memiliki pengaruh cukup erat dengan biaya suatu proyek, maka dengan adanya *waste* material konstruksi yang cukup besar dapat dipastikan terjadi pembengkakan pada sektor pembiayaan.

Sisa material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*Construction and Demolition*). Sisa material yang berasal dari perobohan atau penghancuran bangunan digolongkan dalam *demolition waste*, sedangkan sisa material yang berasal dari pembangunan perubahan bentuk (*remodeling*), perbaikan baik itu rumah atau bangunan komersial, digolongkan ke dalam *construction waste*. Komposisi dari sisa material

konstruksi berupa batu, beton, batu bata, plester, barang yang tak berharga, bahan atap, bahan *plumbing*, bahan instalasi listrik.

Sisa material secara umum didefinisikan sebagai substansi atau suatu objek dimana pemilik punya keinginan untuk membuang. Sedangkan sisa material konstruksi didefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan yang dihasilkan dari proses konstruksi, perbaikan, atau perubahan atau barang apapun yang diproduksi dari suatu proses ataupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat langsung dipergunakan pada tempat tersebut tanpa adanya suatu perlakuan lagi.

B.2 Jenis - Jenis Sisa Material Konstruksi

Terdapat 3 jenis sisa material yang ditemukan dalam konstruksi yaitu sisa material yang dapat di daur ulang (*recycleable*), sisa material berbahaya (*hazardous*), dan sisa material yang akan dibuang ke tempat pembuangan akhir (*landfill material*) (Johnston, 1992). Komposisi sisa material konstruksi dikategorikan dengan berbagai cara, tergantung bagaimana cara memandang sisa material tersebut. Ada 3 faktor utama untuk mengategorikan sisa material konstruksi (ICF, 1995), yaitu :

1. Tipe struktur (bangunan tempat tinggal, industri, dan komersil)
2. Ukuran struktur (*low rise, high rise*)
3. Aktivitas yang sedang dilakukan (konstruksi, renovasi, perbaikan, perubahan).

Faktor lain yang mempengaruhi banyaknya sisa material konstruksi adalah besarnya proyek yang dikerjakan keseluruhan, lokasi proyek (di laut, di darat, di gunung, di kota, pinggiran), material yang digunakan dalam konstruksi, metode yang digunakan, penjadwalan, dan metode penyimpanan material.

B.3 Klasifikasi Sisa Material Konstruksi

Secara umum sisa material konstruksi dapat dikategorikan dalam beberapa jenis (Skoyles, 1995), yaitu :

1. Sisa Material Alami (*Natural Waste*)

Sisa material alami adalah sisa material yang dalam pembentukannya tidak dapat dihindarkan, misalnya pemotongan kayu atau penyambungan atau cat yang menempel pada kalengnya saat pengecatan. Sisa material ini terbentuk secara alami dalam batas toleransi. Namun ada kalanya sisa material alami ini menimbulkan sisa material langsung yang cukup besar jika tidak dilakukan pengontrolan yang baik, misalnya pada waktu pembuatan spesi, penuangan semen kadang tercecer ke tanah, jika tidak dilakukan pengontrolan maka ceceran semen semakin lama akan menjadi banyak.

2. Sisa Material Langsung

Sisa material langsung adalah sisa material yang terjadi pada setiap pembangunan. Biasanya sisa material ini terbentuk pada saat penyimpanan, pada saat material dipindahkan ke tempat kerja, atau

pada saat proses pengerjaan tahapan pembangunan itu sendiri. Bila tidak dilakukan kontrol yang baik, sisa material ini akan menyebabkan kerugian yang cukup besar terutama dari segi biaya. Beberapa kategori sisa material langsung adalah akibat kegiatan sebagai berikut :

- a. Sisa material akibat adanya kegiatan pengiriman, yaitu kehilangan pada saat pengiriman ke lokasi, penurunan barang dan saat penempatan ke gudang. Atau pada waktu pengangkutan yang tidak efektif sehingga kualitas barang menurun, dan barang tidak terpakai akhirnya menjadi sisa material.
- b. Penyimpanan di gudang dan penyimpanan sementara di sekitar bangunan adalah sisa material yang disebabkan oleh penyimpanan yang buruk.
- c. Sisa material akibat proses perubahan bentuk material, adalah sisa material yang disebabkan oleh proses perubahan bentuk material dari aslinya.
- d. Sisa material selama proses perbaikan, adalah sisa material yang dihasilkan selama proses perbaikan.
- e. Sisa material sisa, adalah sisa material yang dihasilkan dari material kalengan, seperti cat dan bahan plester yang tersisa pada tempatnya dan tidak digunakan.
- f. Penggunaan lahan yang tidak efektif, adalah lahan yang tidak digunakan secara optimal, sehingga menyebabkan tidak efisien. Manajemen yang kurang baik.

- g. Sisa material akibat penggunaan yang salah.
- h. Sisa material akibat spesifikasi material yang salah.
- i. Sisa material yang ditimbulkan akibat kurang terampilnya pekerja.
- j. Sisa Material Tidak Langsung.
- k. Sisa Material Konsekuensi (*consequential waste*).

Menurut Tchobanoglous (1993), sisa material yang timbul selama pelaksanaan konstruksi dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu:

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

Construction Waste menurut Skoyles (1996) dapat digolongkan kedalam dua kategori berdasarkan tipenya yaitu:

1. *Direct waste*

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

- a. *Transport & Delivery Waste*

Semua sisa material yang terjadi pada saat melakukan transportasi material di dalam lokasi pekerjaan, termasuk pembongkaran dan

penempatan pada tempat penyimpanan seperti membuang/melempar semen, keramik pada saat dipindahkan.

b. *Site Storage Waste*

Sisa material yang terjadi karena penumpukan / penyimpanan material pada tempat yang tidak aman terutama untuk material pasir dan batu pecah, atau pada tempat dalam kondisi yang lembab terutama untuk material semen.

c. *Conversion Waste*

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

d. *Fixing Waste*

Material yang tercecer, rusak atau terbang selama pemakaian di lapangan seperti pasir, semen, batu bata, dan sebagainya.

e. *Cutting Waste*

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

f. *Application & Residu Waste*

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

g. *Criminal Waste*

Sisa material yang terjadi karena pencurian atau tindakan perusakan (*vandalism*) di lokasi proyek.

h. *Wrong Use Waste*

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

i. *Management Waste*

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

2. Indirect waste

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

a. *Substitution Waste*

Sisa material yang terjadi karena penggunaannya menyimpang dari tujuan semula, sehingga menyebabkan terjadinya kehilangan biaya yang dapat disebabkan karena tiga alasan:

1. Terlalu banyak material yang dibeli
2. Material yang rusak
3. Makin bertambahnya kebutuhan material tertentu

b. *Production Waste*

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

c. *Negligence Waste*

Sisa material yang terjadi karena kesalahan di lokasi (*site error*), sehingga kontraktor menggunakan material lebih dari yang ditentukan, misalnya: penggalian pondasi yang terlalu lebar atau dalam yang disebabkan kesalahan/kecerobohan pekerja, sehingga mengakibatkan kelebihan pemakaian volume beton pada waktu pengecoran pondasi.

C. Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material

Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya sisa material di lapangan. Terjadinya sisa material konstruksi dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa sumber dan penyebab. Gavilan dan Bernold (1994), membedakan sumber-sumber yang dapat menyebabkan sisa material konstruksi kedalam enam kategori yang tercantum pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Sumber Penyebab Sisa Material Menurut Gavilan

Sumber	Penyebab	
Desain	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pada dokumen kontrak • Dokumen kontrak yang tidak sesuai pada saat permulaan konstruksi 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan desain 	
Pengadaan	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan order, terlalu banyak order, terlalu sedikit order, dll • Kesalahan supplier 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan pada saat transportasi • Penyimpanan yang tidak tepat sehingga menyebabkan kerusakan atau penurunan kualitas 	
Operasional	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pada pekerja atau buruh • Malfuction dari peralatan • Cuaca buruk • Kecelakaan • Kerusakan akibat kegiatan berikutnya • Penggunaan material yang salah sehingga membutuhkan pengganti 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Karena pemotongan dengan bentuk yang tidak ekonomis • Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Material yang overmixing • Limbah dari proses pengaplikasian • Limbah kriminal atau vandalisme yang menyebabkan kerusakan 	
Residual	<ul style="list-style-type: none"> • Karena pemotongan dengan bentuk yang tidak ekonomis • Sisa pemotongan material menjadi panjang tertentu • Material yang overmixing • Limbah dari proses pengaplikasian • Limbah kriminal atau vandalisme yang menyebabkan kerusakan 	

Lain-lain

- Kurangnya pengontrolan material on site dan perencanaan manajemen limbah

Sumber: Gavilan, 1994

Hasil penelitian Bossink dan Browsers (1996) di Belanda, menyimpulkan bahwa sumber dan penyebab terjadinya sisa material konstruksi berdasarkan kategori yang telah dibuat oleh Gavilan dan Bemold (1994), seperti yang tercantum dalam Tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Sumber Penyebab Sisa Material Menurut Bossink

Sumber	Penyebab
Desain	• Kesalahan dalam dokumen kontrak
	• Ketidaklengkapan dokumen kontrak
	• Perubahan desain
	• Memilih spesifikasi produk
	• Memilih produk yang berkualitas rendah
	• Kurang memperhatikan ukuran dari produk yang digunakan
	• Desainer tidak mengenal dengan baik jenis-jenis produk yang lain
	• Pendetailan gambar yang rumit
	• Informasi gambar yang kurang
	• Kurang berkoordinasi dengan kontraktor & kurang berpengalaman tentang konstruksi
Pengandaan	• Kesalahan pemesanan, kelebihan, kekurangan, dsb.
	• Pesanan tidak dapat dilakukan dalam jumlah kecil
	• Pembelian material yang tidak sesuai dengan spesifikasi
	• Pemasok mengirim barang tidak sesuai dengan spesifikasi
	• Kemasan kurang baik, menyebabkan terjadi kerusakan dalam perjalanan
Penanganan	• Material yang tidak dikemas dengan baik
	• Material yang terkirim dalam keadaan tidak padat/ kurang
	• Membuang atau melempar material

	<ul style="list-style-type: none"> • Penanganan material yang tidak hati-hati pada saat pembongkaran untuk dimasukkan ke dalam gudang
	<ul style="list-style-type: none"> • Penyimpanan material yang tidak benar/keliru menyebabkan kerusakan
	<ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan material akibat transportasi ke atau di lokasi proyek
Pelaksanaan	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan yang diakibatkan oleh tenaga kerja
	<ul style="list-style-type: none"> • Peralatan yang tidak berfungsi dengan baik
	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaca yang buruk
	<ul style="list-style-type: none"> • Kecelakaan pekerja di lapangan
	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan material yang salah sehingga perlu diganti
	<ul style="list-style-type: none"> • Metode untuk menempatkan pondasi
	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah material yang dibutuhkan tidak diketahui karena perencanaan yang tidak sempurna
	<ul style="list-style-type: none"> • Informasi tipe dan ukuran material yang akan digunakan terlambat disampaikan kepada kontraktor
	<ul style="list-style-type: none"> • Kecerobohan dalam mencampur, mengolah dan kesalahan dalam penggunaan material sehingga perlu diganti.
	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran di lapangan tidak akurat sehingga terjadi kelebihan volume
Residual	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa pemotongan material tidak dapat dipakai lagi
	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pada saat memotong material
	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pesanan barang, karena tidak menguasai spesifikasi
	<ul style="list-style-type: none"> • Kemasan
	<ul style="list-style-type: none"> • Sisa material karena proses pemakaian
Lain-lain	<ul style="list-style-type: none"> • Kehilangan akibat pencurian
	<ul style="list-style-type: none"> • Buruknya pengontrolan material di proyek dan perencanaan manajemen terhadap sisa material

Sumber : Bossink, 1996

Ekanayake dan Ofori (2004), melakukan survey kuesioner pada semua kontraktor bangunan yang masuk tiga kategori finansial terbesar (G6, G7, dan G8) dari *the Building And Construction Authority* (BCA) di

Singapura, menyimpulkan bahwa faktor-faktor penyebab terjadinya sisa material konstruksi pada keempat sumber yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sumber Penyebab Sisa Material Menurut Ekanayake

Sumber	Penyebab
Desain	• Kurang adanya koordinasi dengan bagian-bagian yang terkait
	• Perubahan desain pada saat konstruksi sedang berlangsung
	• Desainer yang tidak berpengalaman dalam menentukan metode dan urutan konstruksi
	• Tidak memperhatikan ukuran standarisasi yang ada
	• Perencana tidak menguasai produk-produk alternatif
	• Pendetailan gambar yang rumit
	• Kurangnya informasi dalam gambar
	• Kesalahan dalam dokumen kontrak
	• Dokumen kontrak yang tidak lengkap pada saat dimulainya proyek
	• Memilih produk berkualitas rendah
Pengadaan	• Kesalahan pemesanan (terlalu banyak atau terlalu sedikit)
	• Kurangnya kemungkinan untuk memesan dalam jumlah kecil
	• Membeli tidak sesuai dengan spesifikasi
Penanganan	• Kerusakan saat pengangkutan
	• Penyimpanan yang tidak benar sehingga terjadi kerusakan
	• Material yang terkirim dalam kondisi tidak padat
	• Menggunakan material apa saja untuk keperluan menutup tempat kerja
	• Sikap atau tindakan tim proyek dan pekerja yang tidak ramah/kasar
• Pencurian	
Pelaksanaan	• Kesalahan oleh pedagang atau buruh
	• Kecelakaan karena kelalaian
	• Kerusakan pada pekerjaan karena kurang terampil
	• Penggunaan material yang salah, sehingga membutuhkan penggantian

-
- Kuantitas yang diperlukan tidak jelas karena perencanaan yang tidak tepat
 - Keterlambatan dalam memberikan informasi kepada kontraktor mengenai tipe dan ukuran material yang akan digunakan
 - Kerusakan peralatan.
 - Cuaca buruk
-

Sumber : Ekanayake, 2004

D. Pengelolaan Sisa Material

Construction Waste Management adalah suatu upaya pengelolaan sisa material konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi pemanfaatan berbagai sumber material bangunan, memakai kembali dan mendaur ulang (Ervianto, 2004).

Pengelolaan limbah konstruksi dapat dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah *Reduce*, *Reuse*, *Recycle*, maupun *Salvage* terhadap limbah itu sendiri. Langkah-langkah *Reduce* yang dapat diambil dalam mengembangkan program *Construction Waste Minimization* adalah sebagai berikut:

- a. Merencanakan metode konstruksi yang tepat dan mengoptimalkan penggunaan material.
- b. Merencanakan tindakan pencegahan material dengan membuat tempat penyimpanan material yang tahan terhadap cuaca dan melakukan perbaikan jika diperlukan, serta menentukan letak material di dalam tempat penyimpanan untuk mencegah kerusakan material.
- c. Mencegah sisa material di lokasi proyek pada saat pelaksanaan.

- d. Membeli material konstruksi yang tidak menghasilkan sampah konstruksi.
- e. Membuat catatan hasil penghematan dan biaya pencegahan sisa material.

Reuse adalah suatu tindakan menggunakan material konstruksi dalam bentuk yang sama di lokasi proyek. Contohnya menggunakan sisa material batu bata untuk dijadikan urugan tanah. Tindakan yang diambil dalam menggunakan kembali sisa material konstruksi yaitu:

- a. Mengidentifikasi sisa material yang masih baru dan material konstruksi yang dapat dipindahkan atau dipisahkan tanpa terjadi kerusakan, untuk digunakan kembali.
- b. Merencanakan untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan, atau memindahkan material-material yang *reusable*.
- c. Mendiskusikan ide-ide untuk melakukan reuse kepada kontraktor, pemilik atau desainer.
- d. Meminta subkontraktor untuk menggunakan kembali sisa material konstruksi.

Recycle adalah suatu proses daur ulang sisa material/sampah dari lokasi proyek ke pabrik, sehingga menjadi suatu produk baru yang berguna dan bernilai jual. Tindakan untuk mendaur ulang sisa material konstruksi yaitu:

- a. Menentukan target minimal yang dicapai dalam mendaur ulang sisa material bangunan. Target tersebut didasarkan dari berat atau volume material sisa.
- b. Pada saat prakualifikasi, memasukkan persyaratan mengenai pengalaman kontraktor dalam mengurangi sisa material. Kemudian menentukan kontraktor berdasarkan suatu *track record* dari prestasi terakhir yang terlihat dalam perencanaan pengelolaan sisa material dan dokumentasi dari tingkat recycle pada proyek sebelumnya.
- c. Mengidentifikasi dan mendaftar material konstruksi yang dapat didaur ulang/*recycleable*.
- d. Merencanakan tata cara atau teknik untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan, atau pemindahan material-material yang *recycleable*.
- e. Menjadwal untuk mendaur ulang sisa material konstruksi.
- f. Memilih sisa material yang bernilai jual kembali yang tinggi seperti kawat tembaga dan material berbahan logam lainnya.

Salvage adalah suatu tindakan memindahkan sampah dan sisa material konstruksi dari lokasi proyek untuk dibuang ke TPA, dijual atau disumbangkan kepada pihak ketiga. Tindakan yang dapat diambil secara umum dalam membuang atau menjual sisa material konstruksi yaitu:

- a. Mengidentifikasi material-material konstruksi untuk dibuang ke TPA, baik dijual maupun disumbangkan.
- b. Merencanakan untuk perlindungan, penanganan, penyimpanan atau pemindahan material-material yang *salvageable*.

- c. Menjadwal untuk membuang sampah sisa material konstruksi.
- d. Menghubungi perusahaan yang menangani *salvage* dan organisasi amal untuk datang ke lokasi proyek untuk memindahkan sisa material konstruksi yang masih bermanfaat.
- e. Mengizinkan para pekerja untuk mengambil sisa material konstruksi yang *salvageable* untuk digunakan sendiri.

E. Teori Statistik

E.1. Analisis Instrumen Penelitian

1. Uji Validitas

Instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data (mengukur) itu valid. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Untuk mengetahui apakah instrumen tersebut sudah benar mengukur apa yang seharusnya diukur, maka uji validitas ini menggunakan rumus *Product Moment* dengan cara menghitung antar skor tiap-tiap item dengan skor total. (Sugiyono , 2011). Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(N\sum x^2 - (\sum x)^2)(N\sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (1)$$

Dimana:

n = jumlah sampel

x = skor variabel (jawaban responden)

y = skor total dari variabel (jawaban responden)

Kriteria yang digunakan untuk mengetahui kuesioner yang digunakan sudah tepat untuk mengukur apa yang ingin diukur, yaitu :

- a. Jika r_{hitung} lebih besar dari r_{tabel} , dengan taraf keyakinan 95%, maka pertanyaan dinyatakan valid.
- b. Jika r_{hitung} lebih kecil dari r_{tabel} , dengan taraf keyakinan 95%, maka pertanyaan dinyatakan tidak valid.

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah tingkat kepercayaan hasil suatu pengukuran. Reliabilitas merupakan salah satu ciri atau karakter utama instrumen pengukuran yang baik. Konsep dari reliabilitas adalah sejauh mana hasil suatu pengukuran dapat dipercaya, artinya bahwa sejauh mana skor hasil pengukuran terbebas dari galat pengukuran (*measurement error*). (Rochaety dkk, 2007).

Reliabilitas (keandalan) merupakan ukuran suatu kestabilan dan konsistensi responden dalam menjawab hal yang berkaitan dengan daftar pertanyaan yang merupakan dimensi suatu variabel dan disusun dalam suatu bentuk kuesioner. (Nugroho, 2005).

Instrumen yang reliable adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur obyek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. (Sugiyono, 2011).

Realibilitas suatu daftar variabel dikatakan reliabel jika memiliki nilai *Cronbach's Alpha* > 0,60. Pengujian reliabilitas ini juga dibantu dengan program SPSS dan menggunakan rumus Cronbach's Alpha dengan rumus sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_j^2}{S^2} \right) \quad (2)$$

Dimana,

r = Koefisien reliabilitas alpha

n = Jumlah item

S_j = Varians responden untuk item 1

S_x = Jumlah varians total