

No.19/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**OPTIMALISASI *CUTTING WASTE* BESI TULANGAN
SHEARWALL MENGGUNAKAN METODE *BAR BENDING*
SCHEDULE (BBS) PADA AUTODESK REVIT 2025 MELALUI
PENYUSUNAN *CUTTING PLAN***

**(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Utama Rumah Sakit
Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita)**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh:

Muhammad Dhuhaqy Aryatama

NIM. 2201421014

Pembimbing:

I Ketut Sucita S.Pd, S.S.T., M.T.

NIP. 197202161998031003

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**OPTIMALISASI CUTTING WASTE BESI TULANGAN SHEARWALL
MENGUNAKAN METODE BAR BENDING SCHEDULE (BBS) PADA
AUTODESK REVIT 2025 MELALUI PENYUSUNAN CUTTING PLAN
(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Utama Rumah Sakit Jantung dan
Pembuluh Darah Harapan Kita)**

yang disusun oleh Muhammad Dhuhaqy Aryatama (2201421014) telah disetujui dosen
pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Skripsi 2

Pembimbing

I Ketut Sucita, S.Pd, S.S.T., M.T.

NIP. 197202161998031003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

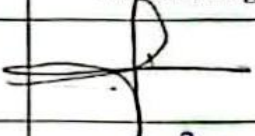
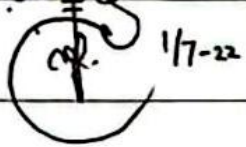
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

**OPTIMALISASI CUTTING WASTE BESI TULANGAN SHEARWALL
MENGUNAKAN METODE BAR BENDING SCHEDULE (BBS)
PADA AUTODESK REVIT 2025 MELALUI PENYUSUNAN
CUTTING PLAN**

**(Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Utama Rumah Sakit Jantung Dan
Pembuluh Darah Harapan Kita)**

yang disusun oleh **Muhammad Dhuhaqy Aryatama (2201421014)** telah
dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji
pada hari Rabu tanggal 24 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Ir. Drs. Afrizal Nursin, B.sc., M.T. NIP. 195804101987031003	
Anggota	Rizki Yunita Sari, S.Pd., M.T. NIP. 198906052022032006	
Anggota	Safri, S.T., M.T. NIP. 198705252020121010	

Mengetahui

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**



**Istiatun, S.T., M.T.
NIP. 196605181990102001**



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Muhammad Dhuhaqy Aryatama
NIM : 2201421014
Program Studi : D4 – Teknik Konstruksi Gedung
E-mail : muhammad.dhuhaqy.aryatama.ts22@mhsw.pnj.ac.id
Judul : Optimalisasi *Cutting waste* Besi Tulangan *Shearwall* Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* (Bbs) Pada Autodesk Revit 2025 Melalui Penyusunan *Cutting plan* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Utama Rumah Sakit Jantung Dan Pembuluh Darah Harapan Kita)

Dengan ini, saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutsertakan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Juni 2026

Muhammad Dhuhaqy Aryatama

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Optimalisasi *Cutting waste* Besi Tulangan *Shearwall* Menggunakan Metode *Bar Bending Schedule* (BBS) pada Autodesk Revit 2025 Melalui Penyusunan *Cutting plan* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Utama Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita)”.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menemui berbagai hambatan dan tantangan, baik yang bersifat teknis maupun nonteknis. Namun demikian, berkat arahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak, rangkaian kegiatan penelitian hingga penyusunan naskah dapat diselesaikan dengan baik sesuai waktu yang ditargetkan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak I Ketut Sucita S.Pd., S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi, atas bimbingan, arahan, masukan, serta dukungan selama proses penyusunan skripsi
2. Dosen penguji, yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat berharga dalam penyempurnaan skripsi ini
3. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung
5. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman akademik selama masa perkuliahan sebagai bekal bagi penulis.
6. Pihak kontraktor, yang telah memberikan izin serta membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian dan pengambilan data.
7. Orang tua dan keluarga penulis, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan, khususnya mahasiswa kelas 4 Teknik Konstruksi Gedung 1, yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi untuk penyempurnaan di masa mendatang. Besar harapan penulis agar penelitian ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi para pembaca maupun pengembangan ilmu pengetahuan di bidang terkait.

Jakarta, 2 Maret 2026

Muhammad Dhuhaqy Aryatama





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Keterbaruan Penelitian.....	8
2.3 <i>Shearwall</i>	9
2.4 Standar Gambar Pekerjaan.....	11
2.5 Baja Tulangan Beton	14
2.5.1 Berat Nominal Baja Tulangan.....	15
2.6 <i>Waste</i> dalam Konstruksi	16
2.6.1 Klasifikasi Sisa <i>Waste</i> dalam Konstruksi	17

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.2	Penyebab Sisa <i>Waste</i> dalam Konstruksi.....	17
2.6.3	Solusi/ Pengangan Sisa <i>Waste</i> dalam Konstruksi.....	17
2.6.4	<i>Cutting waste</i> Besi Tulangan.....	18
2.7	<i>Cutting plan</i>	18
2.8	<i>Bar Bending Schedule</i> (BBS).....	19
2.8.1	Fungsi <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS) dalam Pekerjaan Pembesian ..	19
2.8.2	Perhitungan <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS) Konvensional	19
2.9	<i>Bill of Quantity</i> (BOQ).....	21
2.10	Harga Satuan Pekerjaan	21
2.11	<i>Building Information Modeling</i> (BIM)	21
2.11.1	Fungsi dan Manfaat BIM pada Proyek Konstruksi.....	22
2.11.2	Taraf/Level dan Dimensi BIM	22
2.11.3	Autodesk Revit 2025.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1.	Kerangka Berfikir.....	25
3.2.	Lokasi dan Objek Penelitian	26
3.3.	Alat Penelitian.....	27
3.4.	Alur Penelitian	28
3.5.	Teknik Pengumpulan Data	30
3.6.	Teknik Pengolahan Data	31
3.6.1.	Pemodelan Elemen <i>Shearwall</i> Menggunakan Autodesk Revit 2025	31
3.6.2.	Rekapitulasi <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS).....	32
3.6.3.	Penyusunan <i>Cutting plan</i>	32
3.6.4.	Rekapitulasi Hasil <i>Cutting plan</i>	33
3.6.5.	Perhitungan Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i>	33
3.7.	Analisis Data	34
3.7.1.	Perbandingan Kebutuhan Pembesian <i>Shearwall</i>	34



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.7.2.	Perbandingan Nilai <i>Cutting Waste</i>	34
3.7.3.	Perbandingan Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i>	35
3.8.	Luaran	35
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Data Penelitian	37
4.1.1.	Informasi Umum Proyek.....	37
4.1.2.	Gambar <i>Shop Drawing</i>	37
4.1.3.	<i>Detailing</i> Elemen Struktur	39
4.1.4.	Data Kebutuhan Pembesian <i>Shearwall</i> pada Proyek	57
4.1.5.	Data Volume Pembesian Terpasang	57
4.1.6.	Data Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i> pada Proyek	58
4.2.	Pengolahan Data.....	58
4.2.1.	Pemodelan Elemen <i>Shearwall</i> Menggunakan Autodesk Revit 2025	58
4.2.2.	Rekapitulasi <i>Bar Bending Schedule</i> (BBS).....	67
4.2.3.	Penyusunan <i>Cutting plan</i>	68
4.2.4.	Rekapitulasi Hasil <i>Cutting plan</i>	68
4.2.5.	Perhitungan Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i>	68
4.3.	Analisis Data	69
4.3.1.	Perbandingan Kebutuhan Pembesian <i>Shearwall</i>	70
4.3.2.	Perbandingan Nilai <i>Cutting Waste</i>	72
4.3.3.	Perbandingan Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i>	74
BAB V PENUTUP		77
5.1.	Kesimpulan	77
5.2.	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN		82



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Contoh Rekapitulasi <i>Bar Bending Schedule</i> Tulangan <i>Shearwall</i>	32
Tabel 3.2 Contoh Tabel Penyusunan <i>Cutting plan</i>	33
Tabel 3.3 Contoh Tabel Rekapitulasi Hasil <i>Cutting plan</i>	33
Tabel 4.1 Gambar Detail SW1	40
Tabel 4.2 Gambar Detail SW2	43
Tabel 4.3 Gambar Detail SW3	46
Tabel 4.4 Gambar Detail SW4	49
Tabel 4.5 Gambar Detail SW5	52
Tabel 4.6 Gambar Detail SW6	55
Tabel 4.7 Data Kebutuhan Pembesian <i>Shearwall</i> pada Proyek	57
Tabel 4.8 Data Volume Pembesian Terpasang <i>Shearwall</i>	58
Tabel 4.9 Data Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i> pada Proyek	58
Tabel 4.10 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i> pada Proyek	69
Tabel 4.11 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i> Hasil Penyusunan <i>Cutting Plan</i>	69
Tabel 4.12 Perbandingan Kebutuhan Pembesian <i>Shearwall</i>	70
Tabel 4.13 Perhitungan <i>Waste</i> pada Proyek	72
Tabel 4.14 <i>Waste</i> Hasil Penyusunan <i>Cutting Plan</i>	73
Tabel 4.15 Analisis Deviasi Nilai <i>Waste</i>	73
Tabel 4.16 Perbandingan Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i>	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk <i>Shearwall</i>	10
Gambar 2.2 Tata Letak <i>Shearwall</i>	10
Gambar 2.3 Standar Kait dan Bengkokan	12
Gambar 2.4 Panjang Sambungan Lewatan	12
Gambar 2.5 Sambungan <i>Shearwall</i> – <i>Pile Cap</i>	13
Gambar 2.6 Standar Penyaluran Tulangan Vertikal <i>Shearwall</i>	13
Gambar 2.7 Standar Penyaluran Tulangan Horizontal <i>Shearwall</i>	14
Gambar 2.8 Berat Nominal Baja Tulangan	16
Gambar 2.9 Detail penulangan <i>Shearwall</i>	20
Gambar 2.10 Dimensi BIM menurut Centre Line Studio	22
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian	26
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 Denah <i>Shearwall</i> Lantai B3	38
Gambar 4.2 Denah <i>Shearwall</i> Lantai B2 – Lantai 21	38
Gambar 4.3 Denah <i>Shearwall</i> Lantai Dak	39
Gambar 4.4 Hasil Pemodelan Denah <i>Shearwall</i> Lantai B3	59
Gambar 4.5 Hasil Pemodelan Denah <i>Shearwall</i> Lantai B2-Lantai 21	59
Gambar 4.6 Hasil Pemodelan Denah <i>Shearwall</i> Lantai Dak	60
Gambar 4.7 Gambar Isometrik Arah Barat Daya	60
Gambar 4.8 Gambar Isometrik Arah Tenggara	61
Gambar 4.9 Tampak Pembesian <i>Shearwall</i> Tipe SW1	61
Gambar 4.10 Tampak Pembesian <i>Shearwall</i> Tipe SW2	62
Gambar 4.11 Tampak Pembesian <i>Shearwall</i> Tipe SW3	62
Gambar 4.12 Tampak Pembesian <i>Shearwall</i> Tipe SW4	63
Gambar 4.13 Tampak Pembesian <i>Shearwall</i> Tipe SW5	63
Gambar 4.14 Tampak Pembesian <i>Shearwall</i> Tipe SW6	64
Gambar 4.15 Detail Penulangan <i>Shearwall</i> Tipe SW1 Lantai B2	64
Gambar 4.16 Detail Penulangan <i>Shearwall</i> Tipe SW2 Lantai B2	65
Gambar 4.17 Detail Penulangan <i>Shearwall</i> Tipe SW3 Lantai B2	65

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.18 Detail Penulangan <i>Shearwall</i> Tipe SW4 Lantai B2	66
Gambar 4.19 Detail Penulangan <i>Shearwall</i> Tipe SW5 Lantai B2	66
Gambar 4.20 Detail Penulangan <i>Shearwall</i> Tipe SW6 Lantai B3	67
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Kebutuhan Pembesian <i>Shearwall</i> (kg).....	71
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Nilai <i>Waste</i>	74
Gambar 4.23 Grafik Perbandingan Biaya Pekerjaan Penulangan <i>Shearwall</i>	76





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan <i>Bar Bending Schedule</i> Konvensional	83
Lampiran 2 Output <i>Bar Bending Schedule</i> Hasil Pemodelan Autodesk Revit 2025	85
Lampiran 3 Rekapitulasi Kebutuhan Besi Tulangan <i>Shearwall</i> Berdasarkan <i>Bar Bending Schedule</i>	93
Lampiran 4 Hasil <i>Cutting plan</i> Besi Tulangan <i>Shearwall</i>	98
Lampiran 5 Rekapitulasi Hasil <i>Cutting plan</i> Besi Tulangan <i>Shearwall</i>	103
Lampiran 6 Gambar Detail <i>Shearwall</i>	110
Lampiran 7 Pernyataan Calon Pembimbing	149
Lampiran 8 Lembar Pengesahan	151
Lampiran 9 Lembar Asistensi	153
Lampiran 10 Lembar Persetujuan	159
Lampiran 11 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi	165

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor konstruksi merupakan salah satu sektor vital perekonomian terbesar di Indonesia, menurut *Survei Perusahaan Konstruksi Triwulanan (SKTR)* oleh *Badan Pusat Statistik (BPS)* pada tahun 2025, sektor konstruksi berada di urutan ke-4, yaitu dengan nilai 9,82% dari *Produk Domestik Bruto (PDB)*. Besarnya kontribusi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian biaya dan material dalam proyek konstruksi menjadi aspek yang penting untuk diperhatikan. Pada pekerjaan struktur beton bertulang, besi tulangan merupakan salah satu material dengan proporsi biaya yang besar terhadap biaya proyek, bahkan dapat mencapai sekitar 20–30% dari total biaya proyek, sehingga ketidakefisienan dalam penggunaannya dapat berdampak langsung terhadap pemborosan material dan peningkatan biaya proyek (Djunaidi & Prayogo, 2021).

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian di lapangan, salah satu permasalahan utama yang sering terjadi adalah munculnya sisa besi tulangan akibat perbedaan antara panjang batang standar dengan kebutuhan panjang potong elemen struktur (Djunaidi & Prayogo, 2021). Apabila pemotongan dilakukan tanpa pola yang direncanakan secara sistematis, maka akan dihasilkan potongan-potongan sisa yang sulit dimanfaatkan kembali (Djunaidi & Prayogo, 2021). Kondisi tersebut menyebabkan batang tulangan standar tidak termanfaatkan secara maksimal dan berpotensi meningkatkan kebutuhan material pada pekerjaan pembesian (Djunaidi & Prayogo, 2021). Permasalahan ini menjadi semakin penting pada elemen struktur yang memiliki detail penulangan padat dan variasi panjang potongan yang beragam, salah satunya adalah elemen *Shearwall*.

Shearwall merupakan elemen struktur yang direncanakan untuk menahan gaya lateral (misalnya akibat gempa) sehingga dapat membantu meningkatkan kekakuan struktur dan mengurangi simpangan (Handayani et al., 2022). Pada elemen *Shearwall*, penulangannya melibatkan tulangan vertikal, tulangan horizontal, serta pada kondisi tertentu dilengkapi dengan *boundary element* pada bagian tepi dinding, sehingga detail penulangannya menjadi lebih kompleks dan kebutuhan pembesiannya cenderung lebih besar dibandingkan elemen struktur yang lebih sederhana (Arifin et al., 2023). Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan panjang potongan tulangan pada elemen *Shearwall*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menjadi lebih beragam, sehingga proses pemotongan besi tulangan berpotensi menghasilkan sisa potongan yang lebih besar apabila tidak direncanakan secara sistematis (Kurniawan & Ujianto, 2023).

Besarnya tingkat *waste* pada pekerjaan pembesian telah ditunjukkan dalam beberapa penelitian terdahulu. Pada studi kasus elemen *Shearwall* proyek pembangunan Gedung MRT Jakarta, *waste* metode konvensional tercatat sebesar 13,2%, sedangkan setelah dilakukan optimasi menggunakan *Cutting Optimization Pro*, *waste* dapat ditekan menjadi 8,9%, sehingga terjadi penurunan sebesar 4,3% (Kurniawan & Ujianto, 2023). Hasil serupa juga ditunjukkan pada penelitian penulangan balok, di mana *waste* metode konvensional sebesar 6,1% dapat ditekan menjadi sekitar 0,7% setelah dilakukan optimasi menggunakan *Cutting Optimization Pro* (Korompot et al., 2024). Data tersebut menunjukkan bahwa *waste* pada pekerjaan pembesian masih menjadi permasalahan nyata dan memiliki potensi untuk ditekan melalui penyusunan pola pemotongan yang lebih sistematis.

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian, informasi yang digunakan di lapangan sering kali masih berupa *Bar Bending Schedule* (BBS) yang memuat data diameter, bentuk, panjang, dan jumlah tulangan (Alimin et al., 2023). Namun, data tersebut belum secara langsung menunjukkan pola pemotongan yang rinci, padahal informasi panjang potongan pada BBS dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun *cutting plan* atau pola pemotongan tulangan (Djunaidi & Prayogo, 2021). Apabila pelaksanaan pemotongan hanya mengacu pada panjang potong yang tercantum dalam BBS tanpa disertai *cutting plan* yang tersusun secara sistematis, maka proses pemotongan cenderung dilakukan berdasarkan kebutuhan sesaat di lapangan. Kondisi tersebut menyebabkan batang tulangan standar berpotensi tidak termanfaatkan secara maksimal dan menghasilkan sisa potongan yang sulit digunakan kembali (Djunaidi & Prayogo, 2021).

Dalam penelitian ini, Autodesk Revit 2025 dipilih karena dapat digunakan untuk memodelkan tulangan dan menghasilkan *rebar schedule* sebagai dasar penyusunan *Bar Bending Schedule* (BBS). Penggunaan Autodesk Revit pada pembuatan dokumen BBS dilakukan melalui model yang menghasilkan data diameter, bentuk, panjang, dan jumlah tulangan secara langsung dari pemodelan (Alimin et al., 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa Autodesk Revit digunakan untuk proses *quantity take-off* beton dan tulangan melalui pendekatan BIM, sehingga data kebutuhan material dapat diperoleh dari model yang telah dibuat (Alimin et al., 2023).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Oleh karena itu, Autodesk Revit 2025 dipilih dalam penelitian ini karena sesuai dengan kebutuhan penelitian yang berfokus pada pemodelan tulangan *Shearwall*, penyusunan BBS, dan pemanfaatan data hasil model sebagai dasar penyusunan *cutting plan*.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas optimasi pemotongan besi tulangan pada berbagai objek pekerjaan pembesian, menunjukkan bahwa optimasi pola pemotongan dapat menurunkan tingkat *waste* (Djunaidi & Prayogo, 2021); (Kurniawan & Ujianto, 2023); (Korompot et al., 2024). Penelitian lain juga telah menunjukkan bahwa Autodesk Revit dapat digunakan untuk menghasilkan *Bar Bending Schedule* (BBS) pada pekerjaan pembesian, namun kajian tersebut dilakukan pada elemen *pile cap* dan berfokus pada penyusunan dokumen BBS serta volume tulangan (Alimin et al., 2023). Dengan demikian, penelitian terdahulu umumnya masih membahas optimasi *waste* dan pembuatan BBS secara terpisah, atau dilakukan pada objek elemen struktur yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian yang mengintegrasikan hasil BBS dari Autodesk Revit 2025 sebagai dasar penyusunan *cutting plan* untuk menganalisis *cutting waste* pada elemen *Shearwall* masih terbatas. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengkajian elemen *Shearwall* secara khusus melalui alur kerja yang terintegrasi mulai dari pemodelan tulangan, penyusunan BBS, hingga analisis *cutting waste* berdasarkan *cutting plan*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kebutuhan pembesian *shearwall* melalui penyusunan *cutting plan* berdasarkan data *Bar Bending Schedule* hasil pemodelan menggunakan Autodesk Revit 2025. Hasil penyusunan *cutting plan* digunakan untuk membandingkan kebutuhan pembesian dan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* dengan data pada proyek. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis nilai *cutting waste* hasil penyusunan *cutting plan* serta membandingkannya dengan *waste* pada proyek untuk mengevaluasi potensi efisiensi penggunaan material. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi efisiensi kebutuhan pembesian, pengurangan *waste*, dan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* melalui penyusunan *cutting plan*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana perbandingan kebutuhan pembesian *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan kebutuhan pembesian *shearwall* pada proyek?
2. Bagaimana perbandingan nilai *cutting waste* hasil penyusunan *cutting plan* terhadap *waste* pada proyek?
3. Bagaimana perbandingan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* pada proyek?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup pembahasan agar penelitian lebih terarah, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi pada pekerjaan penulangan *shearwall* pada Proyek Pembangunan Gedung Utama Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita.
2. Objek penelitian yang dianalisis meliputi *shearwall* tipe SW1 yang dimodelkan mulai dari lantai B2 hingga lantai atap, *shearwall* tipe SW2, SW3, SW4, dan SW5 yang dimodelkan mulai dari lantai B2 hingga lantai 21, serta *shearwall* tipe SW6 yang dimodelkan mulai dari lantai B3 hingga lantai 21.
3. Tulangan yang dianalisis meliputi tulangan vertikal, tulangan horizontal, dan *boundary element* pada elemen *shearwall* sesuai data pada *Bar Bending Schedule*.
4. Data penulangan yang dianalisis berasal dari *Bar Bending Schedule* hasil pemodelan menggunakan Autodesk Revit 2025.
5. Panjang batang standar besi tulangan yang digunakan dalam penyusunan *cutting plan* adalah 12 meter.
6. Penyusunan *cutting plan* dilakukan berdasarkan *cutting list* hasil pengolahan data *Bar Bending Schedule* dengan bantuan *Cutting Optimization Pro*.
7. Penelitian difokuskan pada perbandingan kebutuhan pembesian *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan kebutuhan pembesian *shearwall* pada proyek, analisis nilai *cutting waste* hasil penyusunan *cutting plan* terhadap *waste* pada proyek, serta perbandingan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* pada proyek.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Sisa tulangan dengan panjang 55 cm atau lebih dikategorikan sebagai sisa yang dapat digunakan kembali, sedangkan sisa tulangan dengan panjang kurang dari 55 cm dikategorikan sebagai *cutting waste*.
9. Perhitungan biaya pekerjaan penulangan shearwall dilakukan menggunakan harga satuan pekerjaan penulangan yang digunakan pada proyek berdasarkan kebutuhan pembesian pada masing-masing kondisi yang dianalisis.
10. Penelitian tidak membahas produktivitas tenaga kerja, perubahan desain struktur, serta proses pengadaan material seperti pemilihan supplier, pemesanan, dan distribusi material.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbandingan kebutuhan pembesian *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan kebutuhan pembesian *shearwall* pada proyek.
2. Menganalisis perbandingan nilai *cutting waste* hasil penyusunan *cutting plan* terhadap *waste* pada proyek.
3. Menganalisis perbandingan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* pada proyek.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada penelitian ini disusun menjadi 5 bab, dengan urutan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan mengenai analisis kebutuhan pembesian *shearwall* melalui penyusunan *cutting plan* berdasarkan *Bar Bending Schedule* hasil pemodelan Autodesk Revit 2025.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi penelitian terdahulu, *shearwall*, baja tulangan beton, standar gambar pekerjaan, *waste* dalam konstruksi, *cutting waste*, *cutting plan*, *Bar Bending*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Schedule (BBS), Bill of Quantity (BOQ), harga satuan pekerjaan, Building Information Modeling (BIM), dan Autodesk Revit 2025.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi lokasi dan objek penelitian, jenis dan sumber data, tahapan pemodelan *shearwall*, pengolahan data *Bar Bending Schedule (BBS)*, penyusunan *cutting list*, penyusunan *cutting plan*, rekapitulasi hasil *cutting plan*, analisis *cutting waste*, analisis kebutuhan pembesian *shearwall*, serta analisis biaya pekerjaan penulangan *shearwall*.

4. BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan data proyek dan hasil analisis penelitian, meliputi hasil pemodelan *shearwall*, rekapitulasi *Bar Bending Schedule (BBS)*, hasil penyusunan *cutting plan*, perbandingan kebutuhan pembesian *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan kebutuhan pembesian *shearwall* pada proyek, analisis nilai *cutting waste* hasil penyusunan *cutting plan* terhadap *waste* pada proyek, serta perbandingan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* antara hasil penyusunan *cutting plan* dengan biaya pekerjaan penulangan *shearwall* pada proyek.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap penyusunan *cutting plan* tulangan *shearwall*, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan pembesian *shearwall* hasil penyusunan *cutting plan* sebesar 762.761,80 kg, sedangkan kebutuhan pembesian *shearwall* pada proyek sebesar 834.538,60 kg. Hasil tersebut menunjukkan adanya pengurangan kebutuhan pembesian sebesar 71.776,80 kg dengan nilai deviasi 8,60%, sehingga penyusunan *cutting plan* mampu mengurangi kebutuhan material dibandingkan kebutuhan pembesian pada proyek.
2. Total *waste* pada proyek sebesar 18,61%, sedangkan total *waste* hasil penyusunan *cutting plan* sebesar 10,95%. Hasil tersebut menunjukkan adanya deviasi *waste* sebesar 7,66%. Dari total *waste* hasil penyusunan *cutting plan*, sebesar 10,63% merupakan sisa potongan yang masih dapat digunakan kembali, sedangkan 0,32% merupakan *cutting waste* yang tidak dapat dimanfaatkan kembali. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyusunan *cutting plan* mampu mengoptimalkan pemanfaatan material melalui pola pemotongan yang lebih terencana.
3. Biaya pekerjaan penulangan *shearwall* hasil penyusunan *cutting plan* sebesar Rp10.647.429.335,24, sedangkan biaya pekerjaan penulangan pada proyek sebesar Rp11.785.309.599,00. Hasil tersebut menunjukkan adanya pengurangan biaya sebesar Rp1.137.880.263,77 dengan nilai deviasi 9,66%. Penurunan biaya tersebut dipengaruhi oleh berkurangnya kebutuhan pembesian dan menurunnya nilai *waste*, sehingga penyusunan *cutting plan* berpotensi meningkatkan efisiensi biaya pekerjaan penulangan *shearwall*.

5.2. Saran

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan memperluas objek penelitian, tidak hanya terbatas pada elemen *shearwall*, tetapi juga



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mencakup elemen struktur beton bertulang lainnya, seperti balok, kolom, pelat, dan elemen struktur lain yang memiliki pekerjaan penulangan. Dengan cakupan objek yang lebih luas, hasil perhitungan kebutuhan besi tulangan dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh terhadap kebutuhan material proyek.

2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penyusunan *cutting plan* dengan mempertimbangkan strategi pemanfaatan kembali sisa potongan besi tulangan (*reusable offcut*) pada elemen struktur lainnya. Pendekatan tersebut diharapkan dapat mengurangi jumlah material yang menjadi *waste* serta meningkatkan efisiensi penggunaan besi tulangan pada proyek konstruksi.
3. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan penggunaan Autodesk Revit dengan aplikasi lain yang lebih khusus digunakan untuk perhitungan volume, *quantity take-off*, atau *rebar detailing*. Perbandingan tersebut dapat digunakan untuk melihat perbedaan dari segi akurasi hasil perhitungan, kecepatan pengolahan data, dan kemudahan dalam menghasilkan rekapitulasi kebutuhan besi tulangan. Meskipun demikian, penggunaan Autodesk Revit 2025 tetap dapat dipertimbangkan karena memiliki keunggulan dalam mengintegrasikan proses pemodelan elemen struktur dengan rekapitulasi *Bar Bending Schedule* (BBS) dalam satu alur kerja.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. B. M., & Sari, O. L. (2022). *ANALISIS WASTE DENGAN PENDEKATAN LEAN CONSTRUCTION PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN SUNGAI MANGGAR BALIKPAPAN*. 23(1), 113–126.
- Alawyah, K., & Syah, N. (2024). *ANALISIS PERBANDINGAN WASTE BESI TULANGAN KOLOM LANTAI 5 METODE KONVENSIONAL DENGAN SOFTWARE CUTTING OPTIMIZATION PRO (COP) PADA PROYEK PEMBANGUNAN MENARA BRI MEDAN*. 11(November).
- Alimin, M., Imron, & Taulani, M. (2023). *Penerapan Bulding Information Modelling (BIM) Autodesk Revit dalam Pembuatan Bar Bending Schedule (BBS) Pondasi Pile Cap Proyek Apartemen Jkt Living Star - Jakarta Timur*. 2(2).
- Anggraeni, D. T., & Wibawa, C. (2025). *Implementasi Algoritma First Fit Decreasing (FFD) Pada Perhitungan Cutting plan Material Berbasis Panjang (Studi Kasus PT Bukaka Teknik Utama)*. 15(2).
- Anggraini, S., Septiandini, E., & Wangi, I. P. (2024). *Perencanaan dan Analisis Keefektifan Penempatan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur dengan Software ETABS Serina*. 7(1), 238–246. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v7i1.437>
- Arifin, H., Aries, M., & Jafarudin, A. J. (2023). *PERENCANAAN DINDING GESER (SHEAR WALL) PADA PORTAL GEDUNG BERTINGKAT PLANNING OF SHEAR WALLS IN PORTALS OF HIGH-STORY BUILDINGS*. xx(x).
- Christian, I., Qwensi, F., Albert, Y., & Setiawardani, R. (2021). *DIRECT WASTE DAN INDIRECT WASTE MATERIAL PADA PEKERJAAN STRUKTUR BETON DAN DINDING BATA (Studi Kmnasus : Proyek Gedung Apartemen di Surabaya)*. 98–105.
- Djakaria, I., Mohamad, F. B., & Wungguli, D. (2021). *Optimasi Trim Loss menggunakan Integer Linear Programming pada Cutting Stock Problem untuk industri meubel (Studi Kasus pada UD Flybers)*. 12(1), 80–108.
- Djunaidi, S. E., & Prayogo, D. (2021). *OPTIMASI PEMOTONGAN BESI TULANGAN PADA PROYEK KOMPLEKS*. 8(2), 84–94. <https://doi.org/10.9744/duts.8.2.84-94>
- Efendi, R., & Mislan. (2023). *EVALUASI KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN PENGUJIAN MEKANIS PADA BAJA TULANGAN BETON SIRIP SNI 2052 : 2017 Evaluation of Mechanical Measurement Uncertainty on SNI 2052 : 2017 Steel Deformed*. 14, 117–128.
- Endom, S. T., Saleh, L. M., Titaley, H. D., Sipil, J. T., & Ambon, P. N. (2023). *RENCANA ANGGARAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE AHSP 2016 DAN SNI 2018 PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MADRASAH IBTIDAIYAH NEGERI 5 KABUPATEN MALUKU TENGAH*. 2(2), 255–261.
- Fauzi, R. N., Hendriyani, I., Pratiwi, R., & Revit, A. (2024). *IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) 5D DALAM ESTIMASI QUANTITY TAKE OFF*. 8(2), 245–258.
- Fernanda, R. A., Bayzoni, Husni, H. R., & Ashruri. (2023). *Analisis Waste Material pada Tulangan Kolom Berbasis Building Information Modeling (BIM)*. 11(2), 243–254.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Handayani, N. K., Iksanudin, Setiawan, B., & Nurchasanah, Y. (2022). *PERENCANAAN DINDING GESER PADA GEDUNG KULIAH 7 LANTAI DENGAN SISTEM GANDA*. 9–15.
- Khotimah, S. U., Husni, H. R., Bayzoni, & Ashruri. (2024). *Implementasi Building Information Modeling (BIM) dalam Analisis Waste Material Tulangan Balok pada Gedung Rumah Sakit Bhayangkara Polda Lampung*. 12(1), 89–104.
- Korompot, S. F., Tjakra., J., & Mangare, J. B. (2024). *Analisis Perbandingan Waste Pada Penulangan Balok Dengan Menggunakan Metode Konvensional Dan Software Cutting Optimization Pro*. 22(87).
- Kurniawan, D., & Ujianto, M. (2023). *OPTIMASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN TULANGAN DAN TULANGAN SISA (WASTE) SHEAR WALL MENGGUNAKAN SOFTWARE CUTTING OPTIMIZATION PRO PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MRT JAKARTA*. 0–7.
- Maulidi, T. F., Kartika, N., & Tahadjuddin. (2025). *DIGITALISASI DESAIN GEDUNG MELALUI PEMODELAN 3D BERBASIS BIM PADA GEDUNG ASRAMA X DI KOTA JAKARTA* Teguh. 4(2), 3–8.
- Nugraha, H., Supardi, S., & Utina, T. (2025). *Implementasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Detail Engineering Design (DED)*. 7(2), 263–274.
- Nurhidayatullah, E. F., & Djawa, H. A. Y. (2024). *Jurnal Teknik Sipil Unaya Pengaruh Pemilihan Tipe Dinding Geser Terhadap Perilaku*. 10(2), 42–58.
- Pamenang, G. S., Mulyono, G. S., Prodi, J., Yani, J. A., Kartasura, K., Sukoharjo, K., & Tengah, J. (2023). *ANALISIS BAJA TULANGAN ULIR / SIRIP PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALUR GANDA HAURPUGUR CICALENGKA PAKET 16 (JGHC PAKET16)*. 16.
- Pratama, A., & Marzuki, P. F. (2023). *Kajian Implementasi BIM (Building Information Modeling) di Indonesia Berdasarkan Perspektif Pelaksana Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Kontraktor BUMN)*. 30(2), 277–296. <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.2.15>
- Pribadi, A. (2025). *Analisis Sifat Mekanis Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir (BjTS) Berdasarkan Pada Metode SNI 2052:2024*. November, 6–8.
- Putera, I. G. A. A. (2022). *MANFAAT BIM DALAM KONSTRUKSI GEDUNG: SUATU KAJIAN PUSTAKA*.
- Qatrannada, A., Fadhlurrahman, F., & Hidayati, R. (2022). *MANAJEMEN BAJA TULANGAN DENGAN METODE JUST IN TIME DENGAN KOMBINASI BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS PROYEK GEDUNG X PROVINSI JAWA BARAT)*. 10(2).
- Rachman, T. A., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2024). *Analisis Volume dan Biaya pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal Berbasis BIM 5D (Studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 3 Lantai Tipe 130 di Kota Balikpapan)*. 7(2), 860–869. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v7i2.629>
- Radinal, Novratrilova, L., & Hartinah, T. P. (2022). *RENCANA ANGGARAN BIAYA BANGUNAN PENUNJANG OBJEK WISATA TELUK WANG SAKTI KABUPATEN MERANGIN*. 3(1), 1–12.
- Rahman, F., Paryati, N., Sylviana, R., & Mardiyana, A. (2025). *RENCANA ANGGARAN BIAYA STRUKTUR PEMBANGUNAN MASJID POLITEKNIK DI*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- TANGERANG MENGGUNAKAN METODE AHSP PUPR 2023. 2(2), 122–128.
- Reista, I. A., & Ilham, A. (2022). *Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural*. 2(1), 13–22.
- Salsabila, S., & Apdeni, R. (2025). *IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM PERHITUNGAN VOLUME BESI TULANGAN DAN BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS _ PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT X).pdf*.
- Sansujaya, E., Pah, J. J. S., & Udiana, I. M. (2021). *Studi Kefektifan Dinding Geser pada Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Struktur*. 1(1), 24–34.
- Saputra, A., Husni, H. R., Bayzoni, & Siregar, A. M. (2022). *Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada bangunan gedung menggunakan software Autodesk Revit (Studi Kasus Gedung 5 RSPTN Universitas Lampung)*.
- Septianugraha, A. F., Winarno, S., Sipil, S. T., & Indonesia, U. I. (2021). *Estimasi Indeks Waste Material Konstruksi untuk Proyek Bangunan di Indonesia*. 6(2).
- Setiawan, A., Noorhidana, V. A., & Husni, H. R. (2023). *Analisis Variasi Layout Shearwall Dengan SNI 1726-2019 Terhadap Perilaku Bangunan Bertingkat (Studi Kasus : Gedung Pelayanan Publik Satu Atap Bandar Lampung) Kasus : Gedung Pelayanan Publik Satu Atap Bandar Lampung)”*. 11(2), 297–310.
- Shahab, Z. A., & Gunawan, G. F. (2021). *Pengaruh Variasi Persentase Bukaannya Terhadap Daya Serap Dinding Geser*. 10(1), 34–46.
- Tristanto, W., & Widjajakusuma, J. (2022). *ANALISIS FAKTOR DAN VARIABEL KUALITAS GAMBAR PERENCANAAN YANG BERPENGARUH TERHADAP KETERLAMBATAN PROYEK APARTEMEN MN*. 7(7).
- Utari, R. P., & Pradana, N. (2023). *Implementasi Sistem Building Information Modeling (BIM) Untuk Analisis Waktu dan Biaya (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Universitas Islam Malang)*. 23(2), 1245–1250. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i2.3994>
- Widya, M., Surya, P., Dewi, T., Gede, P., & Yoga, A. (2022). *Analisa Perbandingan Volume Dan Biaya Bar Bending Schedule Dengan Metode SNI-2847 : 2013 Dan BS 8666 : 2005 Pada Proyek Pembangunan Kantor*. x, 50–58.