



**ANALISIS PENGGUNAAN BESI TULANGAN STRUKTUR
KOLOM MELALUI METODE BAR BENDING SCHEDULE
BERBASIS AUTODESK REVIT UNTUK MENURUNKAN WASTE
MATERIAL**

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada
Lantai 5 – 7)

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**UNIVERSITAS
ABIMA ALADILIE
41122010021
MERCU BUANA**

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



**ANALISIS PENGGUNAAN BESI TULANGAN STRUKTUR
KOLOM MELALUI METODE BAR BENDING SCHEDULE
BERBASIS AUTODESK REVIT UNTUK MENURUNKAN WASTE
MATERIAL**

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada
Lantai 5 – 7)

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajkukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Nama : Abima Al Adilie

NIM : 41122010021

Dosen Pembimbing : Oties T Tsarwan, ST., MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

LEMBAR PERNYATAAN SIDANG SARJANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abima Al Adilie
Nomor Induk Mahasiswa : 41122010021
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 05 Mei 2026

Yang memberikan pernyataan,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Abima Al Adilie

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : ABIMA AL ADILIE
NIM : 41122010021
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : ANALISIS PENGGUNAAN BESI TULANGAN STRUKTUR KOLOM MELALUI METODE BAR BENDING SCHEDULE BERBASIS AUTODESK REVIT UNTUK MENURUNKAN WASTE MATERIAL (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada Lantai 5 – 7)

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 13 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **18 %** 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 Jakarta, 13 Agustus 2026
MERCU BUANA Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Abima al Adilie
NIM : 41122010021
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENGGUNAAN BESI TULANGAN STRUKTUR KOLOM MELALUI METODE BAR BENDING SCHEDULE BERBASIS AUTODESK REVIT UNTUK MENURUNKAN WASTE MATERIAL (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada Lantai 5 – 7)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 28 Juli 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

Oties T Tsarwan, ST., MT.
NIDN/NUPTK: 0325108804

Jakarta, 4 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasi, MT.
NIDN/NUPTK: 0307037202

Ketua Program Studi
Teknik Sipil

Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T.
NIDN/NUPTK: 0325067505

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini berjudul *“ANALISIS PENGGUNAAN BESI TULANGAN STRUKTUR KOLOM MELALUI METODE BAR BENDING SCHEDULE BERBASIS AUTODESK REVIT UNTUK MENURUNKAN WASTE MATERIAL (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada Lantai 5 – 7).”*

Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Acep Hidayat, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Ibu Oties T Tsarwan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen yang mengajar saya terlebih utama program studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah mengajarkan banyak ilmu dalam bidang Teknik Sipil, sehingga bermanfaat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Yudi Suplan (Quantity Surveyor) selaku mentor tugas akhir yang telah memberi kesempatan dan bimbingan selama melakukan pengambilan data untuk penulis di Gedung Office X Latumenten.
7. Bapak Ahmad (Quality Control), bapak Arnold (Engineering Struktur), dan lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu selaku mentor, pembimbing, dan validator yang memberikan arahan kepada penulis dalam pelaksanaan seputar data Tugas Akhir dalam pekerjaan di Gedung Office X Latumenten.

8. Kedua orang tua penulis yakni Juwadi dan Sulika, yang tak henti mendoakan, mendidik dan memberi dukungan, baik moril maupun materil dalam melaksanakan dan menyelesaikan studi saya.
9. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan semangat dan dukungan selama proses penyusunan laporan ini.
10. Teman – teman mahasiswa Teknik Sipil angkatan 22 Universitas Mercu Buana Meruya, terutama teman – teman BOY’S diantaranya Faqih, Fadel, Thoriq, dan Yasir yang membantu dan memberi dukungan kepada penulis.
11. Seseorang yang senantiasa memberikan doa, dukungan, perhatian, dan semangat kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri penulis sendiri yang telah berusaha, tetap bersemangat, dan tidak menyerah dalam menghadapi setiap proses, tantangan, serta hambatan selama penyusunan Tugas Akhir ini hingga dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya..

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini pada masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, menambah wawasan dalam bidang teknik sipil, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan optimasi penggunaan besi tulangan dan pengendalian waste material..

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 10 Juli 2026

Penulis

Abima Al Adilie

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

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

Nama : Abima Al Adilie
NIM : 41122010021
Program Studi : S – 1 Teknik Sipil
Judul Proposal Tugas Akhir : Analisis Penggunaan Besi Tulangan Struktur Kolom Melalui Metode Bar Bending Schedule Berbasis Autodesk Revit Untuk Menurunkan Waste Material (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada Lantai 5 – 7)
Dosen Pembimbing : Oties T Tsarwan, ST, MT

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.

MERCU BUANA

Jakarta, 18 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Abima Al Adilie

**ANALISIS PENGGUNAAN BESI TULANGAN STRUKTUR KOLOM
MELALUI METODE BAR BENDING SCHEDULE BERBASIS AUTODESK
REVIT UNTUK MENURUNKAN WASTE MATERIAL**

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten Pada Lantai 5 – 7)

ABSTRAK

Waste besi tulangan merupakan salah satu bentuk pemborosan material yang masih sering terjadi pada proyek konstruksi akibat proses perencanaan kebutuhan material dan penyusunan pola pemotongan yang belum dilakukan secara efisien. Dalam praktiknya, perhitungan kebutuhan besi tulangan pada proyek umumnya tetap menggunakan Bar Bending Schedule (BBS), namun penyusunannya dilakukan secara manual berdasarkan interpretasi gambar kerja (shop drawing), sehingga sangat bergantung pada ketelitian pelaksana dan berpotensi menghasilkan waste material yang lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan besi tulangan dan waste material menggunakan metode perhitungan konvensional, membandingkannya dengan metode Bar Bending Schedule (BBS) berbasis Autodesk Revit, serta menganalisis tingkat efisiensi penggunaan besi tulangan yang dihasilkan dari kedua metode tersebut. Penelitian menggunakan metode kuantitatif komparatif dengan studi kasus pada pekerjaan struktur kolom lantai 5 sampai lantai 7 Proyek Pembangunan Gedung Office X Latumenten. Data penelitian diperoleh dari shop drawing, kemudian dimodelkan menggunakan Autodesk Revit untuk menghasilkan Rebar Schedule yang selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan Bar Bending Schedule (BBS) dan cutting plan. Analisis dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 2052:2017 melalui perbandingan kebutuhan material teoritis, jumlah material yang digunakan berdasarkan batang standar, persentase waste, serta tingkat efisiensi penggunaan material pada masing-masing metode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perhitungan konvensional menghasilkan waste sebesar 15,87% dengan tingkat pemanfaatan material sebesar 84,13%, sedangkan metode BBS berbasis Autodesk Revit menghasilkan waste sebesar 4,96% dengan tingkat pemanfaatan material sebesar 95,04%. Perbandingan kedua metode menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan besi tulangan sebesar 10,91%. Dengan demikian, penerapan Autodesk Revit mampu menghasilkan data penulangan yang lebih akurat, mendukung penyusunan Bar Bending Schedule (BBS) dan cutting plan secara lebih sistematis, serta meningkatkan efisiensi penggunaan material melalui penurunan waste besi tulangan pada pekerjaan struktur kolom.

Kata Kunci : Autodesk Revit, Bar Bending Schedule (BBS), Besi Tulangan, Efisiensi Penggunaan Material, Waste Material.

**ANALYSIS OF COLUMN REINFORCEMENT STEEL UTILISATION THROUGH
AN AUTODESK REVIT-BASED BAR BENDING SCHEDULE METHOD TO
REDUCE MATERIAL WASTE**

(Case Study: Office X Latumenten Building Construction Project, Floors 5–7)

ABSTRACT

Reinforcement steel waste remains one of the most common forms of material loss in construction projects due to inefficient material planning and reinforcement cutting arrangements. In practice, reinforcement steel quantity calculations generally employ a Bar Bending Schedule (BBS). However, the schedule is commonly prepared manually based on the interpretation of shop drawings, making the process highly dependent on the accuracy and experience of project personnel and increasing the potential for material waste. This study aims to analyse reinforcement steel requirements and material waste using the conventional calculation method, compare the results with those obtained using an Autodesk Revit-based Bar Bending Schedule (BBS) method, and evaluate the improvement in reinforcement steel use efficiency achieved by the two methods. A comparative quantitative approach was adopted using a case study of reinforced concrete column works on Floors 5 to 7 of the Office X Latumenten Building Construction Project. The research data were obtained from the project shop drawings and subsequently modelled in Autodesk Revit to generate a Rebar Schedule, which served as the basis for preparing the Bar Bending Schedule (BBS) and the cutting plan. The analysis was conducted in accordance with the requirements of SNI 2847:2019 and SNI 2052:2017 by comparing the theoretical material requirement, the quantity of reinforcement steel required based on standard bar lengths, the percentage of material waste, and the material use efficiency achieved by each method. The results indicate that the conventional calculation method produced a waste value of 15.87%, with a material utilisation rate of 84.13%, whereas the Autodesk Revit-based BBS method reduced waste to 4.96% and increased the material utilisation rate to 95.04%. The comparison between the two methods demonstrates an improvement in reinforcement steel use efficiency of 10.91%. Therefore, the implementation of Autodesk Revit provides more accurate reinforcement data, supports the systematic preparation of the Bar Bending Schedule (BBS) and cutting plan, and enhances material use efficiency by reducing reinforcement steel waste in reinforced concrete column construction.

Keywords: Autodesk Revit, Bar Bending Schedule (BBS), Material Use Efficiency, Reinforcement Steel, Material Waste.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Maksud Dan Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan dan Lingkup Masalah.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Manajemen Konstruksi.....	8
2.2 Material Baja Tulangan.....	8
2.3 Waste.....	14
2.4 Waste Besi Tulangan Penelitian Terdahulu.....	16
2.5 Metode Perhitungan Konvensional.....	19
2.6 Metode Bar Bending Schedule (BBS) Berbasis Autodesk Revit.....	23
2.7 Pola Pemotongan Tulangan (Cutting Plan).....	26
2.8 Integrasi BIM Autodesk Revit.....	26
2.9 Tingkat Efisiensi Penggunaan Besi Tulangan.....	27
2.10 Parameter Analisis.....	29
2.11 Kerangka Berfikir.....	35
2.12 Penelitian Terdahulu.....	36
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	45
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	46
3.2 Metodologi Penelitian.....	47
3.3 Lokasi Studi Kasus Penelitian.....	48
3.4 Metode Perhitungan Konvensional.....	51

3.5	Integrasi Building Information Modeling (BIM).....	52
3.6	Metode Bar Bending Schedule(BBS).....	52
3.7	Validasi Pakar	53
3.8	Analisis Data.....	54
3.9	Jadwal Penelitian	56
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		58
4.1	Umum	58
4.2	Data Shopdrawing.....	59
4.3	Data Struktur Kolom Penelitian.....	62
4.4	Penyusunan Metode Perhitungan Konvensional (BBS Konvensional).....	64
4.4.1	Cutting Plan Besi Tulangan.....	64
4.4.2	Perhitungan Banyaknya Kebutuhan Besi Tulangan dan Sisa Besi Tulangan	68
4.4.3	Perhitungan Kebutuhan Berat Besi Tulangan dan Persentase Sisa (<i>Waste</i>) Besi Tulangan.....	70
4.5	Pemodelan BIM Autodesk Revit	74
4.5.1	Pemodelan Struktur Kolom	74
4.5.2	Verifikasi Pemodelan Tulangan pada Autodesk Revit.....	76
4.5.3	Validasi Pakar Pemodelan Autodesk Revit	76
4.6	Penyusunan Bar Bending Schedule (BBS) Revit	78
4.6.1	Cutting Plan BBS Revit Besi Tulangan	78
4.6.2	Perhitungan Banyaknya Kebutuhan Besi Tulangan dan Sisa Besi Tulangan	79
4.6.3	Perhitungan Kebutuhan Berat Besi Tulangan dan Persentase Sisa (<i>Waste</i>) Besi Tulangan.....	81
4.6.4	Validasi Pakar Penyusunan Bar Bending Schedule (BBS) Berbasis Revit.	84
4.7	Perbandingan Hasil Metode Perhitungan Konvensional (BBS Konvensional) dan Metode BBS Berbasis Revit.....	86
4.7.1	Perbandingan Waste Besi Tulangan Berdasarkan Diameter Tulangan ...	86
4.7.2	Rekapitulasi Perbandingan Kebutuhan Besi Tulangan, Waste, dan Tingkat Efisiensi Secara Keseluruhan.....	87
4.7.3	Validasi Pakar Hasil Perbandingan Metode.....	88
4.8	Pembahasan Hasil Penelitian	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		93
5.1	Kesimpulan	93
5.2	Saran	94
LEMBAR KARTU ASISTENSI		95
DAFTAR PUSTAKA.....		96
LAMPIRAN.....		100

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Hasil Waste Besi Penelitian Sebelumnya Dengan Metode Perhitungan Konvensional	2
Tabel 2. 1 Berat Standar Baja Tulangan Polos (BJTP)	11
Tabel 2. 2 Berat Standar Baja Tulangan Ulir (BJTD).....	11
Tabel 2. 3 Faktor penyebab waste material dalam konstruksi	15
Tabel 2. 4 Hasil Waste Besi Penelitian Sebelumnya Dengan Metode Perhitungan Konvensional	16
Tabel 2. 5 Klasifikasi Tingkat Waste Besi Tulangan	17
Tabel 2. 6 Waste jenis tulangan kolom metode perhitungan konvensional	18
Tabel 2. 7 Parameter analisis pada penelitian ini	29
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu.....	36
Tabel 2. 9 Research GAP	43
Tabel 3. 1 Ruang lingkup validator.....	54
Tabel 3. 2 Hasil output analisis data	56
Tabel 3. 3 Jadwal penelitian tugas akhir	57
Tabel 4. 1 Detail spesifikasi tipe kolom.....	63
Tabel 4. 2 Jumlah tipe kolom tiap tower lantai 5 – 7.....	63
Tabel 4. 3 Cutting plan metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan kait lantai 5 – 6 vertikal	64
Tabel 4. 4 Cutting plan metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan sengkang lantai 5 – 6	65
Tabel 4. 5 Cutting plan metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan utama lantai 5 – 6.....	67
Tabel 4. 6 Perhitungan kebutuhan serta sisa besi tulangan metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan kait lantai 5 – 6 vertikal	68
Tabel 4. 7 Perhitungan kebutuhan berat besi tulangan metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan kait lantai 5 – 6 vertikal.....	70
Tabel 4. 8 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 13mm metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1	71
Tabel 4. 9 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 25mm metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-1 dan K10-1	72
Tabel 4. 10 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 13mm metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-2 dan K10-2	73
Tabel 4. 11 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 13mm metode perhitungan konvensional (BBS konvensional) kolom tipe K9-2 dan K10-2	73
Tabel 4. 12 Hasil Verifikasi Pemodelan Tulangan Autodesk Revit	76
Tabel 4. 13 Cutting plan metode BBS Revit kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan kait lantai 5 – 6 vertikal	78

Tabel 4. 14 Cutting plan metode BBS Revit kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan sengkang lantai 5 – 6	78
Tabel 4. 15 Cutting plan metode BBS Revit kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan utama lantai 5.....	79
Tabel 4. 16 Perhitungan kebutuhan serta sisa besi tulangan metode BBS Revit kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan kait lantai 5 – 6 vertikal	79
Tabel 4. 17 Perhitungan kebutuhan berat besi tulangan metode BBS Revit kolom tipe K9-1 dan K10-1 tulangan kait lantai 5 – 6 vertikal.....	81
Tabel 4. 18 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 13mm metode BBS Revit kolom tipe K9-1 dan K10-1	82
Tabel 4. 19 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 25mm metode BBS Revit kolom tipe K9-2 dan K10-2	83
Tabel 4. 20 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 13mm metode BBS Revit kolom tipe K9-2 dan K10-2	84
Tabel 4. 21 Perhitungan kebutuhan waste besi tulangan tipe 25mm metode BBS Revit kolom tipe K9-2 dan K10-2	84
Tabel 4. 22 Perbandingan waste besi tulangan berdasarkan diameter tulangan dengan tipe kolom K9-1 dan K10-1	86
Tabel 4. 23 Perbandingan waste besi tulangan berdasarkan diameter tulangan dengan tipe kolom K9-2 dan K10-2	86
Tabel 4. 24 Perhitungan total waste besi tulangan dan pemanfaatan material dengan metode perhitungan (BBS konvensional)	87
Tabel 4. 25 Perhitungan total waste besi tulangan dan pemanfaatan material dengan metode BBS Revit	88
Tabel 4. 26 Interpretasi tingkat waste besi tulangan berdasarkan klasifikasi waste	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Limbah (Waste) Besi Tulangan.....	2
Gambar 2. 1 Detail Jenis Tulangan Kolom.....	10
Gambar 2. 2 Detail Jenis Tulangan Kolom Di Proyek	10
Gambar 2. 3 Tabel Rebar Schedule.....	31
Gambar 2. 4 Tabel cutting plan.....	31
Gambar 2. 5 Tulangan utama pada cutting plan	31
Gambar 2. 6 Tulangan sengkang pada cutting plan	31
Gambar 2. 7 Tulangan kait (hook) pada cutting plan	32
Gambar 2. 8 Tulangan sambungan (splice) pada cutting plan.....	32
Gambar 2. 9 Kerangka Berfikir Penelitian	35
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	46
Gambar 3. 2 Detail tulangan kolom.....	49
Gambar 3. 3 Standar detail kait tulangan struktur SNI 2847:2019.....	50
Gambar 3. 4 Standar detail kait tulangan sengkang SNI 2847:2019	50
Gambar 3. 5 Standar detail lewatan tulangan SNI 2847:2019.....	51
Gambar 3. 6 Standar tebal penutup struktur beton SNI 2847:2019.....	51
Gambar 3. 7 Integrasi pemodelan autodesk revit	52
Gambar 3. 8 Jenis-jenis besi tulangan pada pola potong di autodesk revit	53
Gambar 3. 9 Tabel cutting plan BBS pada software excel	53
Gambar 4. 1 Denah kolom tiap kolom pada shopdrawing	59
Gambar 4. 2 Denah struktur kolom tipe K9-1	60
Gambar 4. 3 Denah struktur kolom tipe K9-2	61
Gambar 4. 4 Denah struktur kolom tipe K10-1	61
Gambar 4. 5 Denah struktur kolom tipe K10-2	62
Gambar 4. 6 Pemodelan autodesk revit kolom tipe K9-1 dan K10-1	75
Gambar 4. 7 Pemodelan autodesk revit kolom tipe K9-2 dan K10-2.....	75
Gambar 4. 8 Dokumentasi Validator 1 (Engineering Struktur)	77
Gambar 4. 9 Dokumentasi Validator 2 (Quantity Surveyor)	85
Gambar 4. 10 Dokumentasi Validator 3 (Quality Control).....	85
Gambar 4. 11 Diagram perbandingan waste besi tulangan dengan tipe kolom.....	86
Gambar 4. 12 Diagram tingkat waste besi tulangan metode perhitungan Konvensional (BBS konvensional) dan BBS Revit.....	90
Gambar 4. 13 Diagram pemanfaatan material (material utilization) berdasarkan tingkat waste metode perhitungan konvensional (BBS Konvensional) dan BBS Revit.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Gambar Detail Kolom K9-1	101
Lampiran 2. Data Gambar Detail Kolom K9-2	102
Lampiran 3. Data Gambar Detail Kolom K10-1	103
Lampiran 4. Data Gambar Detail Kolom K10-2	104
Lampiran 5. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-1 & K10-1 Nomor 001	107
Lampiran 6. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-1 & K10-1 Nomor 002	108
Lampiran 7. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-1 & K10-1 Nomor 003	109
Lampiran 8. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-1 & K10-1 Nomor 004	110
Lampiran 9. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-1 & K10-1 Nomor 005	111
Lampiran 10. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-2 & K10-2 Nomor 001	112
Lampiran 11. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-2 & K10-2 Nomor 002	113
Lampiran 12. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-2 & K10-2 Nomor 003	114
Lampiran 13. Hasil Rebar Schedule Tipe K9-2 & K10-2 Nomor 004	115
Lampiran 14 Hasil Cutting Plan Metode Perhitungan Konvensional (BBS Konvensional) Kolom Tipe K9-1 Dan K10-1	117
Lampiran 15 Hasil Cutting Plan Metode Perhitungan Konvensional (BBS Konvensional) Kolom Tipe K9-2 Dan K10-2	119
Lampiran 16 Hasil Cutting Pemodelan Rebar Schedule Metode BBS Revit Kolom Tipe K9-1 Dan K10-1	122
Lampiran 17 Hasil Cutting Pemodelan Rebar Schedule Metode BBS Revit Kolom Tipe K9-2 Dan K10-2	124
Lampiran 18 Hasil Kebutuhan Berat Dan Persentase Waste Besi Tulangan Tipe Kolom K9-1 Dan K10-1 Metode Perhitungan Konvensional (BBS Konvensional)	125
Lampiran 19 Hasil Kebutuhan Berat Dan Persentase Waste Besi Tulangan Tipe Kolom K9-2 Dan K10-2 Metode Perhitungan Konvensional (BBS Konvensional)	126
Lampiran 20 Hasil Kebutuhan Berat Dan Persentase Waste Besi Tulangan Tipe Kolom K9-1 Dan K10-1 Metode BBS Revit.....	127
Lampiran 21 Hasil Kebutuhan Berat Dan Persentase Waste Besi Tulangan Tipe Kolom K9-2 Dan K10-2 Metode BBS Revit.....	128
Lampiran 22. Penilaian Validator 1	133
Lampiran 23. Penilaian Validator 2	137
Lampiran 24. Penilaian Validator 3	141