



**PERHITUNGAN WASTE PEKERJAAN PEMBESIAN  
STRUKTUR BETON PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID  
KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSITAS JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh :

**DIMAS BUYUNG RADEA HARDI**

**NIM 121910301135**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PERHITUNGAN WASTE PEKERJAAN PEMBESIAN  
STRUKTUR BETON PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID  
KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSITAS JEMBER**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat guna menempuh dan menyelesaikan  
Mata TUGAS AKHIR pada program S-1 jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik – Universitas Jember

**Disusun Oleh :**

**Dimas Buyung Radea Hardi**

**NIM 121910301135**

**PROGRAM STUDI STARATA 1 TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Sembah sujud serta syukur kehadirat-Mu atas segala limpah anugerah dan karunia-Mu Allah SWT. Sholawat dan salam selalu terlimpah keharibaan Rasulullah Muhammad SAW. Tugas Akhir ini kupersembahkan sebagai ungkapan rasa terima kasih dan cinta kepada :

1. Allah SWT dengan segala rahmat dan ridho-Nya yang telah memberikan ilmu, kekuatan kemudahan dalam setiap langkah.
2. Kedua orang tua saya Purnadi dan Hartini yang selalu mencurahkan cinta, kasih sayang, perhatian, doa, dan pengorbanan yang tulus dan tak pernah berkurang sedikitpun sejak dulu hingga saat ini.
3. Kakakku Wulan Invica Hardi yang selalu menyalakan semangat dan memberi dukungan yang mengantarkanku sampai kini.
4. Para guru sejak taman kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi yang selalu mencurahkan ilmunya dan tak hentinya membimbing dengan ikhlas.
5. Teman-teman S1 yang telah banyak memberikan masukan, saran, kritik dan motivasi serta doa kepada saya selama ini.
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTTO**

Seribu kawan terlalu sedikit namun satu lawan terlalu banyak.

( Penulis )

Ilmu tanpa akal ibarat seperti memiliki sepatu tanpa kaki. Dan  
akal tanpa ilmu ibarat seperti memiliki kaki tanpa sepatu

(Khalifah Ali Bin Abi Thalib)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dimas Buyung Radea Hardi

NIM : 121910301135

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul

**“PERHITUNGAN WASTE PEKERJAAN PEMBESIAN STRUKTUR  
BETON PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID KAMPUS TEGAL BOTO**

**UNIVERSITAS JEMBER”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali

kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada

institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas

keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Januari 2020  
Yang menyatakan,

**Dimas Buyung Radea Hardi**  
**NIM. 121910301135**

**SKRIPSI**

**PERHITUNGAN WASTE PEKERJAAN PEMBESIAN STRUKTUR  
BETON PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID KAMPUS TEGAL BOTO  
UNIVERSITAS JEMBER**

Oleh

Dimas Buyung Radea Hardi  
NIM 121910301135

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Hernu Suyoso M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Anik Ratnaningsih, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*PERHITUNGAN WASTE PEKERJAAN PEMBESIAN STRUKTUR BETON PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSITAS JEMBER*” telah diuji disahkan pada :

Hari, tanggal : Kamis, 23 Januari 2020

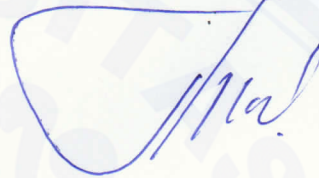
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,



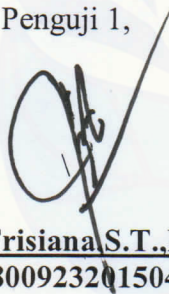
Ir. Hernu Suyoso M.T.  
NIP.195511121987021001

Dosen Pembimbing Anggota,



Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.  
NIP.19700530 199803 2 001

Penguji 1,



Anita Trisiana S.T., M.T.  
NIP. 198009232015042001

Penguji 2,



Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.  
NIP. 197205281998022001



Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto S.T., M.T.  
NIP. 197008261997021001

PERHITUNGAN WASTE PEKERJAAN PEMBESIAN STRUKTUR BETON  
PEMBANGUNAN GEDUNG MASJID KAMPUS TEGAL BOTO  
UNIVERSITAS JEMBER

**Dimas Buyung Radea Hardi**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

(*Waste construction*) limbah pembangunan merupakan salah satu limbah yang patut untuk diperhitungkan baik dari sisi penanganan dan dari sisi pemanfaatan limbah. Karena itu dalam pelaksanaan suatu proyek dapat dikatakan sangat di perlukan adanya perhitungan *waste level* dan *waste cost*. Sebagai contoh limbah pembesian pada setiap pekerjaan pembetonan, dimana besi atau tulangan merupakan salah satu komponen wajib ada pada pekerjaan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui limbah atau sisa pembesian yang terjadi pada setiap pekerjaan beton pada proyek pembangunan Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Data rencana pembangunan didapat dari pihak perencanaan di gedung Rektorat Universitas Jember dimana di dapatkan data pembangunan berupa RAB, gambar perencanaan gedung dan BQ (*bil of Quantity*). Kemudian data yang di dapat diolah untuk mencari hasil limbah yang terjadi pada proyek tersebut, yang berfokus pada *waste level* dan *waste cost* pembesian pekerjaan beton dengan terlebih dahulu mencari limbah pembesian setiap pekerjaan beton. Dari pengolahan data tersebut di peroleh hasil perhitungan *waste level* sebesar 15,94 % dan *waste cost* sebesar Rp 333.277,519,83 dari anggaran proyek sebesar Rp 18.342.305.000,00 dimana sebelum mendapatkan hasil perhitungan *waste level* dan *waste cost* dilakukan perhitungan terhadap harga material dan bobot pekerjaan sehingga dapat dilanjutkan untuk perhitungan waste pembesian proyek.

Kata Kunci : *Waste Cost, Waste Level*



*CALCULATION OF WASTE PROCESSING FOR REINFORCED CONCRETE  
CONSTRUCTION IN TEGAL BOTO MOSQUE JEMBER UNIVERSITY*

**Dimas Buyung Radea Hardi**

*Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University  
of Jember*

**ABSTRACT**

*(Waste construction) Developmental waste is waste that has to be calculated both in terms of handling and in terms of waste recycling. Therefore, when carrying out a project, it can be said that the calculation of the waste level and the waste costs is urgently required. As an example of waste treatment for any concrete work where iron or reinforcement is one of the mandatory components of the work. The purpose of this study is to determine the waste or residual reinforced that occurs with any specific work on the Tegal Boto Campus University of Jember construction project. The data for the development plan were obtained from the planning party in the rector's building of the University of Jember, where the development data were obtained from the RAB, the building planning drawings and the BQ (bil of quantity). Then the data that can be processed to determine the results of the waste generated in the project, focusing on the amount of waste and the cost of repairing concrete work by first searching for waste reinforced for each concrete work. The data processing results in a waste level of 15.94% and waste costs of IDR 333,277,519.83 from the project budget of IDR 18,342,305,000.00, where by the material price is calculated before the results of the waste level and waste cost calculation are determined and that Weight of the work so that it can continue for the calculation of the project waste reinforced.*

**Keywords:** *Waste Cost, Waste Level*

## RINGKASAN

**Perhitungan Waste Pekerjaan Pembesian Struktur Beton Pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember;** Dimas Buyung Radea Hardi, 121910301135; 2020: 56 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Limbah konstruksi adalah sisa material yang terjadi akibat aktifitas pembangunan pada suatu proyek yang berasal dari aktivitas pembangunan, penghancuran dan pembersihan.

Penulis mengambil lokasi penelitian sebagai studi kasus yaitu Proyek Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Bangunan tersebut terdiri atas 2 lantai, namun pelaksanaan pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember ini sedang berhenti dikarenakan permasalahan tertentu yang terjadi pada tahap pelaksanaan, sehingga penulis hanya dapat melakukan penelitian melalui data perencanaan proyek yang di minta kepada pihak perencana di Gedung Rektorat Universitas jember. Gedung ini memiliki luas bangunan 2.375 m<sup>2</sup>. Proyek tersebut mulai dikerjakan pada tanggal 2 oktober tahun 2019 dan ditargetkan akan selesai pada tanggal 31 desember tahun 2019. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui/menganalisa *waste* pembesian konstruksi yang dihasilkan dari proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto sehingga nantinya akan diketahui hasil dari *waste* pembesian yang terjadi pada proyek tersebut.

Pada tahap penelitian pertama yang dilakukan yaitu pengumpulan data proyek yang dibutuhkan dibutuhkan untuk penelitian seperti RAB gedung, *Bill Of Quantity* dan gambar DEDC. Setelah pengumpulan data tersebut mulailah dilakukan proses perhitungan pembesian yang dibutuhkan pada setiap pekerjaan struktur beton yang mengacu pada gambar proyek. Perhitngan mulai dilakukan dengan menghitung kebutuhan besi pada setiap pekerjaan struktur beton gedung yang meliputi pekerjaan pondasi, pekerjaan kolom, pekerjaan sloof, pekerjaan tangga, pekerjaan ramp dan pekerjaan retaining wall. Perhitungan *waste* pembesian dilakukan dengan cara panjang besi utuh sepanjang 12 m dibagi panjang besi

potongan yang di butuhkan dalam setiap pekerjaan sehingga akan ditemukan sisa besi potongan dari besi utuh sepanjang 12 m yang kemudian dari sisa potongan akan dikelompokkan sesuai diameter besi terlebih dahulu untuk mengetahui volume *waste* yang dihasilkan dari setiap jenis diameter besi. Pada tahap selanjutnya volume *waste* di konversi dari satuan panjang (m) menjadi satuan berat (kg/m).

Perhitungan *waste level* dilakukan dengan cara volume *waste* besi total dibagi kebutuhan besi total dan dikalikan 100% sehingga dihasilkan *waste level* sebesar 15,94% sementara untuk mencari *waste cost* di butuhkan perhitungan harga material dan bobot pekerjaan yang di hitung dengan cara kebutuhan besi total dikalikan dengan harga satuan besi yang sudah ada pada RAB sebesar 13.400 per 1 kg sehingga dihasilkan harga material sebesar Rp2.090.998.176,00 dan bobot pekerjaan di hitung dengan cara harga material dibagi dengan nilai kontrak dan dikalikan 100% sehingga dihasilkan bobot pekerjaan sebesar 11,40%.

Setelah nilai *waste level*, harga material dan bobot pekerjaan di dapatkan, barulah dapat melanjutkan pada perhitungan *waste cost* dengan cara  $\text{waste level} \times \text{bobot pekerjaan} \times \text{total nilai kontrak}$ , sehingga di dapatkan hasil *waste cost* sebesar Rp333.277.519,83.

## SUMMARY

**CALCULATION OF WASTE PROCESSING FOR REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION IN TEGAL BOTO MOSQUE JEMBER UNIVERSIT;** Dimas Buyung Radea Hardi; , 121910301135; 2020; pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Building rubble is the residual material that arises during the development of a project from construction, destruction and cleaning activities.

The author takes the location of the study as a case study of the Tegal Boto Campus Mosque Building Project at Jember University. The building consists of 2 floors, but the construction of the Tegal Boto Campus mosque building at the University of Jember has been stopped due to certain problems that arise during the implementation phase. The author can therefore only research on the basis of the project planning data available to the planners in the rector building of the University of Jember. This building has a building area of 2,375 m<sup>2</sup>. The project starts on October 2, 2019 and is expected to be completed by December 31, 2019. This investigation is intended to identify and analyze construction waste from the construction project of the Tegal Boto Campus Mosque Building so that the results of waste management will be known later on with the project.

In the first phase of the research carried out, the collection of the necessary project data for the research is required, e.g. B. for the creation of RAB, *Bill Of Quantity* and DEDC drawings. After collecting the data, a correction process is required for each concrete structure that relates to the project drawings. The research started by calculating the iron requirement for the concrete construction work of the individual buildings, including foundation work, column work, gliding work, ladder work, ramp work and retaining wall work. The Pembesian waste is calculated by the length of 12 m of total iron divided by the length of the piece of iron that is required in each work, so that the remaining pieces of iron from 12 m of solid iron are found, which are then made from the remaining pieces according to the diameter of the Iron are grouped to first determine the volume of waste

generated from any type of iron diameter. In the next stage, the volume of waste is converted from a unit of length (m) to a unit of weight (kg / m).

The waste content is calculated from the total amount of iron waste divided by the total iron requirement and multiplied by 100%, so that the waste content is 15.94%. In order to determine the waste costs, the material price and the working weight must be calculated by multiplying the total iron requirement by the unit price of iron, which is already included in the RAB, is 13,400 per 1 kg, so that the material price is Rp 2,090,998,176,00 The working weight is calculated by dividing the material price by the order value and multiplying by 100%, so that the working weight is 11.40%.

After the waste quantity value, the material price and the working weight have been determined, the calculation of the waste costs via waste quantity x working weight x total order value can be continued, so that waste costs amount to Rp 333,277,519.83.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perhitungan *Waste* Pekerjaan Pembesian Struktur Beton Pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

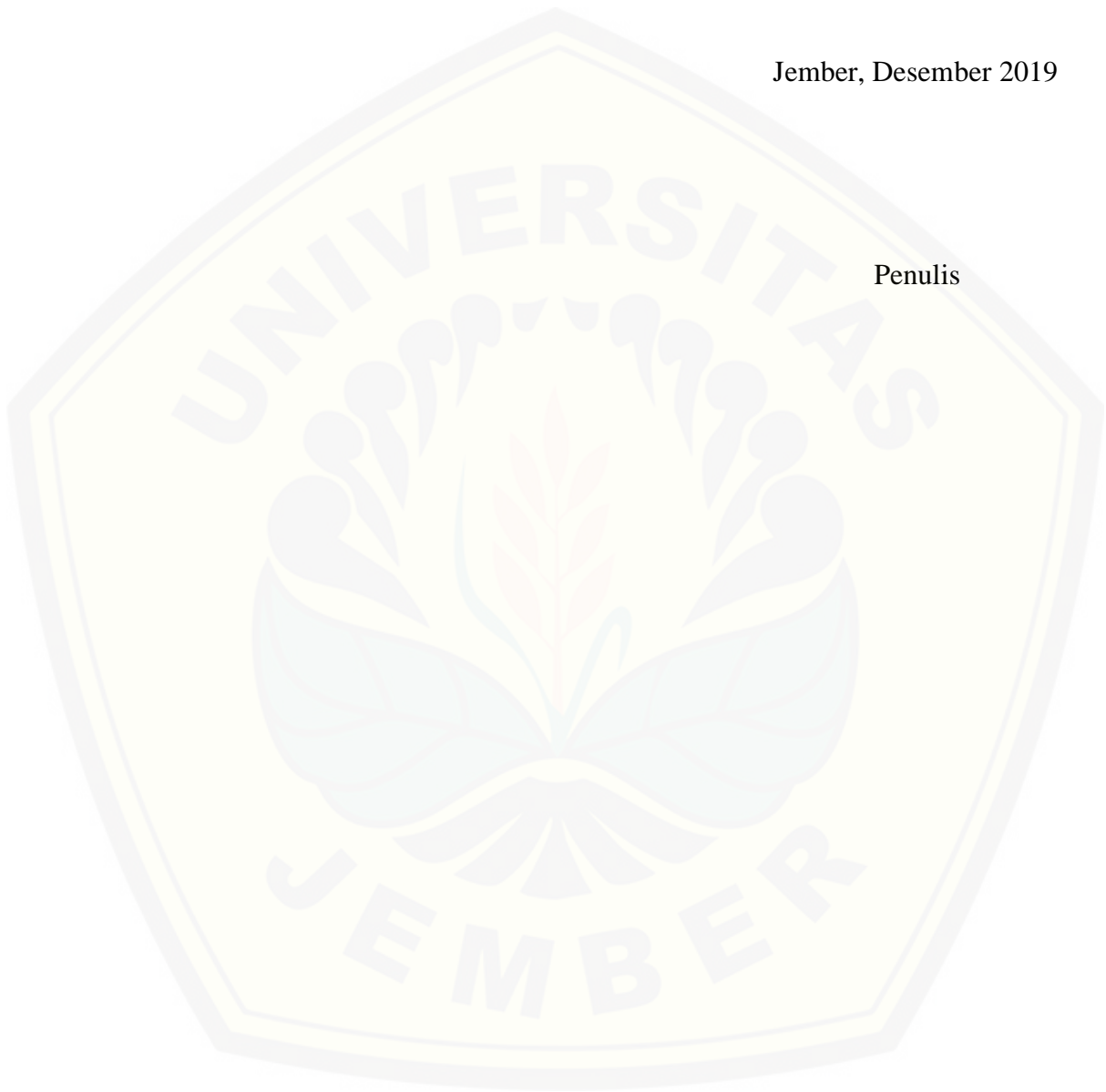
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan hidayah dan karunianya skripsi ini terselesaikan;
2. Ir. Hernu Suyoso M.T selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. Anita Trsiana S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Ririn Endah Badriani S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan skripsi ini;
4. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Kaprodi S1 selanjutnya yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif;
6. Willy Kriswardhana, S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu penulisan skripsi secara administratif;
7. Ibu Hartini dan Bapak purnadi yang telah memberikan dukungan moril dan materiil serta kasih sayang yang tak terhingga;
8. Teman-teman yang telah memberikan semangat dan dorongan untuk terselesainya skripsi ini;

9. Penulis juga menerima semua kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Desember 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK / <i>ABSTRACT</i> .....	viii
RINGKASAN / <i>SUMMARY</i> .....	x
PRAKATA.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Pengertian Proyek .....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Jenis Proyek Konstruksi .....	5
2.1.2 Tahapan Proyek Konstruksi.....	6
<b>2.2 Limbah .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Limbah Konstruksi .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Dampak Limbah Konstruksi.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Waste Cost.....</b>	<b>16</b>



2.5.1 <i>Waste Level</i> .....	16
<b>2.6 Besi Tulangan</b> .....	<b>17</b>
2.6.1 Macam dan Ukuran Tulangan Besi .....	17
<b>BAB III. METODOLOGI</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1 Jenis Peelitian</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3 Identifikasi Awal Proyek</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4 Jenis dan Sumber Data</b> .....	<b>21</b>
3.4.1 Jenis Data.....	21
3.4.2 Sumber Data .....	22
<b>3.5 Mengolah Data</b> .....	<b>22</b>
3.5.1 Penggolongan Data .....	22
3.5.2 Menganalisa Data .....	22
<b>3.6 Penyusunan Flow Chart</b> .....	<b>23</b>
<b>3.7 Matriks Penelitian</b> .....	<b>25</b>
<b>BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1 Pengumpulan Data Proyek</b> .....	<b>27</b>
4.1.1 Diskripsi Proyek .....	27
4.1.2 Analisa Jenis Kebutuhan Pembesian Proyek .....	28
<b>4.2 Analisa Kebutuhan Besi Dan Volume Waste Besi</b> .....	<b>54</b>
4.2.1 Perhitungan Kebutuhan Total Dan Vol.Waste Besi .....	54
<b>4.3 <i>Waste Level</i></b> .....	<b>55</b>
<b>4.4 <i>Waste Cost</i></b> .....	<b>54</b>
<b>BAB V. PENUTUP</b>	
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>56</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>56</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	<b>58</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Penyebab Dan Contoh Terjadinya Waste.....	14
2.2 Contoh Ukuran Besi Polos .....	18
2.3 Contoh Ukuran Besi Ulir.....	19
3.1 Matriks Penelitian .....	25
4.1 Berat Besi .....	28
4.2 Hasil Perhitungan <i>Waste</i> Tulangan Pondasi P1 .....	29
4.3 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan K1 Lantai Basement .....	30
4.4 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan K2 Lantai Basement .....	32
4.5 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan KP Lantai Basement .....	33
4.6 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan K2 Lantai 1 .....	33
4.7 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan K3 Lantai 1 .....	33
4.8 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan KP Lantai 1 .....	34
4.9 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan K2 Lantai 2 .....	34
4.10 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan K3 Lantai 2 .....	34
4.11 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan KP Lantai 2.....	34
4.12 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Pondasi Chimney.....	35
4.13 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Pondasi Borepile.....	36
4.14 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan S1 Basement .....	38
4.15 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan S2 Basement .....	40
4.16 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan S1 lantai 1 .....	41
4.17 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan S2 lantai 1 .....	44
4.18 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Tangga Type 1 .....	45
4.19 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Tangga & Ramp Type 1 .....	47
4.20 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Tangga Type 2 .....	48
4.21 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan ramp Type 1 .....	49
4.22 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Retaining Wall Potongan A-A.....	50
4.23 Hasil Perhitugan <i>Waste</i> Tulangan Retaining Wall Potongan BA .....	53
4.24 Hasil Perhitugan Kebutuhan Total Besi & Volume <i>Waste</i> Besi .....	54

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Besi Polos .....	18
2.2 Besi Ulir .....	19
3.1 Lokasi Penelitian .....	20
3.2 Rencana Tampak Depan.....	18
3.3 <i>Flow Chart</i> .....	24
4.1 Detail pondasi P1 .....	29
4.2 Detail K1 .....	30
4.3 Detail K2 .....	31
4.4 Detail KP .....	32
4.5 Detail Pondasi Chimmey.....	35
4.6 Detail Pondasi Borepile.....	36
4.7 Detail S1 Basement .....	37
4.8 Detail S2 Basement .....	39
4.9 Detail S1 Lantai 1.....	40
4.10 Detail S2 Lantai 1.....	43
4.11 Detail Tangga Type 1 .....	45
4.12 Detail Tangga & Ramp Type 1 .....	46
4.13 Detail Tangga Type 2 .....	47
4.14 Detail Ramp Type 1 .....	49
4.15 Retaining Wall Pot. A-A .....	50
4.16 Retaining Wall BA .....	53

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang penyumbang limbah terbesar nomer 2 se-dunia. Hal itu berdasarkan data dari kementerian lingkungan hidup pada tahun 2019. Salah satunya adalah limbah dari hasil pekerjaan proyek konstruksi yang pastinya menyisakan setiap material sisa pembangunan yang bersifat limbah anorganik.

Pada pekerjaan sebuah proyek konstruksi gedung, tidak akan dapat dihindari munculnya limbah material konstruksi atau biasa disebut dengan *construction waste*. Sisa material konstruksi disebut juga sebagai sesuatu yang bersifat berlebih dari yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan ataupun material konstruksi yang tersisa dan tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya.

Proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember ini merupakan salah satu proyek yang sedang dikerjakan di Universitas Jember. Bangunan ini terletak di double way Universitas Jember, tepatnya di depan Gedung Rektorat Universitas Jember. Bangunan ini terdiri dari 2 lantai. Bangunan ini difungsikan sebagai bangunan rumah ibadah. Proyek tersebut mulai dikerjakan pada 2 oktober 2019 dan ditargetkan akan selesai pada 31 desember 2019 oleh CV. INDRA PRATAMA KONSULTAN sebagai konsultan perencana proyek. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui limbah pembesian pekerjaan struktur beton yang dihasilkan dari proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember, sehingga akan diketahui jumlah limbah pembesian yang dihasilkan dari pekerjaan struktur beton pada pembangunan proyek Gedung Masjid Tegal Boto Universitas Jember.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Berapakah *waste* pembesian pekerjaan struktur beton yang ada di proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember?
2. Berapakah biaya akibat *waste* pembesian pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghitung *waste* pembesian pekerjaan struktur beton yang ada di proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember
2. Menghitung biaya akibat *waste* pembesian pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember?

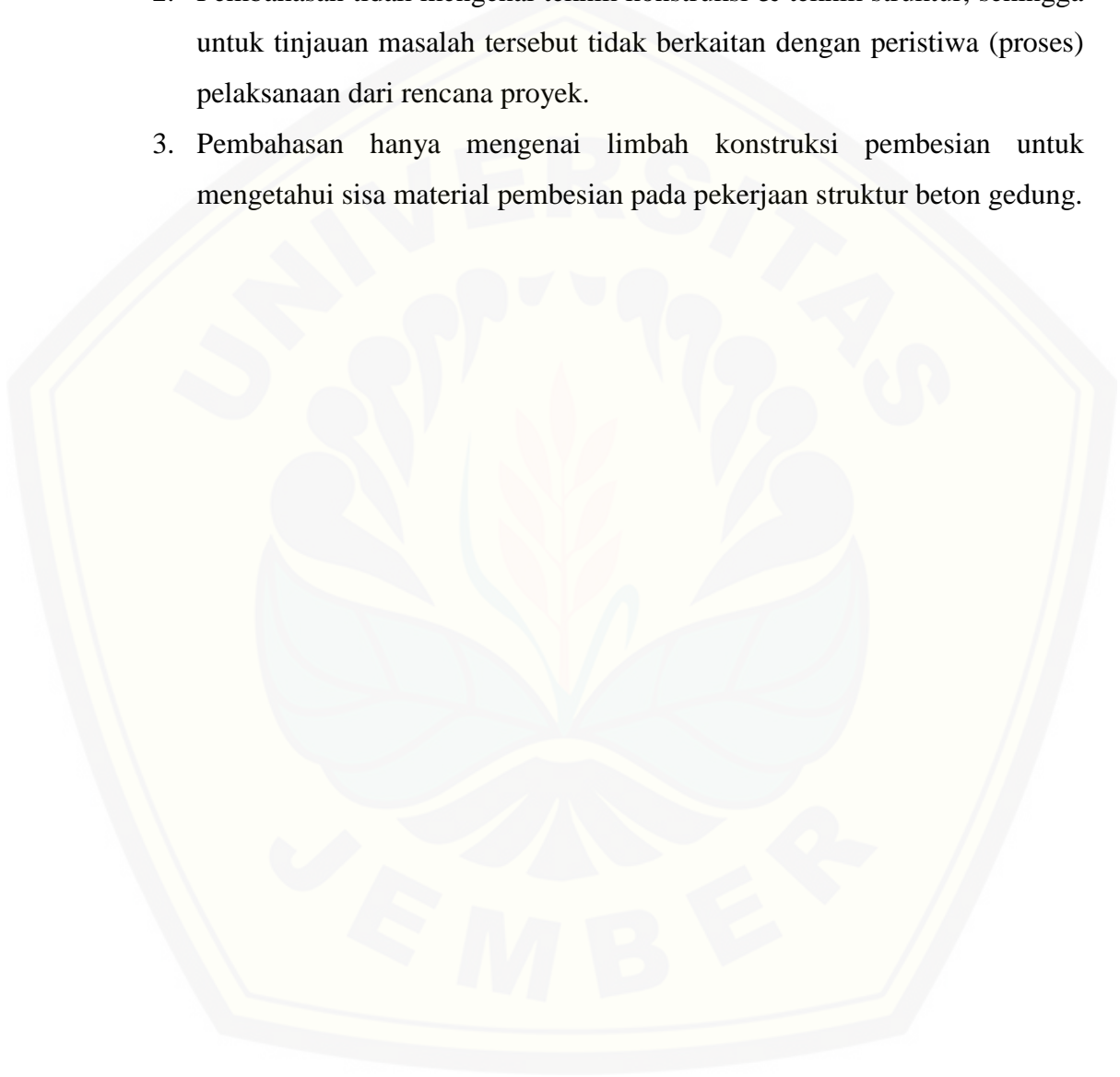
## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut:

2. Dapat dijadikan wacana untuk mengetahui meminimalisir limbah hasil konstruksi & pemborosan pemilihan material pada proyek.
3. Dapat digunakan untuk mengendalikan hasil limbah konstruksi dan penanganan kelanjutan dari limbah konstruksi serta sebagai masukan pengelola proyek untuk memperhatikan pengelolaan limbah dan efisiensi pemborosan material proyek.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Data penelitian berdasarkan data dari konsultan perencana proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember
2. Pembahasan tidak mengenai teknik konstruksi & teknik struktur, sehingga untuk tinjauan masalah tersebut tidak berkaitan dengan peristiwa (proses) pelaksanaan dari rencana proyek.
3. Pembahasan hanya mengenai limbah konstruksi pembesian untuk mengetahui sisa material pembesian pada pekerjaan struktur beton gedung.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Proyek

Proyek adalah suatu rangkaian pekerjaan yang diadakan dalam selang waktu tertentu & mempunyai tujuan khusus. yang membedakan proyek dengan pekerjaan lain adalah sifatnya yang khusus dan tidak bersifat rutin pengadaannya, sehingga pengelolaannya pun memerlukan ekstra lebih banyak. Semua proyek selalu mengandung resiko relatif besar berkaitan dengan manajemen yang diterapkan untuk proyek itu.

Menurut D.I Cleland dan W.R. King (1987), proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu. Kegiatan atau tugas yang dilaksanakan pada proyek berupa pembangunan/perbaikan sarana fasilitas (gedung, jalan, jembatan, bendungan dan sebagainya) atau bisa juga berupa kegiatan penelitian, pengembangan. Dari pengertian di atas, maka proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan waktu akhir, sumber daya terbatas/tertentu dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Pengertian proyek dalam pembahasan ini bidatasi dalam arti proyek konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan bidang konstruksi (pembangunan). Dari pengertian dan batasan di atas, maka dapat dijabarkan beberapa karakteristik proyek sebagai berikut.

1. Waktu proyek terbatas, artinya jangka waktu, waktu mulai (awal proyek dan waktu finish (akhir proyek) sudah tertentu.
2. Hasilnya tidak berulang, artinya produk suatu proyek hanya sekali, bukan produk rutin/berulang (Pabrikasi).

3. Mempunyai tahapan kegiatan-kegiatan berbeda-beda, dengan pola di awal sedikit, berkembang makin banyak, menurun dan berhenti.
4. Intensitas kegiatan-kegiatan (tahapan, perencanaan, tahapan perancangan dan pelaksanaan).
5. Banyak ragam kegiatan dan memerlukan klasifikasi tenaga beragam pula.
6. Lahan/lokasi proyek tertentu, artinya luasan dan tempat proyek sudah ditetapkan, tidak dapat sembarang tempat.
7. Spesifikasi proyek tertentu, artinya persyaratan yang berkaitan dengan bahan, alat, tenaga dan metoda pelaksanaannya yang sudah ditetapkan dan harus memenuhi prosedur persyaratan tersebut.

## **2.1.1 Jenis Proyek Konstruksi**

Proyek konstruksi berkembang sejalan dengan perkembangan kehidupan manusia dan kemajuan teknologi. Bidang-bidang kehidupan manusia yang makin beragam menuntut industri jasa konstruksi, membangun proyek-proyek konstruksi sesuai dengan keragaman bidang tersebut. Proyek konstruksi untuk bangunan pabrik tentu berbeda dengan bangunan gedung untuk sekolah. Proyek konstruksi bendungan, terowongan, jalan, jembatan dan proyek teknik sipil lainnya membutuhkan spesifikasi, keahlian dan teknologi tertentu, yang tentu berbeda dengan proyek perumahan/pemukiman (Real Estate). Memang agak sulit mengkategorikan jenis-jenis proyek dalam kategori-kategori /jenis yang rinci dan tegas, namun secara umum (garis besar) klasifikasi/jenis proyek konstruksi dapat dibagi menjadi.

### **1. Proyek konstruksi bangunan gedung (Building Construction)**

Proyek konstruksi bangunan gedung mencakup bangunan gedung perkantoran, sekolah, pertokoan, rumah sakit, rumah tinggal dan sebagainya. Dari segi biaya dan teknologi terdiri dari yang berskala rendah, menengah, dan tinggi. Biasanya



perencanaan untuk proyek bangunan gedung lebih lengkap dan detail. Untuk proyek-proyek pemerintah (di Indonesia) proyek bangunan gedung ini dibawah pengawasan/pengelolaan Dinas PU sub Dinas Cipta Karya.

## 2. Proyek bangunan perumahan/pemukiman (Residential Contruction/Real Estate)

Di sini proyek pembangunan perumahan/pemukiman (real estate) dibedakan dengan proyek bangunan gedung secara rinci yang didasarkan pada klase pembangunannya serempak dengan penyerahan prasarana-prasarana penunjangnya, jadi memerlukan perencanaan infrastruktur dari perumahan tersebut (jaringan transfusi, jaringan air, dan fasilitas lainnya). Proyek pembangunan pemukiman ini dari rumah yang sangat sederhana sampai rumah mewah, dan rumah susun. Di Indonesia pengawasan di bawah Sub Dinas Cipta Karya.

## 3. Proyek konstruksi teknik sipil/proyek

Konstruksi rekayasa berat (Heavy Engineering Construction) umumnya proyek yang masuk jenis ini adalah proyek-proyek yang bersifat infrastruktur seperti proyek bendungan, proyek jalan raya, jembatan, terowongan, jalan kereta api, pelabuhan, dan lain-lain. Jenis proyek ini umumnya berskala besar dan membutuhkan teknologi tinggi.

## 4. Proyek konstruksi industri (Industrial Construction)

Proyek konstruksi yang termasuk dalam jenis ini biasanya proyek industri yang membutuhkan spesifikasi dan persyaratan khusus seperti untuk kilang minyak, industri berat/industri dasar, pertambangan, nuklir dan sebagainya. Perencanaan dan pelaksanaannya membutuhkan ketelitian dan keahlian/ teknologi yang spesifik.

### **2.1.2 Tahapan Proyek Konstruksi**

Secara garis besar tahapan proyek konstruksi dapat dibagi menjadi:

1. tahap perencanaan (planning).
2. tahap perancangan (design).

3. tahap pengadaan/pelelangan.
4. tahap pelaksanaan (construction).

Masing-masing tahap proyek di atas dibagi lagi dalam beberapa kegiatan yang lebih detail.

## **1. Tahapan Perencanaan (Planning)**

Merupakan penetapan garis-garis besar rencana proyek, mencakup: recruitment konsultan (MK, perencana) untuk menterjemahkan kebutuhan pemilik, pembuatan TOR, survey, feasibility studies studi kelayakan proyek, pemilihan design, schematic design, program dan budget, financing. Disini merupakan tahap pengelolaan (briefing), studi, evaluasi dan program yang mencakup hal-hal teknis ekonomis, lingkungan, dll.

Hasil dari tahap ini adalah:

- laporan survey
- studi kelayakan
- program dan budget
- TOR (Term Of Reference)
- master plan

## **2. Tahap Perancangan (Design)**

Tahap Perancangan terdiri dari:

### **a. Prelimenary Design (Pra Rancangan)**

yang mencakup kriteria desain, skematik desain, proses diagram blok plan, rencana tapak, potongan,denah, gambar situasi/site plan tata ruang, estimasi cost (kerja global).

### **b. Design Development (Pengembangan Rancangan)**

Merupakan tahap pengembangan dari pra rancangan yang sudah dibuat dan perhitungan-perhitungan yang lebih detail, mencakup:

- 1) perhitungan-perhitungan detail (struktural maupun non struktural) secara terperinci.
  - 2) gambar-gambar detail (gambar arsitektur, elektrik, struktur, mekanik, dsb.)
  - 3) outline specification (garis besar)
  - 4) estimasi cost untuk konstruksi secara terperinci.
- c. Disain akhir dan penyiapan dokumen pelaksanaan (final design & construction document) merupakan tahap akhir dari perencanaan dan persiapan untuk tahap pelelangan, mencakup:
- 1) gambar-gambar detail, untuk seluruh bagian pekerjaan.
  - 2) detail spesifikasi.
  - 3) bill of quantity (daftar volume).
  - 4) estimasi biaya konstruksi (secara terperinci).
  - 5) syarat-syarat umum administrasi dan peraturan umum (dokumen lelang).

### **3. Tahap Pengadaan/Pelelangan**

Pengadaan/pelelangan dilakukan untuk:

- a. pengadaan konsultan:
  - 1) Konsultan Perencanaan/MK setelah gagasan awal/TOR ada.
  - 2) Konsultan pengawas/supervisi setelah dokumen lelang ada.
- b. Pengadaan kontraktor setelah dokumen lelang ada

## 4. Tahap pelaksanaan (construction)

Merupakan pelaksanaan pembangunan konstruksi fisik yang telah dirancang pada tahap design. Pada tahap ini, setelah kontrak ditandatangani, SPK dikeluarkan, maka pekerjaan pelaksanaan dilakukan. Pekerjaan pelaksanaan mencakup.

- a. rencana kerja (time schedule)
- b. pembagian waktu secara terperinci
- c. rencana lapangan (site plan/instalation) rencana peletakan bahan, alat dan bangunan bangunan pembantu lainnya.
- d. organisasi lapangan
- e. pengadaan bahan/material
- f. pengadaan dan mobilisasi alat
- g. pengadaan dan mobilisasi tenaga
- h. pek. persiapan dan pengukuran (stake out)

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi untuk gedung berbeda dengan pekerjaan konstruksi jalan atau konstruksi bendungan, pelabuhan, dsb. Pada pekerjaan konstruksi 4 target yang harus dicapai kontraktor:

- a. selesai dengan mutu/kualitas paling tidak sama dengan yang ditentukan dalam spec/perencanaan.
- b. selesai dengan waktu  $\leq$  waktu perencanaan
- c. selesai dengan biaya  $\leq$  biaya yang direncanakan
- d. selesai dengan tidak menimbulkan dampak lingkungan (sosial, fisik, dan administratif)
- e. pemeriksaan lab/testing

- f. penyerahan pertama
- g. masa pemeliharaan
- h. penyerahan kedua

## 2.2 Limbah

Pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di lapangan sering terjadi sisa material yang cukup besar, sehingga upaya untuk meminimalisi sisa material penting untuk diterapkan. Material yang digunakan dalam pelaksanaan 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 kali, besi tulangan, dan lain-lain.
2. *Non-consumable material*, merupakan material penunjang dalam proses konstruksi, dan bukan merupakan bagian fisik dari bangunan setelah bangunan tersebut selesai, misalnya: perancah, bekisting, dinding penahan sementara, dan lain-lain.

## 2.3 Limbah Konstruksi

Beberapa studi memiliki definisi berbeda tentang limbah konstruksi tergantung pada jenis konstruksi dan praktek di mana sampling dilakukan. Menurut Khairulzan Yahya, & A. Halim Boussabaine (2004), limbah material konstruksi mengacu pada bahan-bahan dari lokasi konstruksi yang tidak dapat digunakan untuk tujuan konstruksi dan harus dibuang karena alasan apapun. Limbah konstruksi didefinisikan sebagai sesuatu bahan yang tidak digunakan dan merupakan hasil dari proses konstruksi yang berjumlah besar sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar.

Bahan tersebut bisa berupa batu, beton, batu bara, atap, instalasi listrik dan lain sebagainya. Limbah material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (construction and demolition). Seperti yang disampaikan pula oleh Firmawan (2006) bahwa indikator yang paling berpengaruh terhadap penyebab terjadinya penyimpangan biaya material adalah proses pembelian, selain pengangkutan, penyimpanan ataupun dalam proses penggunaan material.

Oyeshola Femi Kofoworola dan Shabbir H. Gheewala (2008) menyatakan bahwa limbah pembangunan dan pembongkaran adalah limbah yang dihasilkan selama proses konstruksi, renovasi dan pembongkaran bangunan. Limbah konstruksi umumnya mengacu pada limbah yang dihasilkan dari konstruksi, renovasi, pembongkaran, pengembangan real estate, pembangunan infrastruktur, pengerjaan tanah dan pembersihan lahan (US EPA 1998, Tang, Soon & Larsen 2003). Fatta et al, (2003) menyatakan bahwa limbah konstruksi dihasilkan dari berbagai kegiatan seperti membersihkan lokasi proyek dan pembangunan infrastruktur.

HH Lau & A.Whyte 2007 mengatakan bahwa industri konstruksi telah dianggap sebagai salah satu kontributor utama dari dampak negatif terhadap lingkungan, karena tingginya jumlah limbah yang dihasilkan dari konstruksi, renovasi, pembongkaran dan kegiatan yang terkait dengan konstruksi. Gavilan dan Bernold (1994) dan Craven et al. (1994) menjelaskan bahwa penyebab utama adanya limbah, antara lain; kesalahan dalam dokumen kontrak, perubahan desain, kesalahan pemesanan, kecelakaan, kurangnya mengontrol lokasi proyek, kurangnya manajemen limbah, kerusakan selama pengangkutan dan pemotongan bahan. Koskela (1992), Alarcon (1993), Serpell dkk. (1995) dan Ishiwata (1997) mendefinisikan limbah konstruksi dihubungkan dengan penundaan waktu, biaya kualitas, kurangnya keamanan, pengerjaan ulang, perjalanan transportasi yang tidak perlu, jarak jauh, pilihan manajemen yang tidak tepat, metode atau peralatan dan konstruksi gedung.

Menurut EPD, 1992; Poon, dkk (2011) bahwa Sumber utama adanya limbah konstruksi adalah material, penggalian, limbah pembongkaran, pembersihan lokasi proyek dan limbah renovasi. Sedangkan menurut Bossink and browsers (1996) limbah konstruksi tersebut timbul karena adanya perbedaan antara ukuran bahan yang dibeli dengan ukuran bahan yang dibutuhkan, ketidakcakapan kontraktor dan pengetahuan yang kurang dalam pelaksanaan pekerjaan sehingga mempengaruhi metode kerja yang digunakan.

Sumber limbah konstruksi bisa dalam bentuk padat, cair, gas, atau kombinasi dari semua bentuk tersebut. Komponen dari limbah konstruksi yang dihasilkan dari lokasi konstruksi termasuk kayu, beton, logam, batu bata, atap dan lain-lain (US EPA 1998, Tang & Larsen 2004). HH Lau & A.Whyte (2007) menyatakan bahwa limbah konstruksi terdiri dari: beton, kayu, logam, bata, dinding, atap, bahan kemasan, plastik, kardus, kertas, dan lainnya. Sedangkan Wang, JY et al, (2008.) mengatakan bahwa kegiatan konstruksi yang menghasilkan berbagai jenis limbah konstruksi, termasuk tanah, lumpur (kelebihan bahan dan meninggalkan bahan), baja dan kayu.

Dilihat dari komposisinya, European Catalogue of Waste (Directive 75/442/CEE dan 94/904/CE) mengklasifikasikan pembangunan dan pembongkaran limbah menjadi delapan kelompok:

1. Campuran beton, batu bata, ubin dan keramik.
2. Kayu, kaca dan plastik.
3. Campuran beraspal, tar makadam dan produk tar lainnya.
4. Logam (termasuk paduan logam).
5. Tanah (termasuk yang digali dari daerah yang terkontaminasi), batu dan penggalian tanah,
6. Bahan insulation dan bahan konstruksi yang mengandung asbestos,

7. Gypsum berbasis material,
8. Campuran bahan pembangunan dan pembongkaran. Limbah pembangunan dan pembongkaran biasanya meliputi limbah organik, seperti sisa makanan dan bungkus yang dibuang di lokasi tersebut oleh pekerja konstruksi.

Sedangkan Berdasarkan Nabil Kartam dkk (2004), material dari limbah konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa kelompok seperti yang dijelaskan di bawah ini:

1. Material galian baik yang terkontaminasi atau tidak terkontaminasi
2. Puing-puing konstruksi jalan
3. Limbah konstruksi bangunan, yang mencakup semua bahan dari konstruksi bangunan, renovasi atau pembongkaran (termasuk beton, kayu, plastik, kertas, logam
4. Produksi bahan bangunan, misalnya, semen, beton jadi, baja, kayu, jendela, pintu dll.



**Tabel 2.1 penyebab dan contoh terjadinya waste**

Penyebab Waste Material	Contoh
Kurangnya kualitas sistem manajemen yang bertujuan meminimalisasi <i>waste</i>	Kurangnya <i>waste management Plan</i>
Lalai di lokasi proyek	<i>Waste material</i> tidak dipisahkan dengan material yang masih
Penanganan material yang buruk	Pecah, rusak, dan hilang
Perlindungan yang kurang terhadap pekerjaan yang sudah selesai	Tangga beton yang telah selesai tidak dilindungi dengan papan
Keterbatasan pengamatan di proyek dalam hal kerusakan material	Kurangnya penerangan pada gudang
Gudang yang tidak Memadai	Pallet tidak digunakan untuk melindungi semen dari kontaminasi air tanah
Pekerja yang kurang Handal	Pekerja yang kurang handal menangani
Pengelolaan <i>waste</i> dengan metode konvensional	Bekisting kayu
Pemesanan material yang Berlebihan	Pemesanan beton yang berlebihan menyebabkan <i>waste</i>
Metode pengangkutan Material	Kurang perlindungan
Kurangnya perhatian untuk data waktu dan metode penerimaan material	Kurang data mengenai penerimaan material

Pekerjaan	Material yang Dibutuhkan	Penyebab Material Waste
Bekisting	Kayu	Salah potong Pembuatan bekisting
Pemasangan tulangan	Besi	Salah potong Kecerobohan pekerja Sisa di truk
Pengecoran	Beton	Slump test Sisa buangan Sisa pemotongan
Dinding batu bata	Batu bata	Kerusakan dalam penyimpanan Salah penanganan Kecerobohan pekerja
Acian	Beton	Kelebihan campuran Kerusakan ketika pemasangan
Plesteran dinding	Plester	Jatuh karena kecerobohan pekerja dalam membawa jatuh karena penempatan yang tidak sesuai Kerusakan ketika pemasangan Kelebihan campuran Rusak karena kecerobohan pekerja pada saat ke tempat penyimpanan
pemasangan keramik lantai dan dinding	Keramik	Rusak karena salah taruh Rusak pada saat dibawa ke lokasi proyek Salah potong Salah pasang

Sumber: Wiguna,P.A ( 2009 )

## 2.4 Dampak Limbah Konstruksi

Limbah konstruksi mungkin dianggap bahan tidak berbahaya dan tidak menyebabkan banyak masalah, namun faktanya, hal tersebut mempunyai dampak yang signifikan terhadap lingkungan yang disebabkan oleh proses pembangunan dan pembongkaran sebuah konstruksi.

Berdasarkan Townsen dan Kibert (1998), limbah pembangunan dan pembongkaran umumnya terdiri dari material inert yang tidak dapat menyaring secara alami ke dalam air tanah. Berbagai regulasi telah dihasilkan dalam hal pembuangan dan pemantauan dampak lingkungan termasuk didalamnya pencemaran air tanah. Dampak terhadap kualitas air tanah secara umum dapat diklasifikasikan dalam dua jenis. Jenis pertama adalah dari kontaminasi dengan bahan kimia berbahaya, terutama senyawa organik atau logam berat. Zat kimia ini diyakini merupakan hasil dari sejumlah bahan kimia berbahaya baik diterapkan pada bahan bangunan, atau pembuangan bahan kimia dalam aliran limbah pembangunan dan pembongkaran. Jenis

kedua adalah hasil kontaminasi dari jumlah yang lebih besar dari bahan kimia yang tidak beracun yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas air tanah. Zat kimia tersebut seperti klorida, natrium, sulfat dan amoniak yang dihasilkan dari penyaringan bahan utama limbah pembangunan dan pembangunan.

## 2.5 Waste cost

Pengelolaan limbah lebih lanjut akan menghemat pengeluaran, menaikkan pendapatan dan juga mengurangi waste. Banyak kontraktor tidak menyadari bahwa sebenarnya dari material waste (The true cost of material waste) (Branz,2002 dalam Gatu, 2011) adalah :

Metode pendekatan *waste cost* bisa dilakukan bila dalam proyek tidak ada management waste plan, yaitu dengan rumus :

$$\text{Waste Cost} = \text{waste Level} \times \% \text{ Bobot Pekerjaan} \times \text{Total Nilai Kontrak} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan: % Bobot Pekerjaan = Jumlah harga material

### 2.5.1 Waste Level

Waste level ini dihitung untuk mengetahui volume waste dari masing- masing item material yang di teliti. Waste level ini dihitung menggunakan metode pendekatan dengan rumus umum :

$$\text{Waste Level} = \frac{\text{Vol.Waste}}{\text{Vol.kebutuhan material}} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

Vol. waste = vol. material terpakai – Vol. material terpasang

Vol. kebutuhan material = vol. kebutuhan material yang ditinjau

## 2.6 Besi Tulangan

Besi tulangan merupakan material yang sangat penting dalam pekerjaan beton bertulang. Hal ini dikarenakan besi tulangan merupakan material inti yang berperan sebagai kekuatan penahan gaya tarik dalam pekerjaan beton bertulang. Besi tulangan yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat PBI 1971:

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

Penggunaan besi tulangan harus bersertifikasi dari pihak pabrik yang menyatakan bahwa kekuatan besi tersebut sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Besi tulangan disuplai dari satu sumber dan tidak dibenarkan untuk mencampurkan bermacam-macam jenis besi, jika terjadi pencampuran maka perlu dilakukan uji coba kekuatannya.

### 2.6.1 Macam dan ukuran tulangan atau besi

Besi tulangan ini tersedia dalam beberapa diameter, tetapi karena ketentuan SNI hanya memperkenankan pemakaiannya untuk sengkang dan tulangan spiral, maka pemakaiannya terbatas. Saat ini besi tulangan polos yang mudah dijumpai adalah hingga diameter 16 mm, dengan panjang 12 m. Berikut adalah macam gambar dan ukuran tulangan pada beton. gambar 2.1 besi polos, gambar 2.2 besi ulir (*deform*) dan table 2.2 untuk tulangan polos, 2.3 untuk tulangan ulir.

Berikut adalah contoh gambar besi polos :



Gambar 2.1 Besi Polos

Berikut adalah contoh tabel ukuran besi polos :

Tabel 2.2 Besi Polos

Diameter ( mm )	Berat ( kg / m)	Luas penampang ( cm <sup>2</sup> )
6	0,222	0,28
8	0,395	0,50
10	0,617	0,79
12	0,888	1,13
16	1,578	2,01

Berikut adalah contoh gambar besi ulir (Deform) :



gambar 2.2 Besi Ulir ( *deform* )

Berikut adalah contoh tabel ukuran besi ulir Deform :

Tabel 2.3 Besi Ulir (Deform )

Diameter ( mm )	Berat ( kg / m )	Keliling ( cm )	Luas penampang ( cm <sup>2</sup> )
10	0,617	3,14	0,785
13	1,04	4,08	1,33
16	1,58	5,02	2,01
19	2,23	5,96	2,84
22	2,98	6,91	3,80
25	3,85	7,85	4,91
32	6,31	10,05	8,04
36	7,99	11,30	10,20
40	9,87	12,56	12,60

Berdasarkan SNI, baja tulangan ulir lebih diutamakan pemakaiannya untuk batang tulangan struktur beton. Hal ini dimaksudkan agar struktur beton bertulang tersebut memiliki keandalan terhadap efek gempa, karena akan terdapat ikatan yang lebih baik antara beton dan tulangnya.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian data. Metode studi data merupakan dimana peneliti melakukan eksplorasi secara mendalam terhadap data yang di dapatkan. Suatu kasus terikat oleh waktu dan aktifitas dan peneliti melakukan pengumpulan data secara mendetail terhadap data yang didapatkan dari salah satu pihak terkait proyek pembangunan Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember.

#### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

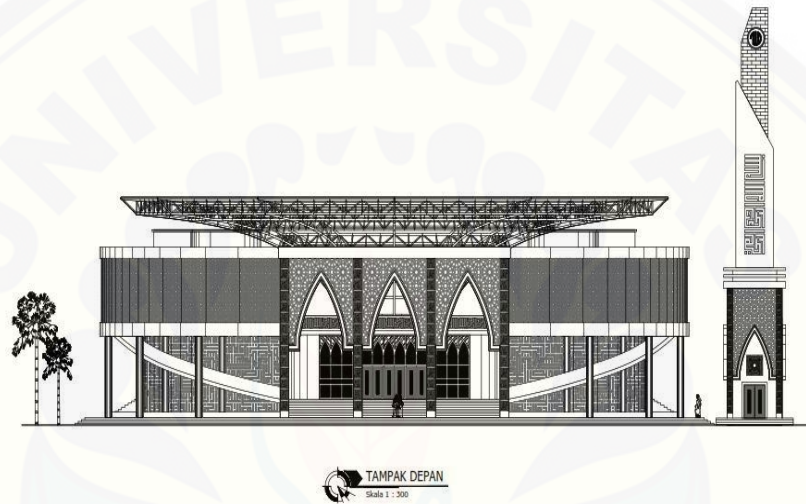
Lokasi penelitian yang digunakan yaitu pada proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember ini bertempat di double way Universitas Jember tepatnya di depan Gedung Rektorat Universitas Jember. Waktu penelitian mulai dilakukan pada bulan September 2019 dan berakhir pada bulan Januari 2020.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

### 3.3 Identifikasi Awal Proyek

Proyek pembangunan Masjid ini merupakan salah satu proyek pembangunan di Universitas Jember. Bangunan ini terletak di double way Universitas Jember tepatnya di depan gedung rektorat Universitas Jember. Gedung masjid ini terdiri dari 2 lantai. Gedung Masjid ini difungsikan sebagai rumah ibadah. Tampak depan rencana bangunan gedung Masjid akan seperti pada gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Gambar Rencana Tampak Depan

### 3.4 Jenis dan Sumber Data

#### 3.4.1 Jenis Data

Data dan informasi dapat diperoleh dari sumber data sekunder konsultan perencana yaitu CV. INDRA PRATAMA KONSULTAN yang diminta kepada pihak perencanaan di Gedung Rektorat Universitas Jember berupa data perencanaan struktur.

Data sekunder merupakan data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. Data sekunder diperoleh dari Biro Statistik, dokumen perusahaan atau organisasi, surat kabar, majalah, ataupun publikasi lainnya. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara Rancangan Anggaran Biaya Gedung, *bill of quantity (BOQ)*, DEDC, serta literatur dan aplikasi pendukung.



## 3.4.2 Sumber Data

Data penelitian pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember ini didapatkan dari pihak perencanaan di Gedung Rektorat Universitas Jember.

## 3.5 Mengolah Data

Data yang diperoleh selanjutnya diolah berdasarkan tujuan awal penulisan proposal ini. Pengolahan data yang dilakukan berdasarkan dari studi literature yang berkaitan dengan penelitian ini, sehingga bisa dijadikan landasan teori yang jelas dan sesuai dengan data yang diperoleh dari pihak perencana yang bertempat di Gedung Rektorat Universitas Jember

### 3.5.1 Penggolongan data

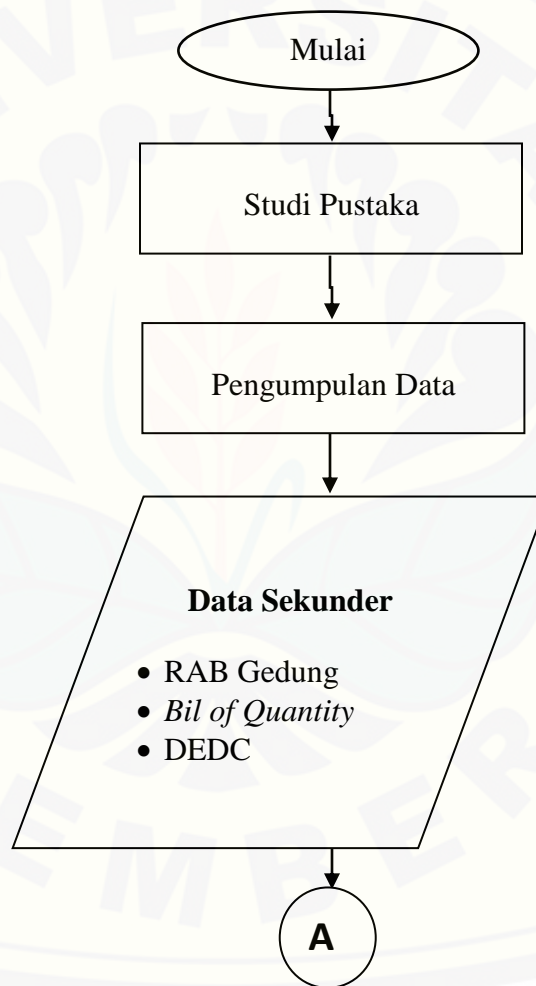
Mengidentifikasi material dari data RAB, BQ dan DEDC proyek untuk mendapatkan nilai proyek yang tidak sinkron. Data dari ketiga aspek diinput untuk dijadikan acuan dalam menganalisa data.

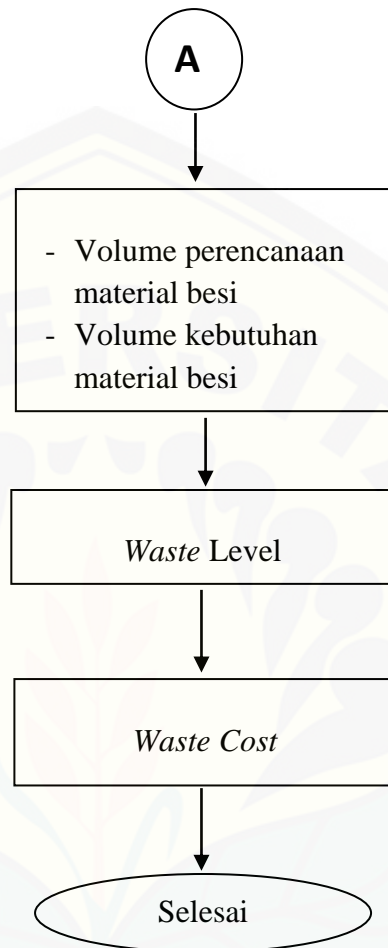
### 3.5.2 Menganalisa Data

Analisa data dilakukan dengan menghitung volume material besi dari gambar yang di dapatkan dari pihak perencana dengan analisa harga satuan di wilayah Jember sehingga dapat mengetahui *waste* pembesian & *waste* cost akibat pekerjaan struktur beton.

## 3.6 Penyusunan Flow Chart

Untuk melakukan penyusunan diagram network terlebih dahulu harus mengetahui langkah-langkah yang diambil dapat dilihat pada diagram alir penelitian (*flow chart*) Gambar 3.3.





Flow Chart selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.3

## 3.7 Matriks Penelitian

Matriks penelitian bisa dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Matriks Penelitian

Latar Belakang	Rumusan Masalah	Batasan Masalah	Sumber	Metode
<p>Indonesia merupakan negara berkembang penyumbang limbah terbesar nomer 2 se-dunia. Hal itu berdasarkan data dari kementerian lingkungan hidup pada tahun 2019.</p> <p>Pada pekerjaan sebuah proyek konstruksi gedung, tidak akan dapat dihindari munculnya limbah material konstruksi atau biasa disebut dengan construction waste. Sisa material konstruksi disebut juga sebagai sesuatu yang bersifat berlebih dari</p>	<p>1. Berapakah waste pembesian pekerjaan struktur beton yang ada di proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember?</p> <p>2. Berapakah biaya akibat waste pembesian pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Gedung Masjid</p>	<p>1. Data penelitian berdasarkan data dari konsultan perencana proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember</p> <p>2. Pembahasan tidak mengenai teknik konstruksi &amp; teknik struktur, sehingga untuk tinjauan masalah tersebut tidak</p>	<p>Data konsultan perencana CV. INDRA PRATAMA KONSULTAN yang diminta kepada bagian perencanaan di Gedung Rektorat Universitas Jember</p>	<p>Penelitian ini menggunakan metode analisa yaitu menganalisa <i>volume waste</i> dan <i>waste cost</i>. Untuk material dengan <i>waste cost</i> terbesar akan dirumuskan rekomendasi penanganan sesuai <i>waste hierarchy</i>.</p>

<p>yang disyaratkan baik itu berupa hasil pekerjaan ataupun material konstruksi yang tersisa dan tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya.</p> <p>Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui limbah pembesian pekerjaan struktur beton yang dihasilkan dari proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember, sehingga akan diketahui jumlah limbah pembesian yang dihasilkan dari pekerjaan struktur beton pada pembangunan proyek Gedung Masjid Tegal Boto Universitas Jember.</p>	<p>Kampus Tegal Boto Universitas Jember?</p>	<p>berkaitan dengan peristiwa (proses) pelaksanaan dari rencana proyek.</p> <p>3. Pembahasan hanya mengenai limbah konstruksi pembesian untuk mengetahui sisa material pembesian pada pekerjaan struktur beton.</p>		
---	--	---	--	--

## BAB 5

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan sisa material (*waste*) pembesian pada Proyek Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember diketahui bahwa:

1. Waste pembesian untuk pekerjaan struktur bangunan ini meliputi untuk tulangan  $\varnothing 6$  mm sebanyak 26,25 kg, tulangan  $\varnothing 8$  mm sebanyak 891,14 kg, tulangan  $\varnothing 10$  mm sebanyak 663,49 kg, tulangan  $\varnothing 12$  mm sebanyak 4619,60 kg, tulangan D13 mm sebanyak 2277,08 kg, tulangan D16 mm 11621,96 kg dan tulangan D19 mm sebanyak 4433,63 kg dan di dapatkan jumlah nilai vol.waste total sebanyak 24871,46 kg.
2. Biaya akibat *waste* pembesian pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Gedung Masjid Kampus Tegal Boto Universitas Jember di dapatkan senilai Rp 333.277.519,83 dengan nilai waste level sebesar 15,94%.

#### 5.2 Saran

Untuk menindak lanjuti penelitian ini maka diperlukan pengembangan lebih lanjut mengenai tema maupun metode penelitian. Penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya akan lebih mudah jika disertai data gambar dengan format dari aplikasi autoCAD.
2. Untuk peneliti selanjutnya akan lebih mudah jika peneliti bisa menggunakan atau menggunakan aplikasi konstruksi tertentu seperti Revit BIM dll.

**DAFTAR PUSTAKA**

Branz. 2002. Easy Guide to Reducing Constrution Waste. New Zealand.

Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cita Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga listrik, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.

Gavilan, R. M., and Bernold, L. E., *Source Evaluation of Solid Waste in Building Construction, Journal of Construction Engineering and Management*, September 1994. pp. 536 – 552

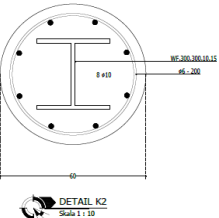
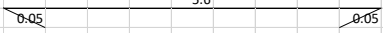
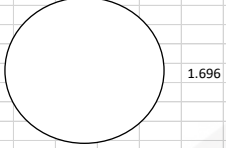
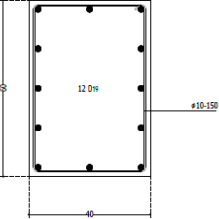
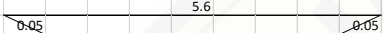
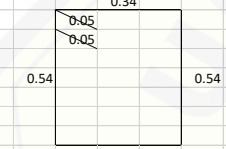
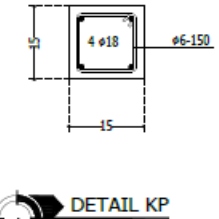

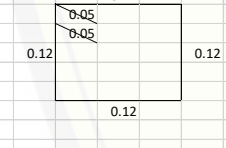
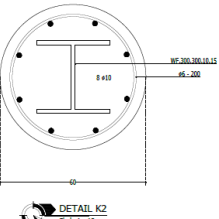
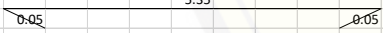
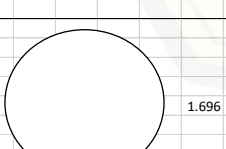
Kusuma, V.A.2010. Evaluasi Sisa Material Pada Proyek Gedung Pendidikan Dan Laboraturium 8 Lantai Fakultas Kedokteran UNS Tahap 1.Surakarta:Universitas Sebelas Maret.

Poon, C. S., Yu, A. T. W, Wong, S. W., Cheung , Esther. 2004. Management of Construction Waste in Public Housing Projects in Hongkong.

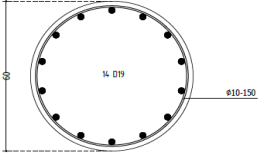
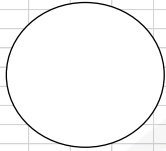
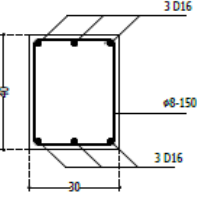
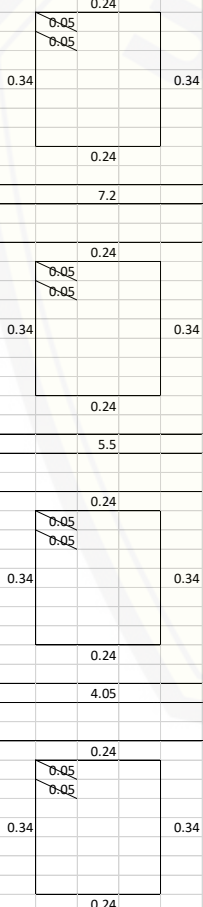
Wiguna, P. A.2009. IDENTIFIKASI MATERIAL WASTE PADA PROYEK KONSTRUKSI (Studi Kasus Ruko San Diego Pakuwon City Surabaya).Surabaya:Institut Teknologi Surabaya.



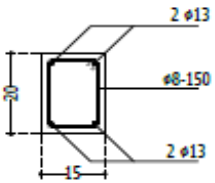
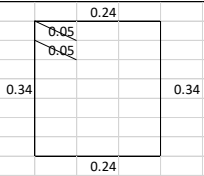

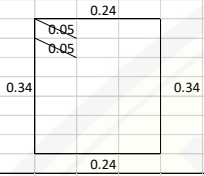
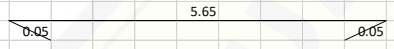
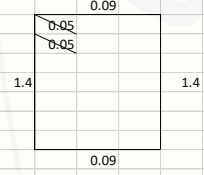
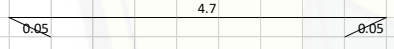
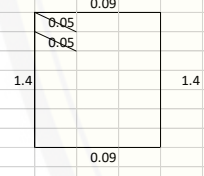
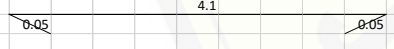
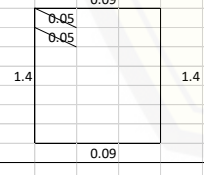
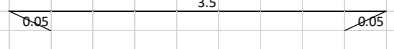


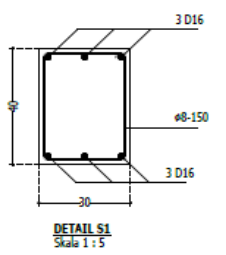
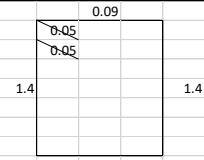
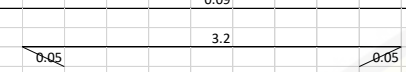
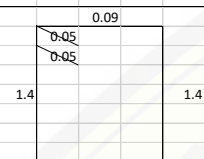
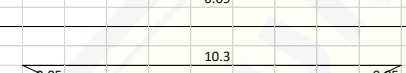
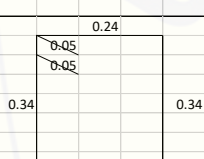
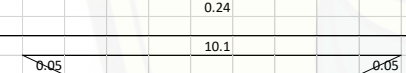
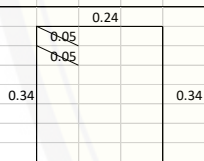

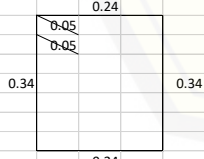
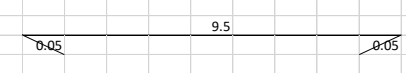
2 Kolom Lt. 1		D 19	5.7	8	48	2.105	2	0.105	0.6	384	192	192	D 19 =	5.70	m x	8 bh x	48 unit	192 ljr	0.60	M x	192 BH
 <p>DETAIL K2 Skala 1 : 10</p>													Panjang Total	=	2,189	m					
		$\phi$ 6 1.69646 28 48	7.074	7	0.074	0.125	1344	192	192	$\phi$ 6 =	1.70	m x	28 bh x	48 unit	192 ljr	0.12	M x	192 BH			
 <p>DETAIL K3 Skala 1 : 10</p>		D 19 5.7 12 8	2.105	2	0.105	0.6	96	48	48	D 19 =	5.70	m x	12 bh x	8 unit	48 ljr	0.60	M x	48 BH			
		$\phi$ 10 1.86 38 8	6.452	6	0.452	0.84	304	50.67	51	$\phi$ 10 =	1.86	m x	38 bh x	8 unit	51 ljr	0.84	M x	51 BH			
 <p>DETAIL KP Skala 1 : 10</p>		$\phi$ 12 5.7 4 30	2.105	2	0.105	0.6	120	60	60	$\phi$ 12 =	5.70	m x	4 bh x	30 unit	60 ljr	0.60	M x	60 BH			
		$\phi$ 6 0.58 38 30	20.69	20	0.69	0.4	1140	57	57	$\phi$ 6 =	0.58	m x	38 bh x	30 unit	57 ljr	0.40	M x	57 BH			
 <p>DETAIL K2 Skala 1 : 10</p>		D 19 5.45 8 46	2.202	2	0.202	1.1	368	184	184	D 19 =	5.45	m x	8 bh x	46 unit	184 ljr	1.10	M x	184 BH			
		$\phi$ 6 1.69646 27 46	7.074	7	0.074	0.125	1242	177.4	178	$\phi$ 6 =	1.70	m x	27 bh x	46 unit	178 ljr	0.12	M x	178 BH			

<p><b>DETAIL K3</b> Skala 1 : 10</p>		D 19 5.45 12 8 2.202 2 0.202 1.1 96 48 48	D 19 = 5.45 m x 12 bh x 8 unit 48 ljr 1.10 M x 48 BH
		$\phi 10$ 1.86 36 8 6.452 6 0.452 0.84 288 48 48	Panjang Total = 523 m $\phi 10$ = 1.86 m x 36 bh x 8 unit 48 ljr 0.84 M x 48 BH
<hr/>			
<p><b>DETAIL KP</b> Skala 1 : 10</p>		$\phi 12$ 5.45 4 17 2.202 2 0.202 1.1 68 34 34	$\phi 12$ = 5.45 m x 4 bh x 17 unit 34 ljr 1.10 M x 34 BH
		$\phi 6$ 0.58 36 17 20.69 20 0.69 0.4 612 30.6 31	Panjang Total = 371 m $\phi 6$ = 0.58 m x 36 bh x 17 unit 31 ljr 0.40 M x 31 BH
<hr/>			
<p><b>DETAIL CHIMNEY</b> Skala 1 : 25</p>		D 19 3.6 34 8 3.333 3 0.333 1.2 272 90.67 91	D 19 = 3.60 m x 34 bh x 8 unit 91 ljr 1.20 M x 91 BH
		$\phi 8$ 4.46 15 8 2.691 2 0.691 3.08 120 60 60	Panjang Total = 979 m $\phi 8$ = 4.46 m x 15 bh x 8 unit 60 ljr 3.08 M x 60 BH
		$\phi 8$ 3.68 15 8 3.261 3 0.261 0.96 120 40 40	Panjang Total = 535 m $\phi 8$ = 3.68 m x 15 bh x 8 unit 40 ljr 0.96 M x 40 BH

 <p style="text-align: center;"><b>DETAIL BOREPILE</b> Skala 1:50</p>	 <p style="text-align: center;">1.696</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>p</th> <th>a</th> <th>b</th> <th colspan="10"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D 19</td> <td>3.1</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>3.871</td> <td>3</td> <td>0.871</td> <td>2.7</td> <td>224</td> <td>74.67</td> <td>75</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>∅ 10</td> <td>1.69646</td> <td>21</td> <td>16</td> <td>7.074</td> <td>7</td> <td>0.074</td> <td>0.125</td> <td>336</td> <td>48</td> <td>48</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>		p	a	b											D 19	3.1	14	16	3.871	3	0.871	2.7	224	74.67	75						∅ 10	1.69646	21	16	7.074	7	0.074	0.125	336	48	48						<p>D 19 = 3.10 m x 14 bh x 16 unit = 75 ljr = 2.70 M x 75 BH</p> <p>Panjang Total = 694 m</p> <p>∅ 10 = 1.70 m x 21 bh x 16 unit = 48 ljr = 0.12 M x 48 BH</p> <p>Panjang Total = 570 m</p>																																																																																					
	p	a	b																																																																																																																																			
D 19	3.1	14	16	3.871	3	0.871	2.7	224	74.67	75																																																																																																																												
∅ 10	1.69646	21	16	7.074	7	0.074	0.125	336	48	48																																																																																																																												
<p>IV Balok</p>	<p>1 Sloof Basement</p>	 <p style="text-align: center;"><b>DETAIL S1</b> Skala 1:5</p>		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>D 16</td> <td>8.7</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>1.379</td> <td>1</td> <td>0.379</td> <td>3.3</td> <td>36</td> <td>36</td> <td>36</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>∅ 8</td> <td>1.26</td> <td>58</td> <td>6</td> <td>9.524</td> <td>9</td> <td>0.524</td> <td>0.66</td> <td>348</td> <td>38.67</td> <td>39</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>D 16</td> <td>7.3</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>1.644</td> <td>1</td> <td>0.644</td> <td>4.7</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>24</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>∅ 8</td> <td>1.26</td> <td>49</td> <td>4</td> <td>9.524</td> <td>9</td> <td>0.524</td> <td>0.66</td> <td>196</td> <td>21.78</td> <td>22</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>D 16</td> <td>5.6</td> <td>6</td> <td>15</td> <td>2.143</td> <td>2</td> <td>0.143</td> <td>0.8</td> <td>90</td> <td>45</td> <td>45</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>∅ 8</td> <td>1.26</td> <td>38</td> <td>15</td> <td>9.524</td> <td>9</td> <td>0.524</td> <td>0.66</td> <td>570</td> <td>63.33</td> <td>64</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>D 16</td> <td>4.15</td> <td>6</td> <td>14</td> <td>2.892</td> <td>2</td> <td>0.892</td> <td>3.7</td> <td>84</td> <td>42</td> <td>42</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>∅ 8</td> <td>1.26</td> <td>28</td> <td>14</td> <td>9.524</td> <td>9</td> <td>0.524</td> <td>0.66</td> <td>392</td> <td>43.56</td> <td>44</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>	D 16	8.7	6	6	1.379	1	0.379	3.3	36	36	36						∅ 8	1.26	58	6	9.524	9	0.524	0.66	348	38.67	39						D 16	7.3	6	4	1.644	1	0.644	4.7	24	24	24						∅ 8	1.26	49	4	9.524	9	0.524	0.66	196	21.78	22						D 16	5.6	6	15	2.143	2	0.143	0.8	90	45	45						∅ 8	1.26	38	15	9.524	9	0.524	0.66	570	63.33	64						D 16	4.15	6	14	2.892	2	0.892	3.7	84	42	42						∅ 8	1.26	28	14	9.524	9	0.524	0.66	392	43.56	44						<p>D 16 = 8.70 m x 6 bh x 6 unit = 36 ljr = 3.30 M x 36 BH</p> <p>Panjang Total = 313 m</p> <p>∅ 8 = 1.26 m x 58 bh x 6 unit = 39 ljr = 0.66 M x 39 BH</p> <p>Panjang Total = 438 m</p> <p>D 16 = 7.30 m x 6 bh x 4 unit = 24 ljr = 4.70 M x 24 BH</p> <p>Panjang Total = 175 m</p> <p>∅ 8 = 1.26 m x 49 bh x 4 unit = 22 ljr = 0.66 M x 22 BH</p> <p>Panjang Total = 247 m</p> <p>D 16 = 5.60 m x 6 bh x 15 unit = 45 ljr = 0.80 M x 45 BH</p> <p>Panjang Total = 504 m</p> <p>∅ 8 = 1.26 m x 38 bh x 15 unit = 64 ljr = 0.66 M x 64 BH</p> <p>Panjang Total = 718 m</p> <p>D 16 = 4.15 m x 6 bh x 14 unit = 42 ljr = 3.70 M x 42 BH</p> <p>Panjang Total = 349 m</p> <p>∅ 8 = 1.26 m x 28 bh x 14 unit = 44 ljr = 0.66 M x 44 BH</p> <p>Panjang Total = 494 m</p>	
D 16	8.7	6	6	1.379	1	0.379	3.3	36	36	36																																																																																																																												
∅ 8	1.26	58	6	9.524	9	0.524	0.66	348	38.67	39																																																																																																																												
D 16	7.3	6	4	1.644	1	0.644	4.7	24	24	24																																																																																																																												
∅ 8	1.26	49	4	9.524	9	0.524	0.66	196	21.78	22																																																																																																																												
D 16	5.6	6	15	2.143	2	0.143	0.8	90	45	45																																																																																																																												
∅ 8	1.26	38	15	9.524	9	0.524	0.66	570	63.33	64																																																																																																																												
D 16	4.15	6	14	2.892	2	0.892	3.7	84	42	42																																																																																																																												
∅ 8	1.26	28	14	9.524	9	0.524	0.66	392	43.56	44																																																																																																																												



 <p><b>DETAIL S2</b> Skala 1 : 5</p>		$\phi 8$ 1.26 31 5 9.524 9 0.524 0.66 155 17.22 18	$\phi 8 = 1.26$ m x 31 bh x 5 unit Panjang Total = 195 m	18 ljr 0.66 M x 18 BH
		$D 16$ 3.7 6 5 3.243 3 0.243 0.9 30 10 10	$D 16 = 3.70$ m x 6 bh x 5 unit Panjang Total = 111 m	10 ljr 0.90 M x 10 BH
		$\phi 8$ 1.26 25 5 9.524 9 0.524 0.66 125 13.89 14	$\phi 8 = 1.26$ m x 25 bh x 5 unit Panjang Total = 158 m	14 ljr 0.66 M x 14 BH
		$\phi 13$ 5.75 4 2 2.087 2 0.087 0.5 8 4 4	$\phi 13 = 5.75$ m x 4 bh x 2 unit Panjang Total = 46 m	4 ljr 0.50 M x 4 BH
		$\phi 8$ 3.08 38 2 3.896 3 0.896 2.76 76 25.33 26	$\phi 8 = 3.08$ m x 38 bh x 2 unit Panjang Total = 234 m	26 ljr 2.76 M x 26 BH
		$\phi 13$ 4.8 4 6 2.5 2 0.5 2.4 24 12 12	$\phi 13 = 4.80$ m x 4 bh x 6 unit Panjang Total = 115 m	12 ljr 2.40 M x 12 BH
		$\phi 8$ 3.08 32 6 3.896 3 0.896 2.76 192 64 64	$\phi 8 = 3.08$ m x 32 bh x 6 unit Panjang Total = 591 m	64 ljr 2.76 M x 64 BH
		$\phi 13$ 4.2 4 6 2.857 2 0.857 3.6 24 12 12	$\phi 13 = 4.20$ m x 4 bh x 6 unit Panjang Total = 101 m	12 ljr 3.60 M x 12 BH
		$\phi 8$ 3.08 28 6 3.896 3 0.896 2.76 168 56 56	$\phi 8 = 3.08$ m x 28 bh x 6 unit Panjang Total = 517 m	56 ljr 2.76 M x 56 BH
		$\phi 13$ 3.6 4 10 3.333 3 0.333 1.2 40 13.33 14	$\phi 13 = 3.60$ m x 4 bh x 10 unit Panjang Total = 144 m	14 ljr 1.20 M x 14 BH

 <p><b>DETAIL S1</b> Skala 1:5</p>		$\varnothing 8$ 3.08 24 10	3.896 3 0.896 2.76 240 80 80	$\varnothing 8 = 3.08$ m x 24 bh x 10 unit	80 ljr	2.76 M x 80 BH
		$\varnothing 13$ 3.3 4 10	3.636 3 0.636 2.1 40 13.33 14	$\varnothing 13 = 3.30$ m x 4 bh x 10 unit	14 ljr	2.10 M x 14 BH
		$\varnothing 8$ 3.08 22 10	3.896 3 0.896 2.76 220 73.33 74	$\varnothing 8 = 3.08$ m x 22 bh x 10 unit	74 ljr	2.76 M x 74 BH
		$D 16$ 10.4 6 2	1.154 1 0.154 1.6 12 12 12	$D 16 = 10.40$ m x 6 bh x 2 unit	12 ljr	1.60 M x 12 BH
		$\varnothing 8$ 1.26 69 2	9.524 9 0.524 0.66 138 15.33 16	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 69 bh x 2 unit	16 ljr	0.66 M x 16 BH
		$D 16$ 10.2 6 4	1.176 1 0.176 1.8 24 24 24	$D 16 = 10.20$ m x 6 bh x 4 unit	24 ljr	1.80 M x 24 BH
		$\varnothing 8$ 1.26 68 4	9.524 9 0.524 0.66 272 30.22 31	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 68 bh x 4 unit	31 ljr	0.66 M x 31 BH
		$D 16$ 9.85 6 2	1.218 1 0.218 2.15 12 12 12	$D 16 = 9.85$ m x 6 bh x 2 unit	12 ljr	2.15 M x 12 BH
		$\varnothing 8$ 1.26 66 2	9.524 9 0.524 0.66 132 14.67 15	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 66 bh x 2 unit	15 ljr	0.66 M x 15 BH
		$D 16$ 9.6 6 2	1.25 1 0.25 2.4 12 12 12	$D 16 = 9.60$ m x 6 bh x 2 unit	12 ljr	2.40 M x 12 BH

# Digital Repository Universitas Jember

	0.24	0.34	0.34	0.24	∅ 8	1.26	64	2	9.524	9	0.524	0.66	128	14.22	15	∅ 8 =	1.26	m	x	64	bh	x	2	unit	15	ljr	0.66	M	x	15	BH	
																	Panjang Total	=	161		m											
	8.5					D 16	8.6	6	4	1.395	1	0.395	3.4	24	24	24	D 16 =	8.60	m	x	6	bh	x	4	unit	24	ljr	3.40	M	x	24	BH
																	Panjang Total	=	206		m											
	0.24	0.34	0.34	0.24	∅ 8	1.26	57	4	9.524	9	0.524	0.66	228	25.33	26	∅ 8 =	1.26	m	x	57	bh	x	4	unit	26	ljr	0.66	M	x	26	BH	
																	Panjang Total	=	287		m											
	8.6					D 16	8.7	6	12	1.379	1	0.379	3.3	72	72	72	D 16 =	8.70	m	x	6	bh	x	12	unit	72	ljr	3.30	M	x	72	BH
																	Panjang Total	=	626		m											
	0.24	0.34	0.34	0.24	∅ 8	1.26	58	12	9.524	9	0.524	0.66	696	77.33	78	∅ 8 =	1.26	m	x	58	bh	x	12	unit	78	ljr	0.66	M	x	78	BH	
																	Panjang Total	=	877		m											
	9.6					D 16	9.7	6	4	1.237	1	0.237	2.3	24	24	24	D 16 =	9.70	m	x	6	bh	x	4	unit	24	ljr	2.30	M	x	24	BH
																	Panjang Total	=	233		m											
	0.24	0.34	0.34	0.24	∅ 8	1.26	65	4	9.524	9	0.524	0.66	260	28.89	29	∅ 8 =	1.26	m	x	65	bh	x	4	unit	29	ljr	0.66	M	x	29	BH	
																	Panjang Total	=	328		m											
	5.5					D 16	5.6	6	4	2.143	2	0.143	0.8	24	12	12	D 16 =	5.60	m	x	6	bh	x	4	unit	12	ljr	0.80	M	x	12	BH
																	Panjang Total	=	134		m											
	0.24	0.34	0.34	0.24	∅ 8	1.26	37	4	9.524	9	0.524	0.66	148	16.44	17	∅ 8 =	1.26	m	x	37	bh	x	4	unit	17	ljr	0.66	M	x	17	BH	
																	Panjang Total	=	186		m											
	5.6					D 16	5.7	6	13	2.105	2	0.105	0.6	78	39	39	D 16 =	5.70	m	x	6	bh	x	13	unit	39	ljr	0.60	M	x	39	BH
																	Panjang Total	=	445		m											

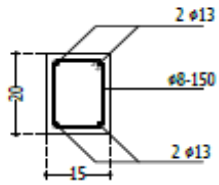
# Digital Repository Universitas Jember

	0.24	0.34	0.34	0.24	$\varnothing 8$	1.26	38	13	9.524	9	0.524	0.66	494	54.89	55	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 38 bh x 13 unit	55	ljr	0.66	M	x	55	BH
																Panjang Total = 622 m							
	8.1				D 16	8.2	6	17	1.463	1	0.463	3.8	102	102	102	D 16 = 8.20 m x 6 bh x 17 unit	102	ljr	3.80	M	x	102	BH
																Panjang Total = 836 m							
	0.24	0.34	0.34	0.24	$\varnothing 8$	1.26	55	17	9.524	9	0.524	0.66	935	103.9	104	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 55 bh x 17 unit	104	ljr	0.66	M	x	104	BH
																Panjang Total = 1,178 m							
	3.9				D 16	4	6	4	3	3	0	0	24	8	8	D 16 = 4.00 m x 6 bh x 4 unit	8	ljr	-	M	x	8	BH
																Panjang Total = 96 m							
	0.24	0.34	0.34	0.24	$\varnothing 8$	1.26	27	4	9.524	9	0.524	0.66	108	12	12	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 27 bh x 4 unit	12	ljr	0.66	M	x	12	BH
																Panjang Total = 136 m							
	2.6				D 16	2.7	6	8	4.444	4	0.444	1.2	48	12	12	D 16 = 2.70 m x 6 bh x 8 unit	12	ljr	1.20	M	x	12	BH
																Panjang Total = 130 m							
	0.24	0.34	0.34	0.24	$\varnothing 8$	1.26	18	8	9.524	9	0.524	0.66	144	16	16	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 18 bh x 8 unit	16	ljr	0.66	M	x	16	BH
																Panjang Total = 181 m							
	3.8				D 16	3.9	6	2	3.077	3	0.077	0.3	12	4	4	D 16 = 3.90 m x 6 bh x 2 unit	4	ljr	0.30	M	x	4	BH
																Panjang Total = 47 m							
	0.24	0.34	0.34	0.24	$\varnothing 8$	1.26	26	2	9.524	9	0.524	0.66	52	5.778	6	$\varnothing 8 = 1.26$ m x 26 bh x 2 unit	6	ljr	0.66	M	x	6	BH
																Panjang Total = 66 m							
	4.65				D 16	4.75	6	2	2.526	2	0.526	2.5	12	6	6	D 16 = 4.75 m x 6 bh x 2 unit	6	ljr	2.50	M	x	6	BH
																Panjang Total = 57 m							



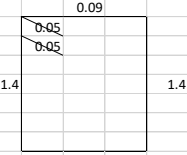
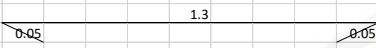
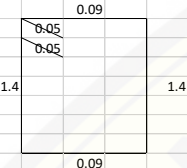
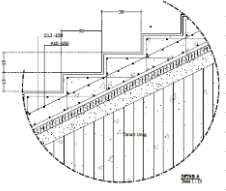
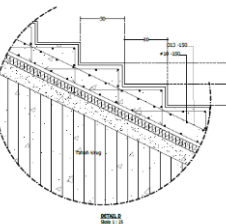
# Digital Repository Universitas Jember

		<p>ø 8 1.26 32 2</p>	<p>9.524 9 0.524 0.66 64 7.111 8</p>	<p>ø 8 = 1.26 m x 32 bh x 2 unit</p> <p>Panjang Total = 81 m</p>	<p>8 ljr</p> <p>0.66 M x 8 BH</p>
		<p>D 16 5 6 1</p>	<p>2.4 2 0.4 2 6 3 3</p>	<p>D 16 = 5.00 m x 6 bh x 1 unit</p> <p>Panjang Total = 30 m</p>	<p>3 ljr</p> <p>2.00 M x 3 BH</p>
		<p>ø 8 1.26 33 1</p>	<p>9.524 9 0.524 0.66 33 3.667 4</p>	<p>ø 8 = 1.26 m x 33 bh x 1 unit</p> <p>Panjang Total = 42 m</p>	<p>4 ljr</p> <p>0.66 M x 4 BH</p>
		<p>D 16 6.75 6 3</p>	<p>1.778 1 0.778 5.25 18 18 18</p>	<p>D 16 = 6.75 m x 6 bh x 3 unit</p> <p>Panjang Total = 122 m</p>	<p>18 ljr</p> <p>5.25 M x 18 BH</p>
		<p>ø 8 1.26 45 3</p>	<p>9.524 9 0.524 0.66 135 15 15</p>	<p>ø 8 = 1.26 m x 45 bh x 3 unit</p> <p>Panjang Total = 170 m</p>	<p>15 ljr</p> <p>0.66 M x 15 BH</p>
		<p>D 16 4.3 6 2</p>	<p>2.791 2 0.791 3.4 12 6 6</p>	<p>D 16 = 4.30 m x 6 bh x 2 unit</p> <p>Panjang Total = 52 m</p>	<p>6 ljr</p> <p>3.40 M x 6 BH</p>
		<p>ø 8 1.26 29 2</p>	<p>9.524 9 0.524 0.66 58 6.444 7</p>	<p>ø 8 = 1.26 m x 29 bh x 2 unit</p> <p>Panjang Total = 73 m</p>	<p>7 ljr</p> <p>0.66 M x 7 BH</p>
		<p>D 16 2.35 6 2</p>	<p>5.106 5 0.106 0.25 12 2.4 3</p>	<p>D 16 = 2.35 m x 6 bh x 2 unit</p> <p>Panjang Total = 28 m</p>	<p>3 ljr</p> <p>0.25 M x 3 BH</p>
		<p>ø 8 1.26 16 2</p>	<p>9.524 9 0.524 0.66 32 3.556 4</p>	<p>ø 8 = 1.26 m x 16 bh x 2 unit</p> <p>Panjang Total = 40 m</p>	<p>4 ljr</p> <p>0.66 M x 4 BH</p>
		<p>D 16 2.1 6 1</p>	<p>5.714 5 0.714 1.5 6 1.2 2</p>	<p>D 16 = 2.10 m x 6 bh x 1 unit</p> <p>Panjang Total = 13 m</p>	<p>2 ljr</p> <p>1.50 M x 2 BH</p>
		<p>ø 8 1.26 14 1</p>	<p>9.524 9 0.524 0.66 14 1.556 2</p>	<p>ø 8 = 1.26 m x 14 bh x 1 unit</p> <p>Panjang Total = 18 m</p>	<p>2 ljr</p> <p>0.66 M x 2 BH</p>



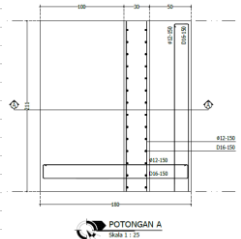
**DETAIL S2**  
Skala 1 : 5

	ø 13	7.2	4	6	1.667	1	0.667	4.8	24	24	24	ø 13 =	7.20	m	x	4	bh	x	6	unit	24	ljr	4.80	M	x	24	BH
	Panjang Total = 173 m																										
	ø 8	3.08	48	6	3.896	3	0.896	2.76	288	96	96	ø 8 =	3.08	m	x	48	bh	x	6	unit	96	ljr	2.76	M	x	96	BH
	Panjang Total = 887 m																										
	ø 13	5.35	4	2	2.243	2	0.243	1.3	8	4	4	ø 13 =	5.35	m	x	4	bh	x	2	unit	4	ljr	1.30	M	x	4	BH
	Panjang Total = 43 m																										
	ø 8	3.08	36	2	3.896	3	0.896	2.76	72	24	24	ø 8 =	3.08	m	x	36	bh	x	2	unit	24	ljr	2.76	M	x	24	BH
	Panjang Total = 222 m																										
	ø 13	8.4	4	2	1.429	1	0.429	3.6	8	8	8	ø 13 =	8.40	m	x	4	bh	x	2	unit	8	ljr	3.60	M	x	8	BH
	Panjang Total = 67 m																										
	ø 8	3.08	56	2	3.896	3	0.896	2.76	112	37.33	38	ø 8 =	3.08	m	x	56	bh	x	2	unit	38	ljr	2.76	M	x	38	BH
	Panjang Total = 345 m																										
	ø 13	1.55	4	2	7.742	7	0.742	1.15	8	1.143	2	ø 13 =	1.55	m	x	4	bh	x	2	unit	2	ljr	1.15	M	x	2	BH
	Panjang Total = 12 m																										
	ø 8	3.08	4	2	3.896	3	0.896	2.76	8	2.667	3	ø 8 =	3.08	m	x	4	bh	x	2	unit	3	ljr	2.76	M	x	3	BH
	Panjang Total = 25 m																										
	ø 13	8.1	4	2	1.481	1	0.481	3.9	8	8	8	ø 13 =	8.10	m	x	4	bh	x	2	unit	8	ljr	3.90	M	x	8	BH
	Panjang Total = 65 m																										
	ø 8	3.08	54	2	3.896	3	0.896	2.76	108	36	36	ø 8 =	3.08	m	x	54	bh	x	2	unit	36	ljr	2.76	M	x	36	BH
	Panjang Total = 333 m																										
	ø 13	4.2	4	3	2.857	2	0.857	3.6	12	6	6	ø 13 =	4.20	m	x	4	bh	x	3	unit	6	ljr	3.60	M	x	6	BH
	Panjang Total = 50 m																										

		ø 8	3.08	28	3	3.896	3	0.896	2.76	84	28	28	ø 8 = 3.08 m x 28 bh x 3 unit	28 ljr	2.76 M x 28 BH
													Panjang Total = 259 m		
		ø 13	1.4	4	2	8.571	8	0.571	0.8	8	1	1	ø 13 = 1.40 m x 4 bh x 2 unit	1 ljr	0.80 M x 1 BH
													Panjang Total = 11 m		
		ø 8	3.08	7	2	3.896	3	0.896	2.76	14	4.667	5	ø 8 = 3.08 m x 7 bh x 2 unit	5 ljr	2.76 M x 5 BH
													Panjang Total = 43 m		
V	<b>Tangga &amp; Ramp</b>														
	<b>1 Tangga Type 1</b>														
		ø 10	3.4	176	2	3.529	3	0.529	1.8	352	117.3	118	ø 10 = 3.40 m x 176 bh x 2 unit	118 ljr	1.80 M x 118 BH
													Panjang Total = 1,197 m		
		D 13	8.7	46	2	1.379	1	0.379	3.3	92	92	92	D 13 = 8.70 m x 46 bh x 2 unit	92 ljr	3.30 M x 92 BH
													Panjang Total = 800 m		
		D 13	1.9	506	2	6.316	6	0.316	0.6	1012	168.7	169	D 13 = 1.90 m x 506 bh x 2 unit	169 ljr	0.60 M x 169 BH
													Panjang Total = 1,923 m		
	<b>2 Tangga &amp; Ramp Type 1</b>														
		ø 10	2.05	170	2	5.854	5	0.854	1.75	340	68	68	ø 10 = 2.05 m x 170 bh x 2 unit	68 ljr	1.75 M x 68 BH
													Panjang Total = 697 m		
		D 13	7.7	28	2	1.558	1	0.558	4.3	56	56	56	D 13 = 7.70 m x 28 bh x 2 unit	56 ljr	4.30 M x 56 BH
													Panjang Total = 431 m		
		D 13	1.9	308	2	6.316	6	0.316	0.6	616	102.7	103	D 13 = 1.90 m x 308 bh x 2 unit	103 ljr	0.60 M x 103 BH
													Panjang Total = 1,170 m		
		ø 10	1.6	110	2	7.5	7	0.5	0.8	220	31.43	32	ø 10 = 1.60 m x 110 bh x 2 unit	32 ljr	0.80 M x 32 BH
													Panjang Total = 352 m		
		D 13	8.3	22	2	1.446	1	0.446	3.7	44	44	44	D 13 = 8.30 m x 22 bh x 2 unit	44 ljr	3.70 M x 44 BH
													Panjang Total = 365 m		
		ø 10	1.6	22	2	7.5	7	0.5	0.8	44	6.286	7	ø 10 = 1.60 m x 22 bh x 2 unit	7 ljr	0.80 M x 7 BH
													Panjang Total = 70 m		



# Digital Repository Universitas Jember

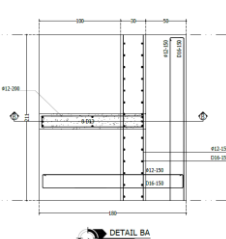
VI	Retaining Wall																									
1	Potongan A-A			8.65		∅ 12	8.99	32	2	1.335	1	0.335	3.01	64	64	64	∅ 12 =	8.99 m	x	32 bh	x	2 unit	64 ljr	3.01 M	x	64 BH
		0.24	∅:0.05														Panjang Total	=	575 m							
		2.3	∅:0.05			D 16	2.65	116	2	4.528	4	0.528	1.4	232	58	58	D 16 =	2.65 m	x	116 bh	x	2 unit	58 ljr	1.40 M	x	58 BH
		0.25	∅:0.05														Panjang Total	=	615 m							
		2.3	∅:0.05			D 16	3.15	116	2	3.81	3	0.81	2.55	232	77.33	78	D 16 =	3.15 m	x	116 bh	x	2 unit	78 ljr	2.55 M	x	78 BH
		0.75	∅:0.05														Panjang Total	=	731 m							
		0.24	∅:0.05		0.24	D 16	2.28	58	2	5.263	5	0.263	0.6	116	23.2	24	D 16 =	2.28 m	x	58 bh	x	2 unit	24 ljr	0.60 M	x	24 BH
		1.7	∅:0.05														Panjang Total	=	264 m							
		1.74	∅:0.05			∅ 12	1.84	58	2	6.522	6	0.522	0.96	116	19.33	20	∅ 12 =	1.84 m	x	58 bh	x	2 unit	20 ljr	0.96 M	x	20 BH
		8.6	∅:0.05														Panjang Total	=	213 m							
		0.24	∅:0.05			∅ 12	8.94	32	2	1.342	1	0.342	3.06	64	64	64	∅ 12 =	8.94 m	x	32 bh	x	2 unit	64 ljr	3.06 M	x	64 BH
		2.3	∅:0.05														Panjang Total	=	572 m							
		0.25	∅:0.05			D 16	2.65	116	2	4.528	4	0.528	1.4	232	58	58	D 16 =	2.65 m	x	116 bh	x	2 unit	58 ljr	1.40 M	x	58 BH
		2.3	∅:0.05														Panjang Total	=	615 m							
		2.3	∅:0.05			D 16	3.15	116	2	3.81	3	0.81	2.55	232	77.33	78	D 16 =	3.15 m	x	116 bh	x	2 unit	78 ljr	2.55 M	x	78 BH
		0.75	∅:0.05														Panjang Total	=	731 m							
		0.24	∅:0.05		0.24	D 16	2.28	58	2	5.263	5	0.263	0.6	116	23.2	24	D 16 =	2.28 m	x	58 bh	x	2 unit	24 ljr	0.60 M	x	24 BH
		1.7	∅:0.05														Panjang Total	=	264 m							
		1.74	∅:0.05			∅ 12	1.84	58	2	6.522	6	0.522	0.96	116	19.33	20	∅ 12 =	1.84 m	x	58 bh	x	2 unit	20 ljr	0.96 M	x	20 BH
		8.5	∅:0.05														Panjang Total	=	213 m							
		0.24	∅:0.05			∅ 12	8.84	32	2	1.357	1	0.357	3.16	64	64	64	∅ 12 =	8.84 m	x	32 bh	x	2 unit	64 ljr	3.16 M	x	64 BH
		2.3	∅:0.05														Panjang Total	=	566 m							
		0.25	∅:0.05			D 16	2.65	114	2	4.528	4	0.528	1.4	228	57	57	D 16 =	2.65 m	x	114 bh	x	2 unit	57 ljr	1.40 M	x	57 BH
		2.3	∅:0.05														Panjang Total	=	604 m							
		0.75	∅:0.05			D 16	3.15	114	2	3.81	3	0.81	2.55	228	76	76	D 16 =	3.15 m	x	114 bh	x	2 unit	76 ljr	2.55 M	x	76 BH
		2.3	∅:0.05														Panjang Total	=	718 m							
		0.24	∅:0.05		0.24	D 16	2.28	57	2	5.263	5	0.263	0.6	114	22.8	23	D 16 =	2.28 m	x	57 bh	x	2 unit	23 ljr	0.60 M	x	23 BH
		1.7	∅:0.05														Panjang Total	=	260 m							
		1.74	∅:0.05			∅ 12	1.84	57	2	6.522	6	0.522	0.96	114	19	19	∅ 12 =	1.84 m	x	57 bh	x	2 unit	19 ljr	0.96 M	x	19 BH
		8.6	∅:0.05														Panjang Total	=	210 m							









 <p style="font-size: small; text-align: center;">DETAIL BA SKALA 1:25</p>	1.74	0.05	0.05	∅ 12	1.84	27	1	6.522	6	0.522	0.96	27	4.5	5	∅ 12 =	1.84	m	x	27	bh	x	1	unit	5	ljr	0.96	M	x	5	BH	
	0.05																Panjang Total	=	50												
	3.7	0.05	0.05	∅ 12	4.04	32	1	2.97	2	0.97	3.92	32	16	16	∅ 12 =	4.04	m	x	32	bh	x	1	unit	16	ljr	3.92	M	x	16	BH	
	0.24	0.05																Panjang Total	=	129											
	2.3	0.05	0.05	D 16	2.65	50	1	4.528	4	0.528	1.4	50	12.5	13	D 16 =	2.65	m	x	50	bh	x	1	unit	13	ljr	1.40	M	x	13	BH	
	0.25	0.05																Panjang Total	=	133											
	2.3	0.05	0.05	D 16	3.15	50	1	3.81	3	0.81	2.55	50	16.67	17	D 16 =	3.15	m	x	50	bh	x	1	unit	17	ljr	2.55	M	x	17	BH	
	0.75	0.05																Panjang Total	=	158											
	2.28	0.05	0.05	D 16	2.28	25	1	5.263	5	0.263	0.6	25	5	5	D 16 =	2.28	m	x	25	bh	x	1	unit	5	ljr	0.60	M	x	5	BH	
	0.24	0.05	0.24																Panjang Total	=	57										
	1.7	0.05	0.05	∅ 12	1.84	25	1	6.522	6	0.522	0.96	25	4.167	5	∅ 12 =	1.84	m	x	25	bh	x	1	unit	5	ljr	0.96	M	x	5	BH	
	1.74	0.05	0.05																Panjang Total	=	46										
	1	0.05	0.05	∅ 12	1.34	32	4	8.955	8	0.955	1.28	128	16	16	∅ 12 =	1.34	m	x	32	bh	x	4	unit	16	ljr	1.28	M	x	16	BH	
	0.24	0.05																Panjang Total	=	172											
2.3	0.05	0.05	D 16	2.65	14	4	4.528	4	0.528	1.4	56	14	14	D 16 =	2.65	m	x	14	bh	x	4	unit	14	ljr	1.40	M	x	14	BH		
0.25	0.05																Panjang Total	=	148												
2.3	0.05	0.05	D 16	3.15	14	4	3.81	3	0.81	2.55	56	18.67	19	D 16 =	3.15	m	x	14	bh	x	4	unit	19	ljr	2.55	M	x	19	BH		
0.75	0.05																Panjang Total	=	176												
2.28	0.05	0.05	D 16	2.28	7	4	5.263	5	0.263	0.6	28	5.6	6	D 16 =	2.28	m	x	7	bh	x	4	unit	6	ljr	0.60	M	x	6	BH		
0.24	0.05	0.24																Panjang Total	=	64											
1.7	0.05	0.05	∅ 12	1.84	7	4	6.522	6	0.522	0.96	28	4.667	5	∅ 12 =	1.84	m	x	7	bh	x	4	unit	5	ljr	0.96	M	x	5	BH		
1.74	0.05	0.05																Panjang Total	=	52											
2.3	0.05	0.05	D 13	2.4	8	14	5	5	0	0	112	22.4	23	D 13 =	2.40	m	x	8	bh	x	14	unit	23	ljr	-	M	x	23	BH		
0.05																Panjang Total	=	269													
1.24	0.05	0.05	∅ 12	3.06	12	14	3.922	3	0.922	2.82	168	56	56	∅ 12 =	3.06	m	x	12	bh	x	14	unit	56	ljr	2.82	M	x	56	BH		
0.24	0.05	0.24																Panjang Total	=	514											
1.24																															