



## LEMBAR PERSETUJUAN

### TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN *WASTE* BESI HASIL *BAR BENDING*  
*SCHEDULE* (BBS) MENGGUNAKAN CARA MANUAL DAN  
*SOFTWARE CUTTING OPTIMIZATION PRO*

Telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan ujian

1. M. Fernanda Rosyid A.  
NIM. 213019

2. Febriyani Diah P  
NIM. 213047

Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung

Semarang, 12 Agustus 2024

Pembimbing 1

Agung Bhakti Utama, S.T., M.Sc.  
NIP. 198502162009121002

Pembimbing 2

Dr. Yudha Pracastino Heston, S.T., M.T.  
NIP. 197908292005021001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
TEKNOLOGI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG  
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM SEMARANG  
2024**

**PERBANDINGAN WASTE BESI HASIL BAR BENDING SCHEDULE  
(BBS) MENGGUNAKAN CARA MANUAL DAN SOFTWARE  
CUTTING OPTIMIZATION PRO**

**Tugas Akhir Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli  
Madya Teknik (A.Md.T)  
Politeknik Pekerjaan Umum Semarang**

Oleh:

1. M. Fernanda Rosyid A. G.  
NIM. 213019

2. Febriyani Diah P.  
NIM. 213047

Tanggal Ujian : 21 Agustus 2024

Menyetujui,

Ketua Penguji : Agung Bhakti Utama, S.T., M.Sc.  
Sekretaris : Dr. Raditya Hari Murti, S.T., M.Sc., M.T.  
Penguji 1 : Galih Adya Taurano, S.T., M.T.  
Penguji 2 : Robi Fernando, S.T., M.T.

(  )  
~~(  )~~  
(  )  
(  )

Mengesahkan,  
Ketua Prodi Teknologi Konstruksi  
Bangunan Gedung

  
Julmadian Abda, S.T, M.T  
NIP. 19700716199701001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

M. Fernanda Rosyid A. G. / 213019 :

Febriyani Diah Purwanti / 213047 :

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “**Perbandingan Waste Besi Hasil Bar Bending Schedule (BBS) Menggunakan Cara Manual Dan Software Cutting Optimization Pro**” ini adalah benar benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari penyusunan ini tidak benar.

Semarang, 21 Agustus 2024

Yang menyatakan,

Fernanda R.A.G

213019



Febriyani D.P

213047

## PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, kami mempersembahkan tugas akhir ini kepada:

1. Kedua Orang Tua: Terima kasih atas dukungan, cinta, dan pengorbanan yang tiada henti. Keberhasilan ini adalah buah dari doa dan dorongan yang selalu memotivasi kami untuk terus berjuang.
2. Dosen Pembimbing: Kami mengucapkan terima kasih yang mendalam atas bimbingan, arahan, dan pengetahuan yang telah diberikan selama proses pembuatan tugas akhir ini.
3. Dosen dan Tenaga Pendidik: Terima kasih atas segala ilmu dan inspirasi yang telah diajarkan selama kami menempuh masa studi di Politeknik Pekerjaan Umum. Kontribusi yang sangat berharga kami dapatkan dalam proses pembelajaran selama 3 tahun ini.
4. Teman-Teman dan Sahabat: Kami berterima kasih atas dukungan moral, semangat, dan bantuan yang telah diberikan selama proses penelitian, khususnya teman teman Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung yang telah memberikan dorongan dan kepercayaan diri yang sangat berarti.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif dalam bidang ilmu pengetahuan, serta menjadi referensi yang berguna bagi banyak pihak.



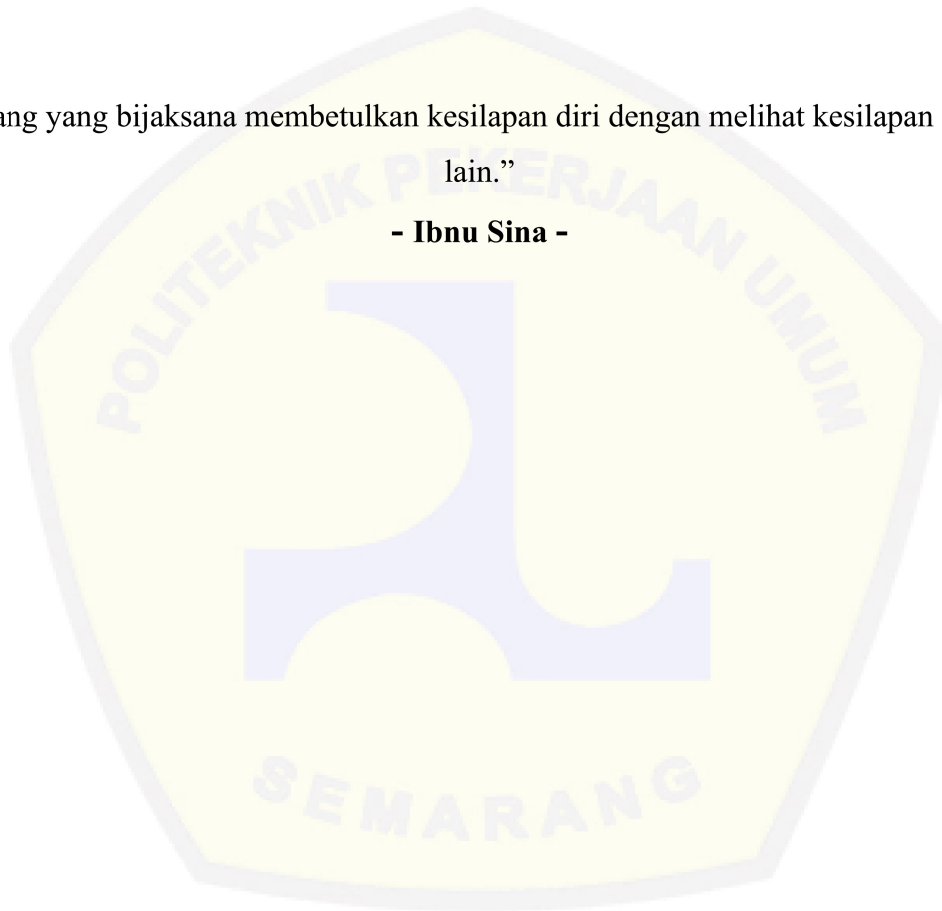
## MOTTO

*“The biggest risk is not taking any risk. In a world that’s changing really quickly, the only strategy that is guaranteed to fail is not taking risks.”*

**- Mark Zuckerberg -**

“Orang yang bijaksana membetulkan kesilapan diri dengan melihat kesilapan orang lain.”

**- Ibnu Sina -**



## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, kami mengungkapkan puji dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, yang telah memungkinkan Kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan komponen penting dalam proses pendidikan kami di Politeknik Pekerjaan Umum, dan kami sangat menghargai dukungan serta bimbingan yang kami terima selama penulisannya.

Kami ingin menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada Bapak Agung Bhakti Utama, S.T., M.Sc. sebagai pembimbing utama dan Bapak Dr. Yudha Pracastino Heston, S.T., M.T., yang telah memberikan panduan, dorongan, serta saran berharga dalam penyusunan tugas akhir ini. Tanpa arahan dan bantuan beliau, tugas akhir ini tidak akan mencapai hasil yang diinginkan.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf di Politeknik Pekerjaan Umum atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi kami. Selain itu, kami sangat menghargai dukungan moral dan motivasi dari keluarga serta teman-teman kami yang selalu menyertai kami sepanjang perjalanan akademis ini.

Tugas akhir ini yang berjudul “**Perbandingan *Waste Besi Hasil Bar Bending Schedule (BBS) Menggunakan Cara Manual Dan Software Cutting Optimization Pro***” diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam bidang Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung dan menjadi referensi yang berguna untuk penelitian dan studi lebih lanjut di masa depan.

Semoga hasil tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sumbangan yang berharga bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang yang kami tekuni. Kami menyadari adanya kekurangan dalam tugas akhir ini dan oleh karena itu, kritik serta saran yang konstruktif sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih atas perhatian dan kerja sama semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semarang, 21 Agustus 2024

Peneliti

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1. 1 Latar Belakang .....	1
1. 2 Rumusan Masalah .....	4
1. 3 Tujuan Penelitian.....	4
1. 4 Sasaran Penelitian .....	5
1. 5 Manfaat Penelitian.....	5
1. 6 Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB II</b> .....	7
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2. 1 Prinsip Penulangan Beton .....	7
2.1.1 Jenis tulangan baja menurut SNI 2052:2017 .....	8
2.1.2 Jenis tulangan baja menurut SNI 2847:2019 .....	13
2. 2 Konsep <i>Quantity take off</i> material penulangan beton .....	17
2. 3 Definisi <i>Bar Bending Schedule</i> .....	18
2. 4 <i>Software Cutting Optimization Pro</i> .....	21
2. 5 Penelitian Terdahulu .....	23
<b>BAB III</b> .....	41
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	41
3. 1 Jenis dan Desain Penelitian .....	41
3. 2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	41

3.3	Subjek Penelitian.....	42
3.4	Metode Pengumpulan Data .....	42
3.5	Metode Pengolahan Data .....	44
<b>BAB IV .....</b>		<b>55</b>
<b>PEMBAHASAN .....</b>		<b>55</b>
4.1	Hasil Perhitungan <i>Quantity take off</i> .....	55
4.2	Menghitung <i>Bar Bending Schedule</i> secara manual .....	75
4.2.1	Kriteria Pengalokasian Tulangan .....	77
4.2.2	Contoh Perhitungan <i>Waste</i> manual .....	77
4.2.3	Rekapitulasi <i>Waste</i> tulangan dengan <i>Bar Bending Schedule</i> manual	79
4.3	Menentukan <i>Bar Bending Schedule</i> menggunakan <i>Software Cutting Optimization Pro</i> .....	80
4.4	Hasil Total <i>waste</i> tulangan baja menggunakan <i>Software Cutting Optimization Pro</i> .....	90
4.5	Perhitungan persentase <i>waste</i> tulangan material .....	91
4.6	Analisa perbandingan metode manual dengan <i>Software Cutting Optimization Pro</i>	92
<b>BAB V .....</b>		<b>101</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>101</b>
5.1	Kesimpulan.....	101
5.2	Saran.....	101
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>102</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Baja Tulangan Polos (Bjtp) .....	8
Gambar 2.2 Gambar Tulangan Ulir Bambu .....	9
Gambar 2.3 Gambar Tulangan Ulir Curam .....	10
Gambar 2.4 Gambar Tulangan Ulir Tulang Ikan .....	10
Gambar 2.5 Toleransi Tulangan Baja Polos .....	11
Gambar 2.6 Detail Berat Nominal Tulangan .....	12
Gambar 2.7 Toleransi Tulangan Baja Ulir .....	13
Gambar 2.8 Berat Nominal Tulangan Baja Ulir .....	13
Gambar 2.9 Detail Panjang Penjangkaran .....	14
Gambar 2.10 Gambar Detail Panjang Penjangkaran .....	15
Gambar 2.11 Kait Tulangan Utama .....	16
Gambar 2.12 Kait Tulangan Senggang .....	17
Gambar 2.13 Contoh Perhitungan Menggunakan Metode SMM .....	18
Gambar 2.14 Contoh Perhitungan Format <i>Bar Bending Schedule</i> Manual .....	19
Gambar 3.1 Siteplan Proyek Rusun Dosen Politeknik Pekerjaan Umum .....	42
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	43
Gambar 3.3 Format <i>Bar Bending Schedule</i> Manual .....	47
Gambar 3.4 Contoh Perhitungan <i>Bar Bending Schedule</i> Manual .....	49
Gambar 3.5 Tampilan <i>Software Cutting Optimization Pro</i> .....	50
Gambar 3.6 Tampilan <i>Graphic Software Cutting Optimization Pro</i> .....	51
Gambar 3.6 Tampilan <i>Statistic Software Cutting Optimization Pro</i> .....	52
Gambar 3.7 Tampilan <i>Waste</i> Pada <i>Statistic Software Cutting Optimization Pro</i> .....	53
Gambar 4.1 Diagram Alir Tahapan Perhitungan <i>Quantity Take Off</i> Tulangan .....	55
Gambar 4.2 Detail Tulangan PC-2 .....	56
Gambar 4.3 Tulangan Bawah Area X Pilecap PC-2 .....	57



Gambar 4.4 Denah <i>Tie Beam</i> TB-1 .....	59
Gambar 4.5 Detail Tulangan Atas Menerus TB-1 .....	59
Gambar 4.6 Detail Penulangan <i>Tie Beam</i> .....	60
Gambar 4.7 Denah Kolom K1 Type 1 .....	62
Gambar 4.8 Detail Tulangan Lentur Kolom K1 .....	62
Gambar 4.9 Detail Tulangan Kolom .....	63
Gambar 4.10 Denah Balok B1 Type 1 .....	65
Gambar 4.11 Detail Tulangan Atas Menerus Balok B1 Type 1 .....	65
Gambar 4.12 Detail Penulangan Balok B1 .....	66
Gambar 4.13 Denah Plat Lantai Dasar .....	68
Gambar 4.14 Section Plat Lantai Dasar .....	68
Gambar 4.15 Detail Tulangan Atas Arah X Plat Lantai Dasar .....	68
Gambar 4.16 Denah Tangga .....	70
Gambar 4.17 Tulangan Utama Anak Tangga .....	71
Gambar 4.18 Jumlah Tulangan Utama Anak Tangga .....	71
Gambar 4.19 Denah Shearwall SW 1 .....	73
Gambar 4.20 Tulangan Lentur Shearwall SW 1 .....	73
Gambar 4.21 Diagram Alir Tahapan Perhitungan BBS Manual .....	73
Gambar 4.22 Diagram Alir Tahapan Perhitungan BBS SCOP .....	73
Gambar 4.23 Format Potongan Cutting Optimization Pro .....	84
Gambar 4.24 Format Persediaan Material Pada <i>Software Cutting Optimization Pro</i> ....	85
Gambar 4.25 Pengaturan Teknis Pada SCOP .....	86
Gambar 4.26 Pengaturan Teknis Pada SCOP.....	87
Gambar 4.27 Format Running SCOP Dan Hasil Graphic .....	88
Gambar 4.28 Hasil Statistic SCOP .....	88
Gambar 4.29 Hasil Graphic Tulangan Diameter 10 .....	89
Gambar 4.30 Contoh Kriteria Pendistribusian Tulangan .....	96
Gambar 4.31 Contoh Pendistribusian Tulangan Berdasarkan SCOP .....	97

Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Kebutuhan Dan Waste SCOP..... 101  
Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Waste Dengan Komposisi Diameter Serta Komponen Struktur..... 10



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdulu .....	23
Tabel 3.1 Metode Pengolahan Data .....	44
Tabel 4.1 Kebutuhan Tulangan <i>Pile Cap</i> .....	58
Tabel 4.2 Kebutuhan Tulangan <i>Tie Beam</i> .....	61
Tabel 4.3 Kebutuhan Tulangan Kolom .....	64
Tabel 4.4 Kebutuhan Balok .....	67
Tabel 4.5 Kebutuhan Tulangan Plat .....	70
Tabel 4.6 Kebutuhan Tulangan Anak Tangga .....	72
Tabel 4.7 Kebutuhan Tulangan Shearwall .....	75
Tabel 4.8 Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan .....	75
Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Waste Tulangan Dengan Metode Manual .....	81
Tabel 4.10 Contoh Format Input Software Cutting Optimization Pro .....	84
Tabel 4.11 Hasil Statistic Tulangan Diameter 10 .....	90
Tabel 4.12 Other Statistic Tulangan Diameter 10 .....	91
Tabel 4.13 Rekapitulasi Statistic Tulangan .....	92
Tabel 4.14 Rekapitulasi Waste Dengan Scop .....	93
Tabel 4.15 Persentase Waste Bbs Metode Manual .....	93
Tabel 4.16 Persentase Waste Bbs Dengan Scop .....	94
Tabel 4.17 Perbandingan Waste Metode Manual Dan Scop .....	94
Tabel 4.18 Perbandingan Waste Cost Metode Manual Dan Scop .....	95
Tabel 4.19 Perbandingan Terhadap Penelitian Lain.....	98
Tabel 4.20 Rekapitulasi Penelitian Oleh Kurniawan Dan Ujianto, 2023 .....	99
Tabel 4.21 Rekapitulasi Penelitian Korompot, Dkk, 2024 .....	99
Tabel 4.22 Rekapitulas Penelitian Partama, Dkk, 2023 .....	100
Tabel 4.23 Rekapitulasi Peneltiian Muka, Dkk, 2020 .....	100
Tabel 4.24 Rekapitulasi Penelitian Khaerunnisa & Ricardo, 2023 .....	101
Tabel 4.25 Analisa Terhadap Penelitian Lain.....	102

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Shop Drawing Pekerjaan Struktur Proyek Rusun Dosen Politeknik Pekerjaan Umum.....	109
Lampiran 2. Gambar <i>Standard Drawing</i> .....	152
Lampiran 3. Sample Perhitungan <i>Quantity Take Off</i> .....	162
Lampiran 4. Data Input <i>Software Cutting Optimization Pro</i> .....	185

