



**ANALISIS DAN OPTIMALISASI WASTE BESI
BETON PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel XYZ di
BSD Tangerang Banten)**

SKRIPSI

WAWAN SUSANTO

41124110067

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA**

2026



**ANALISIS DAN OPTIMALISASI WASTE BESI
BETON PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel XYZ di
BSD Tangerang Banten)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

WAWAN SUSANTO
41124110067

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wawan Susanto

NIM : 41124110067

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul “Analisis Dan Optimalisasi Material *Waste* Besi Beton Pada Pekerjaan Struktur Bawah (Studi Kasus Pembangunan Hotel XYZ di BSD Tangerang Banten) adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Januari 2026



Wawan Susanto

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Wawan Susanto**
NIM : **41124110067**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Analisis Dan Optimalisasi Material Waste Besi Beton**
Pada Pekerjaan Struktur Bawah
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel XYZ di
BSD Tangerang Banten)

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 10 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **8 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 10 Februari 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :
Nama : Wawan Susanto
NIM : 41124110067
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Dan Optimalisasi Material *Waste*
Besi Beton Pada Pekerjaan Struktur Bawah
(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel
XYZ di BSD Tangerang Banten)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 31 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil , Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing


UNIVERSITAS
Anjas Handayani, ST, MT
NIDN. 0309037704
MERCU BUANA

Jakarta, 31 Januari 2026

Mengetahui

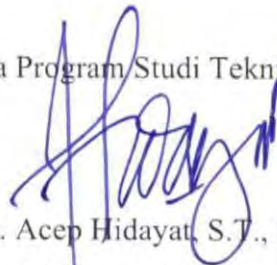
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T

NIDN. 0325067505

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr.Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
4. Anjas Handayani, ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Bernadette Detty Kussumardianadewi, S.T., M.T dan Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. yang telah berkenan menjadi penguji dan memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini
6. Gunawan Handoko, S.T., M.B.A selaku Manager Proyek dan Site Manager Paramanda Sofyan Sofandi, S.T., M.T. selaku pimpinan kontraktor Yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
7. Keluarga saya tercinta, terutama istri saya Lilis Dwi Kristyaningrum, S.S., M.K.M. serta anak-anak Rendra dan Ralia atas doa, dukungan, kesabaran, dan semangat yang selalu menguatkan. Terima kasih yang sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada kedua orang tua, mertua serta seluruh keluarga besar atas doa dan dukungan yang selalu menyertai.
8. Teman- teman seangkatan atas kebersamaan, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan selama proses ini yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 31 Januari 2026

Penulis

Wawan Susanto



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wawan Susanto
NIM : 41124110067
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Dan Optimalisasi Material *Waste* Besi Beton Pada Pekerjaan Struktur Bawah (Study kasus Pembangunan Proyek Hotel XYZ BSD Tangerang Banten)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Jakarta, 31 Januari 2026

Yang menyatakan



Wawan Susanto

**ANALISIS DAN OPTIMALISASI MATERIAL WASTE BESI BETON
PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH (STUDY KASUS
PEMBANGUNAN PROYEK HOTEL XYZ BSD TANGERANG BANTEN)
WAWAN SUSANTO**

ABSTRAK

Material merupakan komponen utama dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang berpengaruh signifikan terhadap total biaya proyek, di mana besi beton menjadi salah satu material penyumbang *waste* terbesar. Manajemen material yang kurang optimal, khususnya pada tahap perencanaan dan pemotongan besi beton, sering menimbulkan sisa material yang tidak dapat dimanfaatkan kembali sehingga meningkatkan pemborosan biaya. *Waste* umumnya terjadi akibat belum optimalnya perencanaan dan pengendalian penggunaan tulangan, khususnya pada tahap pemotongan dan pemanfaatan sisa material. Rata-rata nilai *waste level* material besi yang diizinkan adalah sebesar 5%, sehingga apabila dalam suatu proyek nilai *waste* besi melebihi batas tersebut dapat dikategorikan sebagai pemborosan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan manajemen material yang mampu mengendalikan *waste* agar lebih efisien.

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur besarnya *waste* besi beton pada kondisi perencanaan awal, kemudian menerapkan optimalisasi material berbasis *Bar Bending Schedule* (BBS). Proses optimalisasi dilakukan melalui identifikasi sisa potongan tulangan yang masih layak pakai serta penyusunan ulang kebutuhan tulangan pada elemen struktur bawah. Pendekatan yang digunakan berfokus pada aspek manajemen material, khususnya pemanfaatan kembali (*reuse*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase *waste* besi beton pada kondisi awal sebesar 8,83%, yang selanjutnya dapat diturunkan secara signifikan menjadi 3,70% setelah dilakukan optimalisasi. Penurunan ini membuktikan bahwa sebagian besar *waste* berasal dari kurangnya strategi pengendalian material. Dengan penerapan pengendalian material yang terintegrasi, optimalisasi berbasis BBS terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan besi serta layak diterapkan pada proyek konstruksi sejenis.

Kata kunci: Waste Konstruksi, Besi Tulangan, Bar Bending Schedule, Optimalisasi, Manajemen Material.

**ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF REINFORCING STEEL
MATERIAL WASTE IN SUBSTRUCTURE WORKS: A CASE STUDY OF
THE XYZ HOTEL CONSTRUCTION PROJECT, BSD, TANGERANG,
BANTEN
WAWAN SUSANTO**

ABSTRACT

Material is a primary component in construction project implementation and has a significant influence on total project costs, with reinforcing steel being one of the largest contributors to material waste. Inadequate material management, particularly during the planning and cutting stages of reinforcing steel, often results in residual materials that cannot be reused, thereby increasing cost inefficiency. Waste generally occurs due to suboptimal planning and control of reinforcement usage, especially during cutting and the utilization of leftover materials. The average allowable waste level for steel materials is 5%; therefore, when the steel waste in a project exceeds this threshold, it can be categorized as material inefficiency. Accordingly, a material management approach capable of controlling waste is required to achieve greater efficiency.

This study was conducted by measuring the amount of reinforcing steel waste under initial planning conditions, followed by the implementation of material optimization based on the Bar Bending Schedule (BBS). The optimization process involved identifying reusable reinforcement off-cuts and rearranging reinforcement requirements in substructure elements. The approach focused on material management aspects, particularly reuse.

The results indicate that the percentage of reinforcing steel waste in the initial condition was 8.83%, which was significantly reduced to 3.70% after optimization. This reduction demonstrates that most waste originated from the lack of an effective material control strategy. With the implementation of integrated material control, BBS-based optimization proved effective in improving steel utilization efficiency and is applicable to similar construction projects.

Keywords: Construction Waste, Reinforcing Steel, Bar Bending Schedule, Optimization, Material Management.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.5.1 Manfaat Praktis	6
1.5.2 Manfaat Akademis	6
1.6 Ruang Lingkup Masalah Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Manajemen Konstruksi.....	8
2.2 <i>Waste</i> Dalam Proyek Konstruksi.....	10

2.2.1 Pengertian <i>Waste</i>	10
2.2.2 Faktor Penyebab Timbulnya <i>Waste</i>	10
2.2.3 Strategi Pengendalian <i>Waste</i>	11
2.2.4 Hierarki <i>Waste</i>	12
2.3 Ekonomi Sirkular.....	13
2.3.1 Pengertian	13
2.3.2 Prinsip	13
2.3.3 Aplikasi Ekonomi Sirkular dalam Bidang Konstruksi	13
2.4 <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS)	14
2.4.1 Pengertian <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS)	14
2.4.2 Manfaat <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS).....	14
2.4.3 <i>AutoRebar</i>	15
2.4.4 <i>Optimization Program Cutting</i>	15
2.5 Penelitian Terdahulu.....	15
2.6 Kerangka Berpikir	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	29
3.2.1 Populasi Penelitian.....	29
3.2.2 Sampel Penelitian	29
3.3 Proses Analisis Data	30
3.3.1 Pungumpulan Data.....	30
3.3.2 Pembuatan BBS	31
3.3.3 Program Microsoft <i>Excel</i>	32
3.3.4 <i>Optimization Program Cutting</i>	33
3.3.5 Metode Optimalisasi Sisa Potongan (<i>Reuse</i>).....	34
3.4 Lokasi Penelitian	34
3.5 Jadwal penelitian	35
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Mengukur Dan Mengidentifikasi Besarnya <i>Waste</i> Besi Beton	36

4.1.1 Perencanaan Data Proyek	36
a. Standart Detail	36
b. Shopdrawing.....	38
.....	40
4.1.2 Perhitungan dan Pendetailan <i>Bar Bending Schedule</i>	49
a. BBS Pile Cap.....	49
1) BBS Pile Cap Tipe 2	49
Gambar 4. 19 BBS Pile Cap Tipe 2	49
2) BBS Pile Cap Tipe 2A	51
3) BBS Pile Cap Tipe 2B.....	52
4) BBS Pile Cap Tipe P3	53
5) BBS Pile Cap Tipe P3A	54
6) BBS Pile Cap Tipe P3B	55
7) BBS Pile Cap Tipe P4	56
8) BBS Pile Cap Tipe P4A	57
9) BBS Pile Cap Tipe P4C	58
10) BBS Pile Cap Tipe P4D	59
11) BBS Pile Cap Tipe PC5	60
12) BBS Pile Cap Tipe PC10	62
13) BBS Pile Cap Tipe PC25	63
14) BBS Pile Cap Tipe PC40	69
b. BBS Slab	74
1) BBS Slab Distribusi Layer 1 Bawah Arah x	74
2) BBS Slab Extra Distribusi Layer 1 Bawah Arah x	75
3) BBS Slab Menerus Distribusi Layer 2 Bawah Arah y	76
4) BBS Slab Extra Distribusi Layer 2 Bawah Arah y	77
5) BBS Slab Extra Distribusi Layer 3 Bawah Arah x	78
6) BBS Slab Extra Distribusi Layer 4 Bawah Arah y	80
7) BBS Slab Menerus Distribusi Layer 1 Atas Arah x.....	81
8) BBS Slab Extra Distribusi Layer 1 Atas Arah x	82
9) BBS Slab Menerus Distribusi Layer 2 Atas Arah y	84
10) BBS Slab Extra Distribusi Layer 2 Atas Arah y	85

11)	BBS Slab Extra Distribusi Layer 3 Atas Arah x	86
12)	BBS Slab Extra Distribusi Layer 4 Atas Arah y	87
13)	BBS Slab Extra Distribusi Layer 5 Atas Arah x	87
14)	BBS Slab Extra Distribusi Layer 6 Atas Arah y	88
c.	BBS Tie Beam.....	89
1)	BBS Tie Beam As. 8/(A-H)	89
2)	BBS Tie Beam As. 1/(A-H')	90
3)	BBS Tie Beam As. A/(1-8)	92
4)	BBS Tie Beam As. H'/(1-8)	93
4.1.3	Rekapitulasi dan <i>Optimization Program Cutting</i>	94
4.1.4	Optimalisasi Penggunaan sisa Potongan (<i>Reuse</i>)	101
4.1.5	<i>Waste</i> Setelah Optimaliasi	109
4.2	Langkah – Langkah Strategis Agar Hasil Optimalisasi Lebih Efektif. ..	111
4.2.1	Koordinasi.....	111
4.2.2	Sosialisasi Gambar dan Hasil Optimalisasi	112
4.2.3	Manajemen Fabrikasi Terpusat (Centralized Fabrication)	113
4.2.4	Sistem Klasifikasi dan Penggunaan Kembali (<i>Sorting & Reuse</i>)..	113
4.2.5	Monitoring dan Evaluasi.....	114
4.3	Pembahasan	115
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	118
5.1	Kesimpulan.....	118
5.2	Saran	118
DAFTAR PUSTAKA		120
KESIMPULAN ANALISIS PEMBAHASAN.....		141
	Kesimpulan analisis pembahasan	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 2. 2 Gap Penelitian	22
 Tabel 3. 1 Nilai Sambungan Lewatan	 31
Tabel 3. 2 Jadwal Penelitian.....	35
 Tabel 4. 1 Nilai Sambungan Lewatan L_d	 38
Tabel 4. 2 Tipe-Tipe Pile Cap	39
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Jumlah Pile cap Berdasarkan Tipe	49
Tabel 4. 4 <i>Cutting List</i> BBS Pile Cap Tipe 2	50
Tabel 4. 5 <i>Cutting List</i> BBS Pile Cap Tipe 2A	52
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC 2A	52
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P2B	53
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P3	54
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P3A	55
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P3B	56
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P4	57
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P4A	58
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P4C	59
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P4D	60
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P5	62
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P10	63
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P25	68
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kebutuhan Pile Cap Tipe PC P40	73
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Layer 1 Bawah Arah x.....	75
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 1 Bawah Arah x	76
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Layer 2 Bawah Arah y	77
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 2 Bawah Arah y	78
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 3 Bawah Arah x	79

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 4 Bawah Arah y	80
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Layer 1 Atas arah x.....	81
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 1 Atas arah x.....	83
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Menerus Layer 2 atas Arah y....	84
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 2 Atas arah y.....	85
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 3 Atas arah y.....	86
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 4 Atas arah y.....	87
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 5 Atas arah x.....	88
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Kebutuhan Slab Distribusi Extra Layer 6 Atas arah y.....	89
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Kebutuhan BBS Tie Beam As.8/(A-H)	90
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Kebutuhan BBS Tie Beam As.1/(A-H)	92
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Kebutuhan BBS Tie Beam As.A/(1-8)	93
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Kebutuhan BBS Tie Beam As.H'/(1-8)	93
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Kebutuhan BBS Pilecap,Slab distribusi dan Tie beam	96
Tabel 4. 38 Hasil <i>Sisa potongan</i>	98
Tabel 4. 39 Hasil <i>Sisa potongan</i> Teridentifikasi.....	101
Tabel 4. 40 Rencana optimalisasi kolom B2.....	102
Tabel 4. 41 Detail penulangan kolom B2.....	102
Tabel 4. 42 Konversi kolom K5,K6 dan K7	105
Tabel 4. 43 Data Stock teridentifikasi kolom K5,K6 dan K7	106
Tabel 4. 44 Hasil kebutuhan optimalisasi K5,K6 dan K7.....	107
Tabel 4. 45 Hasil kebutuhan optimalisasi untuk Metode kerja Struktur.....	109
Tabel 4. 46 Hasil Analisis Waste optimalisasi	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (triple constraint).....	8
Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir	25
 Gambar 3. 1 Kerangka Alur Penelitian	26
Gambar 3. 2 Standar Detail (Hook)	30
Gambar 3. 3 Standar Detail Sambungan Lewatan	31
Gambar 3. 4 Tampilan Program <i>AutoRebar</i>	32
Gambar 3. 5 Program Ms. Excel	33
Gambar 3. 6 Program <i>Optimization cutting</i>	34
Gambar 3. 7 Lokasi Penelitian Proyek.....	35
 Gambar 4. 1 Proyek Pembangunan Hotel XYZ.....	36
Gambar 4. 2 Standart Detail Kait 900	37
Gambar 4. 3 Standart Detail Kait 1350	37
Gambar 4. 4 Standart Detail Sambungan Lewatan	37
Gambar 4. 5 Denah Pile Cap.....	39
Gambar 4. 6 Detail Tipe Pile Cap PC1-P2B.....	40
Gambar 4. 7 Detail Tipe Pile Cap PC3 – PC5	41
Gambar 4. 8 Detail Tipe Pile Cap pc-40 arah x	42
Gambar 4. 9 Detail Tipe pile cappc-40 arah y	43
Gambar 4. 10 Potongan Detail Pile Cap PC 40	44
Gambar 4. 11 Potongan Detail Pile Cap PC 4C.....	44
Gambar 4. 12 Potongan Detail Pile Cap PC 4D	45
Gambar 4. 13 Potongan Detail PC 10	45
Gambar 4. 14 Potongan Detail PC 25	46
Gambar 4. 15 Potongan Detail Potongan PC 25	47
Gambar 4. 16 Detail Slab Distribusi T=1000.....	47
Gambar 4. 17 Detail Slab Distribusi T=600.....	48
Gambar 4. 18 Detail Tie Beam	48

Gambar 4. 19 BBS Pile Cap Tipe 2	49
Gambar 4. 20 BBS Pile Cap Tipe 2A	51
Gambar 4. 21 BBS Pile Cap Tipe P2B	53
Gambar 4. 22 BBS Pile Cap Tipe P3	54
Gambar 4. 23 BBS Pile Cap Tipe P3A	55
Gambar 4. 24 BBS Pile Cap Tipe P3B	56
Gambar 4. 25 BBS Pile Cap Tipe P4	57
Gambar 4. 26 BBS Pile Cap Tipe P4A	58
Gambar 4. 27 BBS Pile Cap Tipe P4C	59
Gambar 4. 28 BBS Pile Cap Tipe P4D	60
Gambar 4. 29 BBS Pile Cap Tipe P5	61
Gambar 4. 30 BBS Pile Cap Tipe P10	62
Gambar 4. 31 BBS Pile Cap Tipe P25 Bawah Arah x	63
Gambar 4. 32 BBS Pile Cap Tipe P25 Bawah Arah y	64
Gambar 4. 33 BBS Pile Cap Tipe P25 Extra Bawah Layer 3 Arah x	65
Gambar 4. 34 BBS Pile Cap Tipe P25 Extra Bawah Layer 4 Arah y	66
Gambar 4. 35 BBS Pile Cap Tipe P25 Tulangan Atas Layer 1 Arah x	67
Gambar 4. 36 BBS Pile Cap Tipe P25 Extra Atas Layer 1 Arah x	68
Gambar 4. 37 BBS Pile Cap Tipe P25 Tulangan Atas Layer 2 Arah y	68
Gambar 4. 38 BBS Pile Cap Tipe P40 Tulangan Bawah Layer 1-3 Arah x	69
Gambar 4. 39 BBS Pile Cap Tipe P40 Tulangan Bawah Layer 4-5 Arah y	70
Gambar 4. 40 BBS Pile Cap Tipe P40 Tulangan Bawah Layer 6 Arah y	71
Gambar 4. 41 BBS Pile Cap Tipe P40 Tulangan Atas Layer 1-4 Arah x,y	72
Gambar 4. 42 BBS Pile Cap Tipe P40 Tulangan Atas Layer 6 Arah y	73
Gambar 4. 43 Slab Distribusi Layer 1 Bawah Arah x	74
Gambar 4. 44 BBS Slab Distribusi Extra Layer 1 Bawah Arah x	75
Gambar 4. 45 BBS Slab Distribusi Layer 2 Bawah Arah y	76
Gambar 4. 46 BBS Slab Distribusi Layer 2 Bawah Arah y	78
Gambar 4. 47 BBS Slab Distribusi Extra Layer 3 Bawah Arah x	79
Gambar 4. 48 BBS Slab Distribusi Extra Layer 4 Bawah Arah y	80
Gambar 4. 49 BBS Slab Distribusi Layer 1 Atas Arah x	81
Gambar 4. 50 BBS Slab Distribusi Extra Layer 1 Atas Arah x	83

Gambar 4. 51 BBS Slab Distribusi Extra Layer 1 Atas Arah x	84
Gambar 4. 52 BBS Slab Distribusi Layer 2 Atas Arah y	85
Gambar 4. 53 BBS Slab Distribusi Layer 3 Atas Arah x	86
Gambar 4. 54 BBS Slab Distribusi Layer 4 Atas Arah y	87
Gambar 4. 55 BBS Slab Distribusi Layer 5 Atas Arah x	88
Gambar 4. 56 BBS Slab Distribusi Layer 6 Atas Arah y	89
Gambar 4. 57 BBS Tie Beam As.8/(A-H)	90
Gambar 4. 58 BBS Tie Beam As.1/(A-H')	91
Gambar 4. 59 BBS Tie Beam As.A/(1-8)	92
Gambar 4. 60 BBS Tie Beam As.H'/(1-8)	93
Gambar 4. 61 Layout Optimization program cutting	94
Gambar 4. 62 Layout Optimization Input dan output program	95
Gambar 4. 63 Denah Rencana Optimalisasi Kolom B2	103
Gambar 4. 64 Desain Awal Kolom B2 Sebelum Konversi	104
Gambar 4. 65 Detail BBS konversi Kolom B2	107
Gambar 4. 66 Denah Metode kerja <i>Support</i> Pilecap & Slab	108
Gambar 4. 67 Perbandingan Waste Besi Beton Sebelum dan Sesudah di Optimalisasi	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Shopdrawing Pilecap	123
Lampiran 2 Detail Shopdrawing Pilecap Type P1-P3	124
Lampiran 3 Detail Shopdrawing Pilecap Type P3A-P4	125
Lampiran 4 Detail Shop Drawing Pilecap Tipe P25	126
Lampiran 5 Detail Shopdrawing Pilecap Type Potongan Detail P25	127
Lampiran 6 Detail Shopdrawing Pilecap Detail P40	127
Lampiran 7 Detail Shopdrawing Pilecap Detail Potongan P40	129
Lampiran 8 Detail Shopdrawing Slab Tulangan Raft distribusi	130
Lampiran 9 Detail Shopdrawing Raft Tulangan Bawah Arah x.....	131
Lampiran 10 Detail Shopdrawing Raft Tulangan Bawah Arah Y	132
Lampiran 11 Detail Shopdrawing Raft Tulangan Atas Arah x.....	133
Lmpiran 12 Detail Shopdrawing Raft Tulangan Atas Arah Y	134
Lampiran 13 Detail Shopdrawing Tie Beam P2	135
Lampiran 14 Sisa Potongan Besi Belum Teridentifikasi.....	136
Lampiran 15 Form Validasi Pakar	137
Lampiran 16 Matriks Hasil Validasi Pakar	144

UNIVERSITAS
MERCU BUANA