



LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
ANALISIS VOLUME DAN *WASTE MATERIAL* PENULANGAN *BOX*
UNDERPASS* MENGGUNAKAN METODE PEMODELAN *BUILDING
***INFORMATION MODELING* (STUDI KASUS: PROYEK TOL PROBOLINGGO**
- BANYUWANGI)

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan ujian

Rena Dwi Lusiana
NIM. 212038

Yusuf Rizal Mahendra
NIM. 212048

Program Studi Teknologi Konstruksi Jalan dan Jembatan

Semarang, Agustus 2024

Pembimbing I Politeknik PU
(Internal)

Pembimbing II Politeknik PU
(Internal)

Bhima Dhanardono, S.T., M.Eng
NIP. 198202082010121003

Adityo Budi Utomo, S.T., M.Eng
NIP. 198606242009121001

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI KONSTRUKSI JALAN DAN JEMBATAN
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM
TAHUN 2024

**ANALISIS VOLUME DAN WASTE MATERIAL PENULANGAN
BOX UNDERPASS MENGGUNAKAN METODE PEMODELAN
BUILDING INFORMATION MODELING
(STUDI KASUS: PROYEK TOL PROBOLINGGO - BANYUWANGI)**

**Tugas Akhir disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli
Madya Teknik (A.Mdt)
Politeknik Pekerjaan Umum Semarang**

Oleh :

**1. Rena Dwi Lusiana
NIM. 212038**

**2. Yusuf Rizal Mahendra
NIM. 212048**

Tanggal Ujian : 20 Agustus 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji : Bhima Dhanardono, S.T., M.Eng.

Sekretaris : Adityo Budi Utomo, S.T., M.Eng.

Penguji 1 : Gitaning Primaswari, S.T., M.T.

Penguji 2 : Yanida Agustina, S.ST., M.T.

()
()
()
()

Mengesahkan,
Ka Prodi Teknologi Konstruksi Jalan dan Jembatan



Laely Fitria Hidayatiningrum S.T., M.Eng., M.Sc.
NIP. 198108042005022002

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1 / NIM : Rena Dwi Lusiana / 212038

Nama Mahasiswa 2 / NIM : Yusuf Rizal Mahendra / 212048

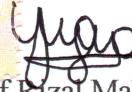
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Volume dan *Waste Material* Penulangan *Box Underpass* menggunakan Metode Pemodelan *Building Information Modeling* (Studi Kasus : Proyek Tol Probolinggo-Banyuwangi)” ini adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi maupun, serta bukan karya jiplakan/plagiat. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak maupun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Semarang, 20 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Rena Dwi Lusiana
NIM. 212038



Yusuf Rizal Mahendra
NIM. 212048

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir untuk semester 6 dengan judul “**Analisis Volume dan Waste Material Penulangan Box Underpass Menggunakan Metode Pemodelan Building Information Modeling (Studi Kasus : Proyek Tol Probolinggo-Banyuwangi)**” Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan diploma III di Politeknik Pekerjaan Umum. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang telah membantu dari awal hingga akhir proses penulisan. Dengan penuh rasa hormat, kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang memberikan dukungan, dan doa terbaik sehingga penyelesaian tugas akhir dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Brawijaya S.E, M.Eng.I.E, MSCE, Ph.D, selaku Direktur Politeknik Pekerjaan Umum;
3. Ibu Laely Fitria Hidayatiningrum S.T., M.Eng., M.Sc., selaku Kepala Program Studi Teknologi Konstruksi Jalan dan Jembatan;
4. Bhima Dhanardono, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan baik secara virtual maupun secara langsung.
5. Adityo Budi Utomo, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan baik secara virtual maupun secara langsung.
6. Bagus AdipANJI Kuncoro, S.T., selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan bimbingan dan tugas selama pelaksanaan magang, baik di kantor maupun di lapangan.
7. Seluruh staff PT PP Proyek Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3 yang turut membantu dan membimbing penulis selama di proyek.
8. Seluruh teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungannya kepada penulis.

Penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun terkait tugas akhir ini, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi dan pembelajaran, serta referensi bagi seluruh pihak.

Semarang, 20 Agustus 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Material Konstruksi.....	6
2.2 Baja Tulangan.....	7
2.2.1 Baja Tulangan Beton Polos.....	7
2.2.2 Baja Tulangan Beton Sirip.....	8
2.3 <i>Waste material</i>	10
2.4 <i>Bar bending schedule (BBS)</i>	11
2.5 <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	12
2.5.1 <i>Sejarah Building Information Modeling</i>	13
2.5.2 <i>Keunggulan Building Information Modeling</i>	14
2.6 Autodesk Revit.....	14

2.6.1	Kelebihan Autodesk Revit	15
2.7	<i>Cutting Optimization Pro</i>	16
2.8	Efisiensi.....	16
2.9	Penelitian Terdahulu.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		20
3.1	Bagan Alir dan Jenis Penelitian.....	20
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.3	Subjek Penelitian.....	22
3.4	Etika Penelitian	23
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	23
3.6	Metode Pengolahan Data dan Analisis Data	23
3.6.1	Tahap Pemodelan Struktur <i>3D</i>	23
3.6.2	Tahap Pemodelan Penulangan	61
3.6.3	Tahap Analisis.....	90
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		96
4.1	Hasil Analisis Volume dan <i>Waste material</i>	96
4.1.1	<i>Quantity Take-Off</i> Volume Penulangan.....	96
4.1.2	Perbandingan Volume Penulangan	102
4.1.3	Analisis <i>Waste material</i>	106
4.1.4	Perbandingan <i>Waste material</i>	118
4.2	Pembahasan.....	122
4.2.1	Analisis Volume	122
4.2.2	Analisis <i>Waste material</i>	124
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		126
5.1	Kesimpulan	126
5.2	Saran.....	126
DAFTAR PUSTAKA		xix



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Quantity Take-Off Penulangan Box Underpass dari Pemodelan BIM	96
Tabel 4. 2	Rekapitulasi Volume Penulangan Pemodelan Autodesk Revit	97
Tabel 4. 3	Rekapitulasi Volume Penulangan berdasarkan Perhitungan Konvensional.	101
Tabel 4. 4	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Box Underpass</i>	103
Tabel 4. 5	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Box Culvert</i> 12 Meter.....	103
Tabel 4. 6	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Box Culvert</i> 8 Meter.....	104
Tabel 4. 7	Perbandingan Volume Pekerjaan Plat Injak	104
Tabel 4. 8	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Wingwall</i> 14 Meter.....	104
Tabel 4. 9	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Wingwall</i> 16 Meter.....	105
Tabel 4. 10	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Wingwall</i> 17 Meter.....	105
Tabel 4. 11	Perbandingan Volume Pekerjaan <i>Wingwall</i> 21 Meter.....	106
Tabel 4. 12	Hasil Optimasi Penulangan <i>Box Underpass</i>	106
Tabel 4. 13	Data Kombinasi Penulangan <i>Box Underpass</i>	108
Tabel 4. 14	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Box Underpass</i>	108
Tabel 4. 15	Hasil Optimasi Penulangan <i>Box Culvert</i> 12 M.....	109
Tabel 4. 16	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Box Culvert</i> 12 Meter.....	109
Tabel 4. 17	Hasil Optimasi Penulangan <i>Box Culvert</i> 8 Meter	110
Tabel 4. 18	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Box Culvert</i> 8 Meter.....	111
Tabel 4. 19	Hasil Optimasi Penulangan Plat Injak	111
Tabel 4. 20	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan Plat Injak	112
Tabel 4. 21	Hasil Optimasi Penulangan Plat Injak <i>Wingwall</i> 14 Meter.....	113
Tabel 4. 22	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 14 Meter	113
Tabel 4. 23	Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 16 Meter	114
Tabel 4. 24	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 16 Meter	115
Tabel 4. 25	Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 17 Meter	115
Tabel 4. 26	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 17 Meter	116
Tabel 4. 27	Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 21 Meter	117
Tabel 4. 28	Rekapitulasi Hasil Optimasi Penulangan <i>Wingwall</i> 21 Meter	118
Tabel 4. 29	Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Box underpass</i>	118
Tabel 4. 30	Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Box Culvert</i> 12 Meter.....	119
Tabel 4. 31	Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Box Culvert</i> 8 Meter.....	119
Tabel 4. 32	Perbandingan <i>Waste Material</i> pada Plat Injak	120

Tabel 4. 33 Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Wingwall</i> 14 Meter.....	120
Tabel 4. 34 Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Wingwall</i> 16 Meter.....	121
Tabel 4. 35 Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Wingwall</i> 17 Meter.....	121
Tabel 4. 36 Perbandingan <i>Waste Material</i> pada <i>Wingwall</i> 21 Meter.....	122
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Perbandingan Volume Penulangan.....	123
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Perbandingan <i>Waste material</i>	124



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baja Tulangan Beton Polos (BjTP).....	7
Gambar 2. 2 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos (BjTP).....	8
Gambar 2. 3 Ukuran dan Toleransi Baja Tulangan Beton Polos (BjTP)	8
Gambar 2. 4 Baja Tulangan Beton Ulir (BjTS)	9
Gambar 2. 5 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip (BjTS).....	9
Gambar 2. 6 Ukuran dan Toleransi Baja Tulangan Beton Sirip	10
Gambar 2. 7 <i>Bar Bending Schedule</i>	12
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir	21
Gambar 3. 2 Tampak Depan Struktur <i>Box Underpass</i> beserta Elemennya	22
Gambar 3. 3 <i>Tab File</i> Autodesk Revit	24
Gambar 3. 4 Opsi <i>New</i> pada Autodesk Revit.....	24
Gambar 3. 5 Tampilan <i>New Project</i> Autodesk Revit	24
Gambar 3. 6 Tampilan Folder <i>Templates</i> Autodesk Revit	25
Gambar 3. 7 Tampilan <i>New Project</i> Autodesk Revit.....	25
Gambar 3. 8 Tampilan <i>Project Baru</i> Autodesk Revit	25
Gambar 3. 9 Tampilan <i>Elevation East</i> pada Bidang Kerja	26
Gambar 3. 10 <i>Level</i> untuk Membuat Ketinggian.....	26
Gambar 3. 11 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Level</i>	26
Gambar 3. 12 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Level</i>	27
Gambar 3. 13 <i>Scale</i> untuk Skala Bidang Kerja	27
Gambar 3. 14 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Level</i>	27
Gambar 3. 15 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Level</i>	28
Gambar 3. 16 Tampilan <i>Tab Insert</i> pada Autodesk Revit	28
Gambar 3. 17 Tampilan <i>Import CAD</i> untuk Memasukan Gambar <i>2D</i>	29
Gambar 3. 18 Tampilan <i>Project</i> beserta Gambar <i>2D</i>	29
Gambar 3. 19 Tampilan <i>Tab Structure</i>	30
Gambar 3. 20 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Grid</i>	30
Gambar 3. 21 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Grid</i>	30
Gambar 3. 22 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Grid</i>	31
Gambar 3. 23 Tampilan Bidang Kerja Pembuatan <i>Section</i> Memanjang dan Melintang	31
Gambar 3. 24 Tampilan <i>Tab Structure</i> untuk Pembuatan Model <i>3D</i>	32
Gambar 3. 25 Tampilan <i>Dialog Box</i> untuk Pemilihan Struktur <i>3D</i>	32

Gambar 3. 26 Tampilan <i>Dialog Box</i> untuk Penamaan Struktur <i>3D</i>	32
Gambar 3. 27 Tampilan Alat <i>Sweep Blend</i> untuk Memodelkan Struktur <i>3D</i>	33
Gambar 3. 28 Tampilan <i>Sketch Path</i> untuk Memodelkan Struktur <i>3D</i>	33
Gambar 3. 29 Tampilan Pembuatan Garis <i>As Box Underpass</i>	33
Gambar 3. 30 Tampilan Alat <i>Profil</i> untuk Pembuatan Penampang <i>Box Underpass</i>	33
Gambar 3. 31 Tampilan <i>Dialog Box</i> untuk Memodelkan Penampang <i>Box Underpass</i> ..	34
Gambar 3. 32 Pembuatan Penampang <i>Box Underpass</i>	34
Gambar 3. 33 Tampilan Profil untuk Pembuatan Penampang Kedua <i>Box Underpass</i> ...	34
Gambar 3. 34 Tampilan <i>Dialog Box</i> Pemilihan <i>Section</i> untuk Pembuatan Penampang.	35
Gambar 3. 35 Tampilan Pembuatan Penampang Kedua <i>Box Underpass</i>	35
Gambar 3. 36 Tampilan Profil untuk Pembuatan Penampang Kedua <i>Box Underpass</i> ...	36
Gambar 3. 37 Tampilan Penempatan Kedua Penampang <i>Box Underpass</i>	36
Gambar 3. 38 Tampilan Alat <i>Edit Profile Box Underpass</i>	36
Gambar 3. 39 Tampilan Penempatan Penampang/ <i>Profile Box Underpass</i>	37
Gambar 3. 40 Tampilan <i>Finish Edit Mode</i>	37
Gambar 3. 41 Tampak Atas <i>BUP Skew</i>	37
Gambar 3. 42 Tampilan <i>3D</i> Pemodelan <i>Box Underpass</i>	38
Gambar 3. 43 Tampilan <i>3D View BUP Sta 24+017</i>	38
Gambar 3. 44 Tampilan Pembuatan <i>Void Box Underpass</i>	38
Gambar 3. 45 Tampilan Penempatan <i>Box Underpass</i> Sesuai Acuan <i>CAD</i>	39
Gambar 3. 46 Tampilan <i>Edit Sweep Blend</i>	39
Gambar 3. 47 Tampilan Alat <i>Edit Profile</i> Untuk Mengedit Penampang	39
Gambar 3. 48 Tampilan “ <i>Go To View</i> ”	40
Gambar 3. 49 Tampilan Pembuatan Penampang <i>Box Underpass</i>	40
Gambar 3. 50 Tampilan <i>Edit Profile</i>	40
Gambar 3. 51 Tampilan “ <i>Go To View</i> ” Pemilihan <i>Section</i>	41
Gambar 3. 52 Tampilan <i>Finish Edit Mode</i>	41
Gambar 3. 53 Tampilan <i>Default 3D View</i>	41
Gambar 3. 54 Tampilan Pembuatan <i>Void Box Underpass</i>	42
Gambar 3. 55 Tampilan Alat <i>Cut Geometry</i> untuk Memotong Objek	42
Gambar 3. 56 Tampilan Akhir <i>Box Underpass</i>	42
Gambar 3. 57 Tampilan “ <i>Finish Model</i> ” untuk Penyelesaian Pembuatan Model <i>3D</i>	43
Gambar 3. 58 Tampilan <i>Tab Structure</i> untuk Pembuatan Model <i>3D</i>	43
Gambar 3. 59 Tampilan <i>Family Category and Parameters</i>	44

Gambar 3. 60 Tampilan <i>Rename Struktur</i> untuk Pembuatan Model 3D	44
Gambar 3. 61 Tampilan <i>Extrusion</i> Pembuatan Model 3D	44
Gambar 3. 62 Tampilan Penampang Pembuatan Model 3D	45
Gambar 3. 63 Tampilan Input Ketebalan Plat Injak	45
Gambar 3. 64 Tampilan “ <i>Finish Model</i> ” untuk Penyelesaian Pembuatan Model 3D.....	45
Gambar 3. 65 Tampilan 3D Plat Injak.	46
Gambar 3. 66 Tampilan Mengatur <i>Level</i> Plat Injak	46
Gambar 3. 67 Tampilan “ <i>Finish Model</i> ” Untuk Penyelesaian Pembuatan Model 3D....	46
Gambar 3. 68 Tampilan 3D Plat Injak	47
Gambar 3. 69 Tampilan Penyelesaian Pembuatan Model 3D Plat Injak	47
Gambar 3. 70 Tampilan Pembuatan <i>Section Wingwall</i>	48
Gambar 3. 71 Tampilan Penyelesaian Pembuatan Struktur Model 3D <i>Wingwall</i>	48
Gambar 3. 72 Tampilan <i>Tab Create</i> Untuk Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	48
Gambar 3. 73 Tampilan <i>Sketch Path</i> Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	49
Gambar 3. 74 Tampilan Pembuatan Garis Acuan Model 3D <i>Wingwall</i>	49
Gambar 3. 75 Tampilan <i>Edit Profile</i> Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	49
Gambar 3. 76 Tampilan Pemilihan <i>Section</i> Untuk Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	50
Gambar 3. 77 Tampilan Pembuatan Penampang Model 3D <i>Wingwall</i>	50
Gambar 3. 78 Tampilan Pembuatan <i>Void Forms</i> Model 3D <i>Wingwall</i>	50
Gambar 3. 79 Tampilan Pembuatan Garis Acuan Model 3D <i>Wingwall</i>	51
Gambar 3. 80 Tampilan Pemilihan <i>Section</i> Pembuatan Penampang Memanjang	51
Gambar 3. 81 Tampilan Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	52
Gambar 3. 82 Tampilan <i>Finish Edit Mode</i> Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	52
Gambar 3. 83 Tampilan <i>Default 3D View</i>	52
Gambar 3. 84 Tampilan Penyelesaian Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i>	53
Gambar 3. 85 Tampilan Pembuatan <i>Section</i> Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter	53
Gambar 3. 86 Tampilan <i>Dialog Box</i> Pemilihan Struktur untuk Model <i>Wingwall</i>	54
Gambar 3. 87 Tampilan <i>Tab Create</i> untuk Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter.....	54
Gambar 3. 88 Tampilan <i>Sketch Path</i> Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter.....	54
Gambar 3. 89 Tampilan Pembuatan Garis Acuan Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter	55
Gambar 3. 90 Tampilan <i>Edit Profile</i> Pembuatan Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter	55
Gambar 3. 91 Tampilan Pemilihan <i>Section</i>	55
Gambar 3. 92 Tampilan Pembuatan Penampang Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter	56
Gambar 3. 93 Tampilan Pembuatan <i>Void Forms</i> Model 3D <i>Wingwall</i> 14 Meter	56

Gambar 3. 94 Tampilan Pembuatan Garis Acuan Model <i>3D Wingwall</i> 14 Meter	57
Gambar 3. 95 Tampilan Pemilihan <i>Section</i> Model <i>3D Wingwall</i> 14 Meter.....	57
Gambar 3. 96 Tampilan Pembuatan Model <i>3D Wingwall</i> 14 Meter.....	58
Gambar 3. 97 Tampilan <i>Finish Edit Mode</i> Model <i>3D Wingwall</i> 14 Meter.....	58
Gambar 3. 98 Tampilan Pembuatan <i>Section</i> Model <i>3D Wingwall</i> 14 Meter	58
Gambar 3. 99 Tampilan Penyelesaian Pembuatan Model <i>3D Wingwall</i> 14 Meter	59
Gambar 3. 100 Tampilan <i>Extrusion</i> Pembuatan Model <i>3D Box Culvert</i>	59
Gambar 3. 101 Tampilan <i>Void Extrusion</i> Pembuatan Model <i>3D Box Culvert</i>	60
Gambar 3. 102 Tampilan <i>Cut Geometry</i> untuk Pemotongan Model <i>3D</i>	60
Gambar 3. 103 Tampilan <i>Cut Geometry</i> untuk Pemotongan Model <i>3D</i>	61
Gambar 3. 104 Tampilan Hasil Pembuatan Model <i>3D Box Culvert</i>	61
Gambar 3. 105 Tampilan Pembuatan <i>Section</i> Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	62
Gambar 3. 106 Tampilan Pengaturan <i>Cover</i> Tulangan <i>Box Underpass</i>	62
Gambar 3. 107 Tampilan Pengaturan <i>Cover</i> Tulangan <i>Box Underpass</i>	62
Gambar 3. 108 Tampilan <i>Cover</i> Tulangan <i>Box Underpass</i>	63
Gambar 3. 109 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	63
Gambar 3. 110 Tampilan Pemilihan <i>Placement Orientation</i>	63
Gambar 3. 111 Tampilan Pemilihan Bentuk Tulangan <i>Box Underpass</i>	64
Gambar 3. 112 Tampilan Penamaan Penulangan <i>Box Underpass</i>	64
Gambar 3. 113 Tampilan Pengaturan Panjang Tulangan	64
Gambar 3. 114 Tampilan Pengaturan <i>Rebar Set</i>	65
Gambar 3. 115 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	65
Gambar 3. 116 Tampilan Pemilihan Bentuk Tulangan	65
Gambar 3. 117 Tampilan Penamaan Penulangan <i>Box Underpass</i>	66
Gambar 3. 118 Tampilan Pengaturan Panjang Penulangan	66
Gambar 3. 119 Tampilan Pengaturan <i>Rebar Set</i>	66
Gambar 3. 120 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	67
Gambar 3. 121 Tampilan Pemilihan Bentuk Tulangan	67
Gambar 3. 122 Tampilan Penamaan <i>Type</i> Penulangan	68
Gambar 3. 123 Tampilan Pengaturan Panjang Penulangan	68
Gambar 3. 124 Tampilan Pengaturan <i>Rebar Set</i>	68
Gambar 3. 125 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	69
Gambar 3. 126 Tampilan Pengeditan Bentuk Tulangan	69
Gambar 3. 127 Tampilan Penamaan <i>Type</i> Tulangan.....	70

Gambar 3. 128 Tampilan Pengaturan Panjang Tulangan pada <i>Properties</i>	70
Gambar 3. 129 Tampilan Input <i>Rebar Set</i> untuk Mengatur <i>Spacing</i> Tulangan	70
Gambar 3. 130 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	71
Gambar 3. 131 Tampilan Pengaturan Bentuk <i>Hook</i> Tulangan	71
Gambar 3. 132 Tampilan Penamaan <i>Type</i> Tulangan.....	72
Gambar 3. 133 Tampilan <i>Type Properties</i> untuk Mengatur <i>Hook</i> Tulangan.....	72
Gambar 3. 134 Tampilan <i>Properties</i> untuk Mengatur Model Penulangan	72
Gambar 3. 135 Tampilan <i>Rebar Set</i> Untuk Mengatur <i>Spacing</i>	73
Gambar 3. 136 Tampilan Penampang Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	73
Gambar 3. 137 Tampilan Hasil Akhir Penulangan <i>Box Underpass</i>	73
Gambar 3. 138 Tampilan <i>Default 3D View Model</i> Penulangan <i>Box Underpass</i>	74
Gambar 3. 139 Tampilan Pembuatan <i>Section</i> Model Penulangan Plat Injak	74
Gambar 3. 140 Tampilan Pengaturan <i>Cover</i> Penulangan Plat Injak.....	74
Gambar 3. 141 Tampilan Pembuatan <i>Cover</i> Tulangan Plat Injak.....	75
Gambar 3. 142 Tampilan Awal Masuk Bidang Kerja Model Penulangan Plat Injak.....	75
Gambar 3. 143 Tampilan Pemilihan <i>Placement Orientation</i> Penulangan Plat Injak.....	75
Gambar 3. 144 Tampilan Pemilihan Diameter Model Penulangan Plat Injak	76
Gambar 3. 145 Tampilan Pengaturan Tulangan Plat Injak pada <i>Type Properties</i>	76
Gambar 3. 146 Tampilan Pemilihan <i>Rebar Shape</i> Model Penulangan Plat Injak	76
Gambar 3. 147 Tampilan Pemilihan <i>Rebar Shape</i> Model Penulangan Plat Injak	77
Gambar 3. 148 Tampilan Pengaturan <i>Rebar Set</i> Model Penulangan Plat Injak	77
Gambar 3. 149 Tampilan Pengaturan Panjang Penulangan Plat Injak.....	77
Gambar 3. 150 Tampilan Pembuatan Model Penulangan Plat Injak	78
Gambar 3. 151 Tampilan Pengandaan Penulangan.....	78
Gambar 3. 152 Tampilan Pembuatan Model Penulangan Plat Injak	79
Gambar 3. 153 Tampilan <i>3D</i> Penulangan Plat Injak.....	79
Gambar 3. 154 Tampilan Pembuatan <i>Section Wingwall</i> 14 Meter	80
Gambar 3. 155 Tampilan Pengaturan Diameter Tulangan <i>Wingwall</i> 14 Meter	80
Gambar 3. 156 Tampilan Pembuatan Tulangan <i>Wingwall</i> 14 Meter	81
Gambar 3. 157 Tampilan Pemilihan <i>Rebar Shape</i> <i>Wingwall</i> 14 Meter	81
Gambar 3. 158 Tampilan Pengaturan <i>Rebar Set</i> <i>Wingwall</i> 14 Meter	82
Gambar 3. 159 Tampilan Pembuatan <i>Section Wingwall</i> 16 Meter	82
Gambar 3. 160 Tampilan Pengaturan Diameter Tulangan <i>Wingwall</i> 16 Meter	83
Gambar 3. 161 Tampilan Pembuatan Tulangan <i>Wingwall</i> 16 Meter	83

Gambar 3. 162 Tampilan Pemilihan <i>Rebar Shape Wingwall</i> 16 Meter	84
Gambar 3. 163 Tampilan Pembuatan <i>Section Wingwall</i> 17 Meter	84
Gambar 3. 164 Tampilan Pengaturan Diameter dan Bentuk Tulangan <i>Wingwall</i>	85
Gambar 3. 165 Tampilan Pemilihan <i>Rebar Set Wingwall</i> 17 Meter	85
Gambar 3. 166 Tampilan Pembuatan Tulangan <i>Wingwall</i> 17 Meter	86
Gambar 3. 167 Tampilan Pembuatan <i>Section Wingwall</i> 21 Meter	87
Gambar 3. 168 Tampilan Pengaturan Diameter dan <i>Rebar Shape</i>	87
Gambar 3. 169 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Wingwall</i> 21 Meter	88
Gambar 3. 170 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Wingwall</i> 21 Meter	88
Gambar 3. 171 Tampilan <i>Structural Rebar Shapes</i> untuk Penulangan <i>Box Culvert</i>	89
Gambar 3. 172 Tampilan Pembuatan <i>Section</i> Penulangan <i>Box Culvert</i>	89
Gambar 3. 173 Tampilan Pengaturan Diameter Penulangan <i>Box Culvert</i>	89
Gambar 3. 174 Tampilan Pembuatan Model Penulangan <i>Box Culvert</i>	90
Gambar 3. 175 Tampilan <i>Tab Analyze</i> Autodesk Revit	90
Gambar 3. 176 Tampilan <i>Reports & Schedule</i> Autodesk Revit.....	90
Gambar 3. 177 Tampilan <i>Dialog Box New Schedule</i> Autodesk Revit.....	91
Gambar 3. 178 Tampilan <i>Schedule Properties</i> untuk Mengatur <i>Rebar Schedule</i>	91
Gambar 3. 179 Tampilan <i>Rebar Schedule</i> Autodesk Revit	91
Gambar 3. 180 Tampilan <i>Export</i> untuk Menyimpan <i>File Rebar Schedule</i>	92
Gambar 3. 181 Tampilan <i>Setting</i> pada <i>Cutting Optimization Pro</i>	93
Gambar 3. 182 Tampilan <i>Setting</i> Optimasi Minimal Ukuran Tulangan	93
Gambar 3. 183 Tampilan Penginputan Data <i>Cutting List</i>	93
Gambar 3. 184 Tampilan Penginputan Stok Besi Tulangan	94
Gambar 3. 185 Tampilan <i>Start</i> untuk <i>Running Software</i>	94
Gambar 3. 186 Tampilan Data Hasil Kombinasi Penulangan	94
Gambar 3. 187 Tampilan Data Hasil Optimasi Penulangan	95
Gambar 4. 1 Model Penulangan <i>Box Underpass</i>	98
Gambar 4. 2 Model Penulangan <i>Box Culvert</i>	98
Gambar 4. 3 Model Penulangan <i>Wingwall</i> 14 Meter.....	99
Gambar 4. 4 Model Penulangan <i>Wingwall</i> 16 Meter.....	99
Gambar 4. 5 Model Penulangan <i>Wingwall</i> 17 Meter.....	100
Gambar 4. 6 Model Penulangan <i>Wingwall</i> 21 Meter.....	100
Gambar 4. 7 Model Penulangan Plat Injak	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Quantity Take-Off</i> Penulangan menggunakan Autodesk Revit	xxii
Lampiran 2 Hasil Kombinasi Penulangan menggunakan Cutting Optimization Pro ..	xxix
Lampiran 3 <i>Bar Bending Schedule</i> Autodesk Revit	xlvi
Lampiran 4 Penulangan Metode Konvensional (Data Proyek)	lxii

