

**ANALISIS *WASTE* MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN
BUILDING INFORMATION MODELING DAN METODE
PARETO PADA GEDUNG PRESISI 3, JAKARTA**



TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil

Oleh:

Titis Maylani

2100920

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**ANALISIS *WASTE* MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN
BUILDING INFORMATION MODELING DAN METODE
PARETO PADA GEDUNG PRESISI 3, JAKARTA**

Oleh
Titis Maylani

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil

© Titis Maylani
Universitas Pendidikan Indonesia
2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *WASTE* MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN
BUILDING INFORMATION MODELING DAN METODE
PARETO PADA GEDUNG PRESISI 3, JAKARTA**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Siti Nurasiyah, S.T., M.T.

NIP. 197702082008122001

Pembimbing II

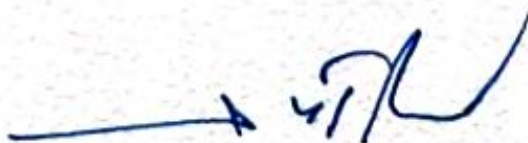


Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.

NIP. 198011192009121003

Mengetahui:

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil**



Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng

NIP. 197703072008121001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Titis Maylani

NIM : 2100920

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Karya : Analisis *Waste* Material Dengan Menggunakan *Building Information Modeling* Dan Metode Pareto Pada Gedung Presisi 3, Jakarta

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas. Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, Agustus 2025

Pembuat pernyataan,

Titis Maylani

NIM. 2100920

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur, saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan proposal penelitian tugas akhir ini dengan tepat waktu. Adapun proposal penelitian tugas akhir ini berjudul “Analisis *Waste Material* Dengan Menggunakan *Building Information Modeling* Dan Metode Pareto Pada Gedung Presisi 3, Jakarta” disusun sebagai upaya dalam memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga jauh dikatakan sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar dapat lebih baik lagi dalam penyusunan laporan. Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca laporan ini.

Bandung, Agustus 2025

Titis Maylani
NIM. 2100920

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

1. Ibu Dr. Siti Nurasiyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pertama dalam penyusunan Tugas Akhir yang senantiasa membimbing, meluangkan waktu dan memberikan arahan serta masukan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ben Novarro Batubara, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua dalam penyusunan Tugas Akhir yang juga senantiasa membimbing, meluangkan waktu dan memberikan arahan serta masukan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN. Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik Dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Ibu Prof. Dr. Rina Marina Masri, M.P. selaku dosen wali yang telah membantu kelancaran studi penulis.
5. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia, atas waktu dan ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua penulis yang tidak pernah lelah mendoakan, memberikan dukungan moril serta materil sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan yang semoga selalu dalam lindungan Allah SWT.
7. Seluruh teman dan sahabat yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

**ANALISIS *WASTE* MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN
BUILDING INFORMATION MODELING DAN METODE
PARETO PADA GEDUNG PRESISI 3, JAKARTA**

Titis Maylani¹; Siti Nurasyiah²; Ben Novarro Batubara³

^{1,2,3}*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia.*

Email: titismaylani@gmail.com

ABSTRAK

Industri konstruksi merupakan salah satu penghasil limbah global terbesar yang berdampak negatif pada lingkungan dan biaya proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan sisa material pada proyek pembangunan Gedung Presisi 3, Jakarta. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan mengintegrasikan *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan Autodesk Revit untuk pemodelan dan perhitungan volume (*Quantity Take-Off*), serta metode Pareto untuk mengidentifikasi material dengan *waste* paling signifikan. Optimasi sisa material dilakukan menggunakan *software Cutting Optimization Pro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume material yang dihitung dengan Revit lebih kecil dibandingkan metode konvensional, dengan persentase *waste* untuk D22 sebesar 39%, D19 sebesar 23%, D13 sebesar 18%, D10 sebesar 16%, D16 sebesar 4%, serta D8 sebesar 0,02%. Analisis Pareto mengidentifikasi bahwa besi tulangan D22, D19 dan D13 merupakan penyumbang *waste* utama, dengan kontribusi sekitar 80,31% dari total *waste*. Setelah dilakukan optimasi pemotongan pada semua diameter tulangan, didapatkan total biaya material besi tulangan akhir sebesar Rp 409.340.453,17. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan alur kerja BIM dan *software* optimasi dapat secara efektif mengurangi pemborosan material dan meningkatkan efisiensi biaya proyek konstruksi.

Kata Kunci: Sisa Material, BIM, Metode Pareto, Optimasi, Pembesian, Revit.

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION WASTE MATERIAL USING
BUILDING INFORMATION MODELING AND THE PARETO METHOD
IN PRESISI 3 BUILDING, JAKARTA**

Titis Maylani¹; Siti Nurasiyah²; Ben Novarro Batubara³

^{1,2,3}*Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational
Education,*

Universitas Pendidikan Indonesia

Email: titismaylani@gmail.com

ABSTRACT

The construction industry is one of the world's largest producers of waste, which negatively impacts the environment and project costs. This study aims to analyze and optimize material waste in the Gedung Presisi 3 construction project in Jakarta. A quantitative approach was used, integrating Building Information Modeling (BIM) with Autodesk Revit for modeling and volume calculation (Quantity Take-Off), as well as the Pareto method to identify materials with the greatest waste potential. Material waste optimization was performed using Cutting Optimization Pro software. Results showed that the material volume calculated with Revit was smaller than that calculated using conventional methods. Waste percentages were 39% for D22, 23% for D19, 18% for D13, 16% for D10, 4% for D16, and 0.02% for D8. Pareto analysis revealed that the D22, D19, and D13 reinforcement bars were the main contributors to waste, accounting for approximately 80.31% of the total. After optimizing the cutting of all rebar diameters, the total rebar material cost was Rp 409,340,453.17. This study proves that applying BIM workflows and optimization software effectively reduces material waste and improves the cost efficiency of construction projects.

Kata Kunci: Waste Material, BIM, Pareto Method, Optimization, Reinforcing Steel, Revit.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Waste Material</i>	5
2.1.1 Jenis <i>Waste Material</i>	5
2.1.2 Faktor Penyebab <i>Waste Material</i>	7
2.1.3 Persentase <i>Waste</i>	8
2.2 Baja Tulangan Beton.....	8
2.2.1 Baja Tulangan Beton Polos (BJTP).....	9
2.2.2 Baja Tulangan Beton Sirip atau Ulir (BJTS).....	10
2.2.3 Panjang Penyaluran	11
2.3 <i>Bar Bending Schedule</i>	22
2.4 Metode Pareto	24
2.5 <i>Building Information Modeling</i>	25
2.5.1 Sejarah <i>Building Information Modeling</i>	26
2.5.1 Manfaat <i>Building Information Modeling</i>	26
2.5.2 Dimensi <i>Building Information Modeling</i>	28
2.6 Autodesk Revit	29
2.6.1 Fitur Revit.....	30

2.6.2 Permodelan Revit	31
2.6.3 Cara kerja Revit	31
2.6.4 Kelebihan dan Kekurangan Revit.....	32
2.7 <i>Software Cutting Optimization Pro</i>	33
2.8 Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Lokasi	37
3.2 Waktu Penelitian	37
3.3 Metode Penelitian	38
3.4 Data dan Sumber Data	38
3.5 Teknik Analisis	39
3.5.1 Perhitungan Panjang Penyaluran Dan Sambungan Lewatan	39
3.5.2 Pemodelan 3D di Autodesk Revit.....	39
3.5.3 Perhitungan Persentase <i>Waste</i>	44
3.5.4 Analisis Menggunakan Diagram Pareto	44
3.5.5 Optimasi Sisa Material Tulangan dengan <i>Software Cutting Optimization Pro</i>	45
3.5.6 Perhitungan Biaya Material Sesudah Dioptimasi.....	45
3.6 Kerangka Berpikir	46
3.7 Diagram Alir	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Perhitungan Panjang Penyaluran Dan Sambungan Lewatan	48
4.2 Pemodelan 3D Revit	53
4.3 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Struktur	54
4.3.1 Volume Pekerjaan Struktur <i>Output</i> Revit	54
4.3.2 Volume Pekerjaan Struktur Pada RAB	56
4.4 Perbandingan Volume Pada Rencana Anggaran Biaya Dengan Revit	58
4.4.1 Perbandingan Volume Beton	58
4.4.2 Perbandingan Volume Tulangan	60
4.5 Perhitungan Persentase <i>Waste</i> Tulangan.....	61
4.6 Analisis <i>Waste Material</i> Terbanyak Menggunakan Diagram Pareto	63
4.7 Optimasi Sisa Material Tulangan dengan <i>Software Cutting Optimization Pro</i>	64
4.8 Biaya Pekerjaan Penulangan Pada Rencana Anggaran Biaya	66

4.9 Perhitungan Biaya Material Sesudah Dioptimasi	68
BAB V SIMPULAN, DAN SARAN	70
5.1 Simpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos	9
Gambar 2. 2 Baja Tulangan Beton Polos (BjTP)	10
Gambar 2. 3 Baja Tulangan Beton Sirip (BjTS)	10
Gambar 2. 4 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip (BjTS)	11
Gambar 2. 5 Tampak Tulangan Transversal Kolom SRPMK.....	18
Gambar 2. 6 Detail Tulangan Balok Pada Kolom.....	20
Gambar 2. 7 Tulangan Longitudinal Balok.....	21
Gambar 2. 8 Bar Bending Schedule	23
Gambar 2. 9 Grafik Diagram Pareto Item Pekerjaan	25
Gambar 2. 10 Urutannya Pengaturan Waste Minimum Persediaan (a, b, c).....	34
Gambar 3. 1 Peta Lokasi	37
Gambar 3. 2 New project	40
Gambar 3. 3 Mengatur project unit	40
Gambar 3. 4 Membuat Grid	41
Gambar 3. 5 Level Pada North Elevation	41
Gambar 3. 6 Grid Dan Level Pada 3D View	42
Gambar 3. 7 Properties Kolom	42
Gambar 3. 8 Dialog Type Properties Pengeditan Kolom	43
Gambar 3. 9 Pemodelan Kolom Pada Tampilan 3D View	43
Gambar 3. 10 Contoh Hasil Penulangan	43
Gambar 3. 11 Hasil Interference Check	44
Gambar 4. 1 Lokasi Sambungan Lewatan Diluar Jarak 2h.....	53
Gambar 4. 2 Model 3D Struktur Atas Gedung Presisi 3	53
Gambar 4. 3 Pembuatan Volume Berat Besi Tulangan	54
Gambar 4. 4 Analisis Diagram Pareto	63
Gambar 4. 5 Hasil Optimasi Tulangan pada Cutting Optimization Pro.....	65
Gambar 4. 6 Data RAB Pekerjaan Lantai 1	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Detail Kait Standar	12
Tabel 2. 2 Detail Kait Sengkang, Ikat Sengkang, Dan Sengkang Pengekang	12
Tabel 2.3 Panjang Penyaluran (ℓ_d) Batang Ulir Dan Kawat Ulir Dalam Kondisi Tarik	13
Tabel 2. 4 Faktor Modifikasi Penyaluran Batang Ulir Dalam Kondisi Tarik	14
Tabel 2. 5 Faktor Modifikasi Untuk Panjang Penyaluran (ℓ_{dh}) Batang Dengan Kait Dalam Kondisi Tarik.....	15
Tabel 2. 6 Faktor Modifikasi Penyaluran Batang Ulir Dalam Kondisi Tekan	16
Tabel 2. 7 Panjang Sambungan Lewatan Dalam Kondisi Tarik.....	17
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	38
Tabel 3. 2 Data Sekunder	38
Tabel 4. 1 Data Perhitungan Penyaluran Tarik Lurus	48
Tabel 4. 2 Resume Panjang Penyaluran Batang Tarik Lurus (ℓ_d).....	49
Tabel 4. 3 Data Perhitungan Penyaluran Dengan Kait.....	49
Tabel 4. 4 Resume Perhitungan Ldh	50
Tabel 4. 5 Resume Perhitungan Detail Kait Standar.....	50
Tabel 4. 6 Resume Detail Kait Sengkang, Sengkang Ikat, Dan Sengkang Pengekang.....	51
Tabel 4. 7 Resume Sambungan Lewatan Lst Tulangan Tarik.	52
Tabel 4. 8 Output Volume Beton Dan Tulangan Pelat Per-Lantai Revit.....	55
Tabel 4. 9 Output Volume Beton Dan Tulangan Balok Per-Lantai Revit	55
Tabel 4. 10 Output Volume Beton Dan Tulangan Kolom Per-Lantai Revit.....	56
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Volume Beton dan Tulangan Revit.....	56
Tabel 4. 12 Volume Beton Dan Tulangan Pelat Per-Lantai Pada RAB.....	57
Tabel 4. 13 Volume Beton Dan Tulangan Balok Per-Lantai Pada RAB	57
Tabel 4. 14 Volume Beton Dan Tulangan Kolom Per-Lantai Pada RAB.....	57
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Volume Beton Dan Tulangan RAB	58
Tabel 4. 16 Perbandingan Volume Beton Output Revit Dan RAB	59
Tabel 4. 17 Perbandingan Volume Tulangan Revit Dan RAB	60
Tabel 4. 18 Persentase Waste Tulangan.....	62

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Waste Tulangan untuk Analisis Pareto	63
Tabel 4. 20 Tabel Total Waste Tulangan Hasil Optimasi Cutting Optimization Pro	65
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Pekerjaan Penulangan Pelat Pada RAB	67
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Pekerjaan Penulangan Balok Pada RAB	67
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Pekerjaan Penulangan Kolom Pada RAB	68
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Setelah Dioptimasi.....	69

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R. W., Susila, H., & Gunarso. (2023). Analisis Perhitungan Material Dan Waste Besi Dengan Metode Bar Bending Schedule Pada Proyek Pembangunan RS. Mangesti Rahayu. *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, 1(1).
- Atullah, R. A. dkk. (2023). Analisis Waste Material Tulangan Pelat Menggunakan Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Baru Pengadilan Agama Gedong Tataan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 11(3), 639–650. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jrsdd.v11i3.3695>
- Aulia, N. A. (2016). *Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang)*. Universitas Brawijaya.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2052: Baja Tulangan Beton*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847: Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bahar, H. (2022). *Pedoman Detail Penulangan Beton Menurut SNI 2847-2019 Dan ACI 315-2018* (1 ed.). CV. Nas Media Pustaka.
- Baskoro, I. A. (2019). *Penerapan Building Information Modeling Menggunakan Tekla Structures Dalam Perhitungan Volume Besi Tulangan Dan Bar Bending Schedule* [PT. Wijaya Karya Bangunan Gedung Tbk.]. <http://www.wikagedung.com>
- Bruantama, D. M., & Pontan, D. (2023). Identifikasi Waste Material Dan Faktor Penyebab Timbulnya Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan*, 1(2), 396–401. <https://doi.org/10.25105/jrltb.v1i2.17993>
- Davis, J. R. (1998). *Metals Handbook* (Desk Edition). ASM International Handbook Committee.
- Del Valle, H. (2023). *The History & Evolution of BIM: How Far We've Come*. Infotech | Engineering Connections from Bid to Build. <https://www.infotechinc.com/blog/the-history-evolution-of-bim-how-far-weve-come/>
- Diva, A. A. G. N. R., Sudiasa, I. W., & Ramia, I. N. (2022). *Analisis Waste Material Proyek Berbasis Metode Pareto Dan Fault Tree Analysis*. <https://repository.pnb.ac.id>

- Eastman, C. dkk. (2008). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ferry, & Indrastuti. (2020). Penerapan Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Pembangunan Workshop (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop Kapal di Sekupang). *Journal of Civil Engineering and Planning*, 1(1).
- Irfanto, R. (2022). The Analysis Cause Of Casting Repair Work With Pareto Chart In Project X. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 106–117. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i1.4485>
- Jaya, A. P. (2024). *Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Struktur Menggunakan Autodesk Revit Dengan Metode Konvensional (Studi kasus : Warehouse Biznet Padang)*. Politeknik Negeri Bengkalis.
- Juliani, M. P., & Renaningsih. (2023). *Analisa Perbandingan Volume Beton Metode Konvensional Pada Hasil Bill Of Quantity (BQ) Dan BIM Autodesk Revit 2020 Terhadap Efektifitas Biaya*. 631–637.
- Marizan, Y., Purwanto, SS., & Yunanda, M. (2019). Studi Literatur Tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 9(1).
- Miller, N. (2022). *Konstruksi Menghasilkan Sepertiga Sampah Dunia, Arsitek Mencoba Mendirikan Gedung Dari Limbah*. <https://www.bbc.com/indonesia/vert-fut-59820009>
- Muka, W. I., Widyatmika, M. A., & Antara, I. M. N. (2020). Analisis Perbandingan Waste Besi Tulangan Metode Konvensional Dengan Software Cutting Optimazation Pro. *Teknika*, 15(2), 41–49.
- Nawawi, M., Muttaqin, & Afifuddin, M. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Timbulnya Waste Materials Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Banda Aceh. *Teras Jurnal*, 11(2), 295–306. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i2.479>
- Nugroho, I. (2019). *Optimasi Bar Bending Schedule Menggunakan Model Matematis Pada Proyek Soho Ciputra World Surabaya Fase 3*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pamungkas, A. P. (2022). *Analisis Optimalisasi Perhitungan RAB Menggunakan Revit (Studi Kasus Pembangunan Gedung Bank Bri Jl. Sisingamangaraja – Medan Kota)*. Universitas Medan Area.
- Patrahmansiyah, & Fardila, D. (2023). Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Waste Material Pada Proyek Konstruksi. *UTS STUDENT CONFERENCE*, 1(1), 35–42.

- Pertiwi, I. M., Herlambang, F. S., & Kristinayanti, W. S. (2019). Analisis Waste Material Konstruksi Pada Proyek Gedung (Studi Kasus Pada Proyek Gedung Di Kabupaten Badung). *Jurnal Simentrik*, 9(1), 185–190.
- Putera, I. G. A. A. (2022). Manfaat Bim Dalam Konstruksi Gedung: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 26(1).
- Putra, D. P., Dwiantoro, E., & Hariza, E. R. (2024). Evaluasi Waste Material Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus: Rusun Ponpes Al-Muslimun Bengkulu Tengah). *Jurnal Penelitian Ipteks*, 9(2), 258–267.
- Putri, P. M., & Azies, V. K. (2020). *Permodelan Struktur Gedung 6 Lantai Dengan Menggunakan Aplikasi Autodesk Revit 2018 Untuk Perhitungan Volume*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Simatupang F. J., dkk. (2024). Quantity Take Off Comparison Using Building Information Modelling (BIM) with Autodesk Revit Software and Traditional Method. *International Journal of Architecture and Urbanism*, 8(2), 184–190. <https://doi.org/10.32734/ijau.v8i2.16146>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Yuniartini, N. M. (2024). *Analisis Waste Material Konstruksi Pada Proyek Pembangunan SMPN 16 Denpasar*. Politeknik Negeri Bali.