



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN APLIKASI *SOFTWARE* OPTIMASI
WASTE BESI PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON
BERTULANG PROYEK XYZ**

SKRIPSI

**MUHAMMAD KHADAFI
0404010546**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITY OF INDONESIA

**ANALYSIS OF SOWB APPLICATION USAGE AT
REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURE
XYZ PROJECT**

MINI THESIS

**MUHAMMAD KHADAFI
0404010546**

**ENGINEERING FACULTY UNIVERSITY OF INDONESIA
CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPOK
DECEMBER 2008**

848/FT.01/SKRIP/12/2008



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENGGUNAAN APLIKASI *SOFTWARE* OPTIMASI
WASTE BESI PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON
BERTULANG PROYEK XYZ**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik
di Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Indonesia**

**MUHAMMAD KHADAFI
0404010546**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
DESEMBER 2008**

848/FT.01/SKRIP/12/2008



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALYSIS OF SOWB APPLICATION USAGE AT
REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURE
XYZ PROJECT**

SKRIPSI

**Proposed as a requirement to obtain a Bachelor of Engineering's Degree
in Civil Engineering Study Program
Engineering Faculty University of Indonesia**

**MUHAMMAD KHADAFI
0404010546**

**FACULTY OF ENGINEERING UNIVERSITY OF INDONESIA
CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPOK
DECEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Khadafi

NPM : 0404010546

Tanda Tangan : 

Tanggal : 30 Desember 2008



STATEMENT OF ORIGINALITY

**This mini thesis is my original creation and all of the sources stated in this
mini thesis have been stated correctly**

Name : Muhammad Khadafi

NPM : 0404010546

Sign : 

Date : December 30th 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Muhammad Khadafi
NPM : 0404010546
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Aplikasi *Software* Optimasi
Waste Besi Pada Pekerjaan Struktur Beton
Bertulang Proyek XYZ

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ayomi Dita R, ST, MT ()

Pembimbing II : Budi Suanda, ST, MT ()

Penguji : Budi Purnomo W, ST, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2008

LEGAL NOTICE

This mini thesis is proposed by

Name : Muhammad Khadafi
NPM : 0404010546
Study Program : Teknik Sipil
Mini Thesis Title : Analisis Penggunaan Aplikasi *Software* Optimasi
Waste Besi Pada Pekerjaan Struktur Beton
Bertulang Proyek XYZ

Has been successfully defended in front of the Examiner Council and has been accepted as a requirement for Bachelor's title in Engineering in Civil Engineering Study Program Engineering Faculty, University of Indonesia

EXAMINER COUNCIL

1st Supervisor : Ayomi Dita R, ST, MT ()

2nd Supervisor : Budi Suanda, ST, MT ()

Examiner : Budi Purnomo W, ST, MT ()

Legalization place : Depok

Date : December 30th 2008

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 Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 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. Ibu Ayomi Dita R, ST, MT selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dan mendukung saya dalam penyusunan skripsi ini
2. Bapak Budi Suanda ST, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan inspirasi, menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
3. Pihak Proyek XYZ, Bapak Nurjaman, Bapak Amin Trisno Utomo, Ibu Suci Dwi Cahyani, Bapak Rahmat Saleh dan Bapak Joko Pramono yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan dan bersedia meluangkan waktunya
4. Bapak Dr. Ir. Yusuf Latief, MT selaku Ketua Kelompok Studi Manajemen Konstruksi yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis.
5. Ibu Leni Sagita ST, MT, Ibu Alin Veronika dan Bapak Bayu Aditya Firmansyah ST, MT selaku dosen kelompok studi Manajemen Konstruksi yang telah memberikan pelajaran dan membekali ilmu yang berharga.
6. Ibu Dr. Ir. Elly Tjahjono DEA selaku pembimbing akademis yang telah memberikan arahan dan bimbingannya selama kuliah di Departemen Teknik Sipil FTUI.
7. Seluruh dosen pengajar Teknik Sipil FTUI atas segala ilmu yang telah diberikan dan bimbingannya selama kuliah di Departemen Teknik Sipil FTUI.

8. Seluruh staf Teknik Sipil FTUI yang telah memberikan segala kemudahan selama kuliah di Departemen Teknik Sipil FTUI.
9. Ayah, Bunda, Tya dan Citra yang telah memberikan bantuan dukungan materil, moral dan doa.
10. Ratih Kusumawati yang selalu mendukung dan memberikan semangat setiap saat.
11. Seluruh teman angkatan 2004 yang telah menjadi keluarga kedua selama ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam segala hal.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu khususnya perkembangan dunia konstruksi di Indonesia.

Depok, 30 Desember 2008



Muhammad Khadafi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Khadafi

NPM : 0404010546

Program Studi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Penggunaan Aplikasi *Software* Optimasi *Waste* Besi
Pada Pekerjaan Struktur Beton Bertulang Proyek XYZ

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, 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.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 30 Desember 2008

Yang Menyatakan



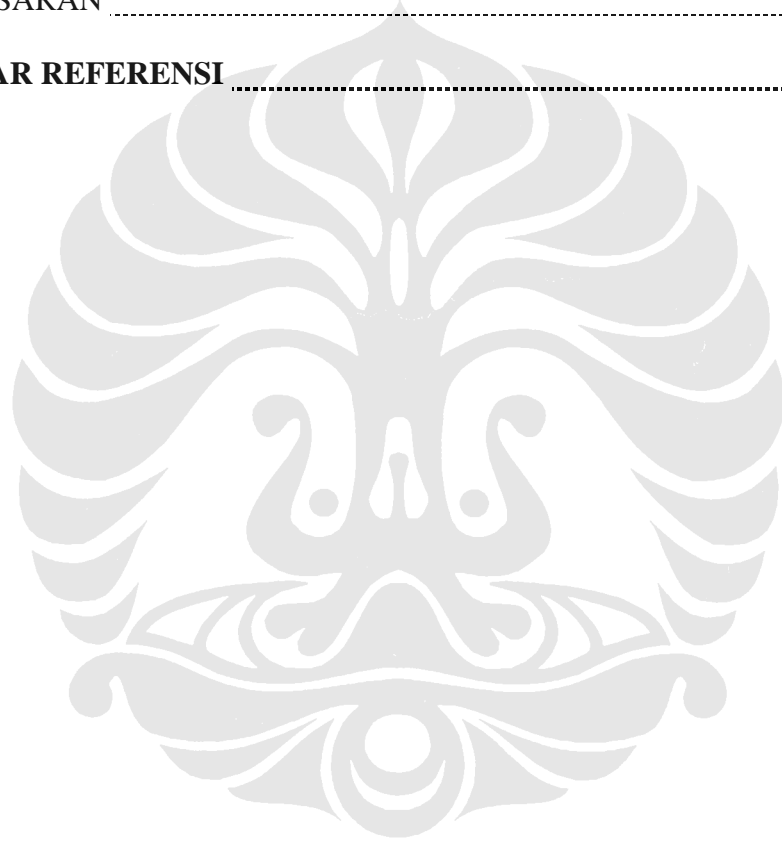
Muhammad Khadafi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
1. PENDAHULUAN	1
1. 1 LATAR BELAKANG PERMASALAHAN	1
1. 2 PERUMUSAN MASALAH	5
1. 2. 1 Deskripsi Masalah	5
1. 2. 2 Signifikansi Masalah	6
1. 2. 3 Rumusan Masalah	7
1. 3 TUJUAN PENELITIAN	7
1. 4 RUANG LINGKUP DAN BATASAN PENELITIAN	8
1. 5 PENELITIAN YANG RELEVAN	8
2. LANDASAN TEORI	13
2. 1 PENDAHULUAN	13
2. 2 PENGENDALIAN BIAYA MATERIAL	14
2. 2. 1 Biaya Material	21
2. 2. 2 Fungsi Pengendalian Biaya Material	23
2. 2. 3 Penyimpangan Biaya Material	27
2. 3 MANAJEMEN MATERIAL	29
2. 3. 1 Definisi Manajemen Material	29
2. 3. 2 Ruang dan Lingkup Manajemen Material	30
2. 3. 3 Fungsi dan Kegunaan Manajemen Material	31
2. 3. 4 Tahapan Manajemen Material	34
2. 3. 4. 1 Pengadaan material	34
2. 3. 4. 2 Penyimpanan material	35
2. 3. 4. 3 Penanganan material	36
2. 3. 4. 4 Pemakaian material	36
2. 4 SISA MATERIAL KONSTRUKSI	37
2. 4. 1 Pengertian Sisa Material Konstruksi	37
2. 4. 2 Jenis-Jenis Sisa Material Konstruksi	38
2. 4. 3 Klasifikasi Sisa Material Konstruksi	39
2. 4. 3. 1 <i>Direct Waste</i>	41
2. 4. 3. 2 <i>Indirect Waste</i>	43
2. 4. 4 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi	44
2. 4. 5 Penelitian-Penelitian Yang Dilakukan Negara Lain	49

2. 5 METODE OPTIMASI SISA MATERIAL BESI TULANGAN	52
2. 5. 1 Sisa Material Besi Tulangan	52
2. 5. 2 Penyebab Terjadinya Sisa Material Besi Tulangan	53
2. 5. 3 Pola Pemotongan Besi Tulangan	55
2. 5. 4 Metode Optimasi Algoritma	57
2. 5. 4. 1 Algoritma <i>Brute Force</i>	57
2. 5. 4. 2 Algoritma <i>Greedy</i>	58
2. 5. 4. 3 Algoritma Program Dinamis	58
2. 5. 5 <i>Automatic Rebar Detailing Concept</i> (ARDA)	60
2. 6 KESIMPULAN	62
3. METODOLOGI PENELITIAN	63
3. 1 PENDAHULUAN	63
3. 2 KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS PENELITIAN	63
3. 2. 1 Kerangka Pemikiran	63
3. 2. 2 Hipotesis Penelitian	64
3. 3 PERTANYAAN PENELITIAN	65
3. 4 PEMILIHAN METODE PENELITIAN	65
3. 5 METODE PENGUMPULAN DATA	66
3. 6 METODE ANALISA DATA	67
3. 7 KESIMPULAN	74
4. SOFTWARE OPTIMASI WASTE BESI (SOWB)	75
4. 1 PENDAHULUAN	75
4. 2 SISTEM APLIKASI <i>SOWB</i>	75
4. 2. 1 Fitur-Fitur Perangkat Lunak	76
4. 2. 2 Kebutuhan Fungsional	77
4. 2. 3 Kebutuhan Non Fungsional	77
4. 3 LANGKAH-LANGKAH PENGGUNAAN APLIKASI <i>SOWB</i>	78
4. 3. 1 Rekapitulasi <i>Bar Bending Schedule</i> (Bestat Besi)	81
4. 3. 2 <i>Input</i> Data Isian Aplikasi <i>SOWB</i>	82
4. 3. 3 <i>Output</i> Aplikasi <i>SOWB</i>	85
4. 4 FAKTOR PENGARUH SISA MATERIAL BESI TULANGAN	87
4. 5 LANGKAH OPTIMASI	90
4. 6 KESIMPULAN	92
5. ANALISIS PENELITIAN	94
5. 1 PENDAHULUAN	94
5. 2 TINJAUAN TEKNIS PROYEK	94
5. 3 PENGAMBILAN DATA	95
5. 4 PENGINTEPRETASIAN DATA	95
5. 5 PROSES INPUT DATA	96
5. 5. 1 Rekapitulasi <i>Bar Bending Schedule</i> (Bestat Besi)	96
5. 5. 2 <i>Input</i> Data Isian Aplikasi <i>SOWB</i>	102
5. 5. 3 <i>Output</i> Aplikasi <i>SOWB</i>	105
5. 6 HASIL PENELITIAN	106
5. 7 KESIMPULAN	109

6. TEMUAN DAN PEMBAHASAN	110
6. 1 PENDAHULUAN	110
6. 2 TEMUAN	111
6. 3 PEMBAHASAN	114
6. 3. 1 Pengabungan Zone Pelaksanaan (OPTIMASI 1)	114
6. 3. 2 Pemakaian <i>Waste</i> Untuk Pekerjaan Berikutnya (OPTIMASI 2)	124
6. 3. 3 Mengubah Tipe Potongan Besi Tulangan (OPTIMASI 3)	127
6. 3. 4 Konversi Diameter (OPTIMASI 4)	133
6. 4 KESIMPULAN	137
7. KESIMPULAN DAN SARAN	142
7. 1 KESIMPULAN	142
7. 2 SARAN	143
DAFTAR REFERENSI	144

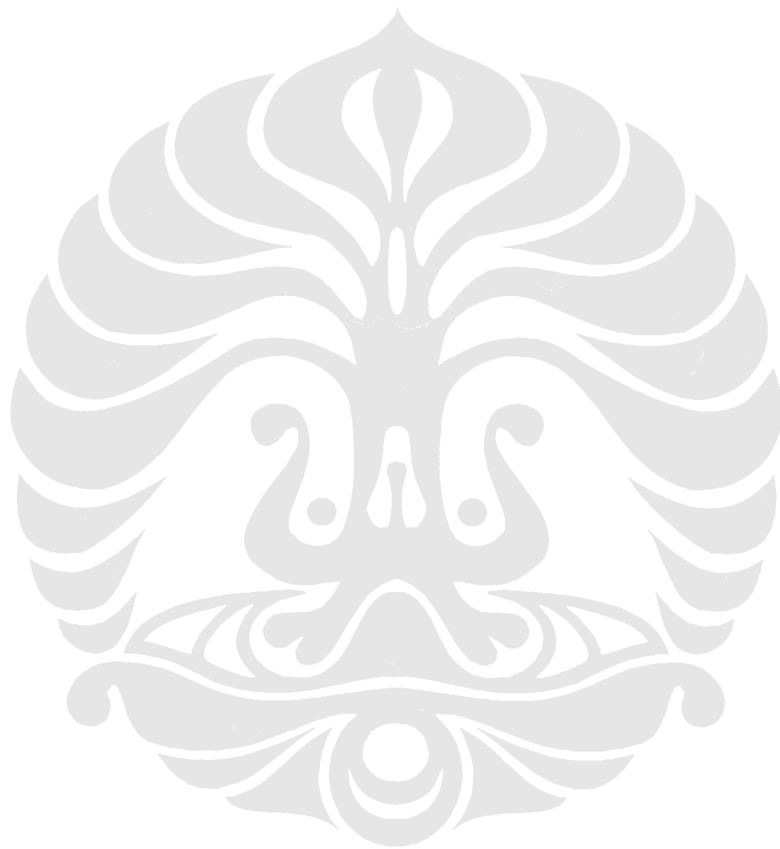


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Pengendalian Proyek (Ritz ; 1994).....	15
Gambar 2.2	Pola Pemotongan Menjadi 3 Bagian	55
Gambar 2.3	Pola Pemotongan Menjadi 2 Bagian	55
Gambar 2.4	Deskripsi Pola Pemotongan	56
Gambar 2.5	<i>Automatic Rebar Detailing Concept (ARDA)</i>	61
Gambar 3.1	Kerangka Pemikiran	64
Gambar 3.2	<i>Flow Chart</i> Perhitungan <i>Waste</i> Besi Tulangan.....	68
Gambar 3.3	Tampilan Input Dari <i>Software</i>	73
Gambar 3.4	Tampilan Output Dari <i>Software</i>	73
Gambar 4.1	Skema Umum Perangkat Lunak	76
Gambar 4.2	<i>Sub menu add-ins</i>	78
Gambar 4.3	<i>Interface add-ins</i>	79
Gambar 4.4	<i>Sub menu option</i>	79
Gambar 4.5	<i>Interface options</i>	80
Gambar 4.6	<i>Interface security</i>	80
Gambar 4.7	<i>Interface security warning</i>	81
Gambar 4.8	<i>Interface password</i>	81
Gambar 4.9	Contoh rekapitulasi bestat besi tulangan	83
Gambar 4.10	Pengurutan panjang potongan besi tulangan	83
Gambar 4.11	Input Data Isian <i>Software</i>	85
Gambar 4.12	Output <i>Software</i>	86
Gambar 4.13	Pola Pemotongan menjadi 2 bagian.....	86

Gambar 4.14	Pola Pemotongan menjadi 3 bagian	87
Gambar 4.15	Contoh Komposisi Ukuran Potongan	88
Gambar 4.16	Contoh Variasi Ukuran Potongan	88
Gambar 4.17	Contoh Variasi Diameter	89
Gambar 4.18	Contoh Volume Masing-Masing Potongan	89
Gambar 4.19	Langkah-Langkah Optimasi	90
Gambar 4.20	Langkah-langkah optimasi	91
Gambar 4.21	Distribusi Momen Pada Balok	92
Gambar 5.1	Output <i>Software</i> pekerjaan diafragma wall untuk diameter 32 (Sheet 29)	106
Gambar 5.2	Komposisi Berat dan <i>Waste</i> Besi Tulangan Per Diameter (Dalam Kg)	108
Gambar 6.1	Grafik kumulatif persentase komponen pekerjaan vs kumulatif persentase total berat <i>waste</i>	113
Gambar 6.2	Perbandingan hasil optimasi 1 pada sheet 28 dan sheet 32.....	118
Gambar 6.3	Perbandingan hasil optimasi 1 pada sheet 35 dan sheet 42.....	119
Gambar 6.4	Perbandingan hasil optimasi 1 pada sheet 3 dan sheet 27.....	122
Gambar 6.5	Diagram Perbandingan <i>Waste</i> Berat Besi Tulangan Pada OPTIMASI 1 (Dalam Kg)	123
Gambar 6.6	Diagram Perbandingan Total Berat Besi Tulangan Pada OPTIMASI 2 (Dalam Kg)	129
Gambar 6.7	Ilustrasi distribusi momen maksimum	130
Gambar 6.8	Pola Pemotongan Awal Pekerjaan Diafragma Wall Panel 1	131
Gambar 6.9	Pola Pemotongan Baru Pekerjaan Diafragma Wall Panel 1	132
Gambar 6.10	Diagram Perbandingan Total Berat dan Total <i>Waste</i> Pada OPTIMASI 3 (Dalam Kg)	134
Gambar 6.11	Diagram Perbandingan Total Berat <i>Waste</i> Pada OPTIMASI 3 dan 4 (Dalam Kg)	138

- Gambar 6.12 Diagram Perbandingan Total Berat Besi dan Total *Waste* Pada Proses Awal, Langkah OPTIMASI 1, 2, 3 dan 4 (Dalam Kg) 139
- Gambar 6.13 Flow Chart Sistem Optimasi *Waste* Besi Tulangan Dengan Menggunakan Aplikasi *SOWB* 141



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Komposisi Nilai Sisa Material (<i>Waste</i>) Besi Tulangan.....	2
Tabel 1.2	Komposisi Biaya Material Besi Tulangan.....	3
Tabel 2.1	Proses Pengendalian Material	18
Tabel 2.2	Proses Pengendalian Material	33
Tabel 2.3	Sumber dan Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi	45
Tabel 2.4	Sumber dan Penyebab Terjadinya Sisa Material Konstruksi	47
Tabel 2.5	Faktor Penyebab dan Meminimalisasi Sisa Material	48
Tabel 3.1	Strategi Penelitian Untuk Berbagai Situasi	65
Tabel 3.2	Input Kebutuhan Besi Tulangan	68
Tabel 3.3	Beberapa Cara Pemotongan Besi Tulangan	69
Tabel 3.4	Simulasi Perhitungan <i>Waste</i> Besi Tulangan Dengan Metode Lama.....	71
Tabel 3.5	Simulasi Perhitungan <i>Waste</i> Besi Tulangan Dengan <i>Software</i>	72
Tabel 4.1	Contoh Bestat Besi Tulangan	82
Tabel 5.1	Luas Lantai	95
Tabel 5.2	Contoh Bestat Besi Tulangan untuk Pekerjaan Diafragma Wall ..	97
Tabel 5.3	Rekapitulasi Bestat Besi Tulangan Proyek XYZ	101
Tabel 5.4	Contoh data kompilasi bestat besi tulangan yang telah diurutkan dari yang terbesar ke terkecil sesuai diameter pada pekerjaan diafragma wall.....	103
Tabel 5.5	Contoh data input bestat besi tulangan untuk pekerjaan diafragma wall.....	104
Tabel 5.6	Contoh data input bestat besi tulangan untuk pekerjaan diafragma wall yang telah dijumlahkan.....	105

Tabel 5.7	Total Nilai <i>Waste</i> Besi Tulangan Proyek GPO Departemen Pertahanan RI.....	107
Tabel 6.1	Perbandingan hasil optimasi 1 pada sheet 28 dan sheet 32.....	118
Tabel 6.2	Perbandingan hasil optimasi 1 pada sheet 35 dan sheet 42.....	119
Tabel 6.3	Perbandingan hasil optimasi 1 pada sheet 3 dan sheet 27.....	121
Tabel 6.4	Total Nilai <i>Waste</i> Besi Tulangan Setelah OPTIMASI 1.....	123
Tabel 6.5	Simulasi Pemakaian <i>Waste</i> Untuk Pekerjaan Berikutnya	125
Tabel 6.6	Data Input Baru Untuk Sheet 35	126
Tabel 6.7	Data Input Baru Untuk Sheet 73	126
Tabel 6.8	Data Input Baru Untuk Sheet 27	127
Tabel 6.9	Data Input Baru Untuk Sheet 1	127
Tabel 6.10	Total Nilai <i>Waste</i> Besi Tulangan Setelah OPTIMASI 2.....	133
Tabel 6.11	Total Nilai <i>Waste</i> Besi Tulangan Setelah OPTIMASI 3.....	136
Tabel 6.12	Perhitungan Banyak Besi Tulangan Untuk Pekerjaan Pelat Basement 2 pada OPTIMASI 4.....	136
Tabel 6.13	Perhitungan Banyak Besi Tulangan Untuk Pekerjaan Pelat Basement 1 pada OPTIMASI 4.....	137
Tabel 6.14	Perhitungan Banyak Besi Tulangan Untuk Pekerjaan Balok Basement 1 pada OPTIMASI 4.....	138
Tabel 6.15	Total Nilai <i>Waste</i> Besi Tulangan Setelah OPTIMASI 4.....	135

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Halaman Judul Lampiran	147
Lampiran 2	Risalah Skripsi	148
Lampiran 3	<i>Bar Bending Schedule (BBS)</i> Bestat Besi Tulangan	150
Lampiran 4	Rekapitulasi <i>Bar Bending Schedule (BBS)</i> Bestat Besi Tulangan	166
Lampiran 5	Daftar Sheet Output SOWB Proyek XYZ	167
Lampiran 6	Output Aplikasi SOWB Proyek XYZ	169
Lampiran 7	Rekapitulasi Output SOWB Proyek XYZ	256
Lampiran 8	Rekapitulasi Output SOWB Per Diameter Proyek XYZ.....	257
Lampiran 9	Total <i>Waste</i> SOWB Proses Awal Proyek XYZ	258
Lampiran 10	Analisis Hukum Distribusi Pareto	259
Lampiran 11	Output Aplikasi SOWB OPTIMASI 1	261
Lampiran 12	Rekapitulasi Output SOWB Per Diameter Pada OPTIMASI 1 Proyek XYZ	264
Lampiran 13	Total <i>Waste</i> SOWB OPTIMASI 1 Proyek XYZ	265
Lampiran 14	Rekapitulasi Nilai <i>Waste</i> SOWB Proyek XYZ	266
Lampiran 15	Output Aplikasi SOWB OPTIMASI 2	272
Lampiran 16	Rekapitulasi Output SOWB Per Diameter Pada OPTIMASI 2 Proyek XYZ	276
Lampiran 17	Total <i>Waste</i> SOWB OPTIMASI 2 Proyek XYZ	277
Lampiran 18	Bar Bending Schedule (BBS) / Bestat Besi Tulangan Baru Diafragma Wall Setelah OPTIMASI 3.....	278
Lampiran 19	Output Aplikasi SOWB OPTIMASI 3	280
Lampiran 20	Rekapitulasi Output SOWB Per Diameter Pada OPTIMASI 3 Proyek XYZ	283

Lampiran 21	Total Waste SOWB OPTIMASI 3 Proyek XYZ	284
Lampiran 22	Rekapitulasi Output SOWB Per Diameter Pada OPTIMASI 4 Proyek XYZ	285
Lampiran 23	Total Waste SOWB OPTIMASI 4 Proyek XYZ	286

