

SKRIPSI
ANALISIS *WASTE* MATERIAL TULANGAN BANGUNAN STRUKTUR
BAWAH MENGGUNAKAN BAR BENDING SCHEDULE
(STUDI KASUS : RTH BUNDARAN BESAR KOTA PALANGKA RAYA)

OLEH :
ANAKNDA FAUZAN SYAHRANI DUNA
NIM. 223020501052



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

2026

**ANALISIS WASTE MATERIAL TULANGAN BANGUNAN STRUKTUR
BAWAH MENGGUNAKAN BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS
: RTH BUNDARAN BESAR KOTA PALANGKA RAYA)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh:

ANAKNDA FAUZAN SYAHRANI DUNA
NIM. 223020501052

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam
Form Rekomendasi dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Pembimbing Utama,



Ir. ALMUNTOFA PURWANTORO, S.T., M.T.
NIP. 19760922 200501 1 003

Pembimbing Pendamping,



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 19780608 200501 1 003

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua,



Ir. VERONIKA HAPPY PUSPASARI, S.T., M.T.
NIP.197407242005012002

**ANALISIS WASTE MATERIAL TULANGAN BANGUNAN STRUKTUR BAWAH
MENGUNAKAN BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS : RTH BUNDARAN
BESAR KOTA PALANGKA RAYA)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

oleh

ANAKNDA FAUZAN SYAHRANI DUNA

NIM. 223020501052

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : KAMIS / 25 JUNI 2026
Waktu : 09.00 – 12.00 WIB
Tempat : RUANG UJIAN SKRIPSI
(RUANG KBK MRK)

- | | |
|---|--|
| 1. Dr. Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19651119 199302 1 001 |  (Ketua Penguji/ Penguji I) |
| 2. LISTIYANI DESI RATNASARI, M.T.
NIP. 19940919 202406 2 003 |  (Sekertaris Penguji/ Penguji II) |
| 3. Ir. ALMUNTOFA PURWANTORO, S.T., M.T.
NIP. 19760922 200501 1 003 |  (Penguji III) |

Mengetahui:
Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Universitas Palangka Raya
Ketua,


Ir. Veronika Happy Puspasari, S.T., M.T
NIP. 19740724 200501 2 002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh bahwa skripsi saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Segala kutipan dan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, September
2026



Anaknda Fauzan Syahrani Duna
NIM.223020501052

RINGKASAN

ANALISIS WASTE MATERIAL TULANGAN BANGUNAN STRUKTUR BAWAH MENGGUNAKAN BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS: RTH BUNDARAN BESAR KOTA PALANGKA RAYA), Anaknda Fauzan Syahrani Duna, 2026, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Baja tulangan termasuk material bernilai ekonomis tinggi yang mencakup sekitar 20–30% biaya pengadaan material dan menjadi salah satu sumber *waste* terbesar pada pekerjaan konstruksi. Pada objek penelitian, pekerjaan beton bertulang memiliki bobot 45,99% dari total nilai proyek, sedangkan struktur bawah yang meliputi *pile cap*, dinding basemen, dan pelat basemen mencapai 13,27% dari total nilai proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan *consumable material* dan *non consumable material* tulangan berdasarkan *Bar Bending Schedule* (BBS), menganalisis potensi penghematan biaya akibat optimasi waste material, serta mengevaluasi efektivitas metode *Building Information Modeling* (BIM) dalam mengurangi *waste* dibandingkan metode konvensional.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus pada proyek Pembangunan RTH Ex KONI Kota Palangka Raya dan penelitian ini dilaksanakan pada bulan agustus 2025 sampai dengan April 2026. Data yang digunakan berupa data sekunder yang terdiri atas DED dan RAB. Teknik analisis dilakukan menggunakan metode BIM dengan bantuan *Autodesk Revit* 2025 untuk pemodelan 3D dan penyusunan BBS, serta *Cutting Optimization Pro* untuk optimasi pola pemotongan tulangan dan analisis *waste material*. Hasil optimasi kemudian dikonversikan ke nilai ekonomis berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Tahun 2025 dan dibandingkan dengan metode konvensional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *consumable material* tulangan terdiri dari baja D16 sepanjang 77.240,469 m dengan berat 121.885,46 kg dan D22 sepanjang 59.222,795 m dengan berat 176.780,05 kg, sehingga total berat tulangan terpasang sebesar 302.030,50 kg. *Non consumable material/waste* yang dihasilkan sebesar 4.625,00 kg untuk D16 dan 9.720,69 kg untuk D22 dengan total *waste* 21.443,92 kg. Optimasi menggunakan metode BIM menghasilkan biaya *waste* sebesar Rp54.379.460,62, sedangkan metode konvensional mencapai Rp363.645.678,84, sehingga diperoleh penghematan sebesar Rp307.764.938,42 atau sekitar 85,05% dibanding metode konvensional. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan BIM lebih efektif dan efisien dalam mengurangi *waste* material tulangan serta menekan biaya proyek dibandingkan metode konvensional.

Kata Kunci : optimasi, struktur bawah, BBS, BIM

SUMMARY

ANALYSIS OF WASTE MATERIAL FROM REINFORCEMENT OF SUBSTRUCTURE BUILDINGS USING BAR BENDING SCHEDULE (CASE STUDY: RTH BUNDARAN BESAR, PALANGKA RAYA CITY), Anaknda Fauzan Syahrani Duna, 2026, Department/Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

Reinforcement steel is considered a high economic value material, accounting for approximately 20–30% of material procurement costs and becoming one of the largest sources of waste in construction work. In the research object, reinforced concrete work accounts for 45.99% of the total project value, while the substructure, which includes pile caps, basement walls, and basement slabs, reaches 13.27% of the total project value. This study aims to calculate the needs for consumable and non-consumable reinforcement materials based on the Bar Bending Schedule (BBS), analyze the potential cost savings from material waste optimization, and evaluate the effectiveness of the Building Information Modeling (BIM) method in reducing waste compared to conventional methods.

This research uses a case study research method on the RTH Ex-KONI City of Palangka Raya Development project, and this study was conducted from August 2025 to April 2026. The data used consisted of secondary data, including DED and RAB. The analysis technique was carried out using the BIM method with the help of Autodesk Revit 2025 for 3D modeling and BBS preparation, as well as Cutting Optimization Pro for reinforcement cutting pattern optimization and waste material analysis. The optimization results were then converted into economic values based on the 2025 Work Unit Price Analysis (AHSP) and compared with conventional methods.

The research results indicate that the consumable material of reinforcement consists of D16 steel with a length of 77,240.469 m and a weight of 121,885.46 kg, and D22 steel with a length of 59,222.795 m and a weight of 176,780.05 kg, resulting in a total installed reinforcement weight of 298,665.50 kg. Non-consumable material/waste produced amounted to 11,723.23 kg for D16 and 9,720.69 kg for D22, with a total waste of 21,443.92 kg. Optimization using the BIM method resulted in waste costs of Rp55,880,740.42, whereas the conventional method reached Rp373,704,297.08, resulting in savings of Rp317,823,556.66 or approximately 85.05% compared to the conventional method. These results demonstrate that the application of BIM is more effective and efficient in reducing reinforcement material waste and controlling project costs compared to the conventional method.

Keyword: optimization, substructure, BBS, BIM

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran ALLAH SWT oleh karena berkat dan karunia-nya sehingga penulis bisa merampungkan skripsi dengan judul **“ANALISIS WASTE MATERIAL TULANGAN BANGUNAN STRUKTUR BAWAH MENGGUNAKAN BAR BENDING SCHEDULE (STUDI KASUS : RTH BUNDARAN BESAR KOTA PALANGKA RAYA)”**, Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk studi program Strata-1 pada program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Karena selesainya Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak maka dari itu penulis ingin berterima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Kasih Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan draft skripsi ini.
2. Ibu, serta seluruh keluarga saya yang selalu memberi dukungan dan doa tanpa henti kepada saya.
3. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T.,M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, S.T.P., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Noor Hamidah, S.T., MUP. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Ibu Ir. Veronika Happy Puspasari, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
8. Ibu Ir. Okta Meilawaty, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
9. Ibu Desi Riani, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
10. Bapak Ir. Almuntofa Purwantoro, S.T.,M.T. Selaku Dosen Penguji III
11. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji IV
12. Bapak Dr.Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. Selaku Dosen penghuji I Skripsi

13. Ibu listiyani Desy Ratnasari, M.T. Selaku Dosen Penguji II Skripsi
14. Seluruh Dosen Teknik Sipil dan Staf Jurusan yang sudah memberi bimbingan serta pelayanan sampai dengan saat ini.
15. Rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Teknik, khususnya keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2022 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Skripsi ini.

Penulis Menyadari bahwa penulisan proposal ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan yang ada pada proposal skripsi ini. Oleh sebab itu diharapkan saran dan kritik sebagai koreksi bagi penyusunan dalam skripsi ini. Akhir kata saya ucapkan terima kasih.
16. Terima kasih untuk ibu dinna damayanti, S.T. selaku konsultan PT.TEMA KARYA MANDIRI yang membantu dalam pengumpulan data penelitian ini.

Palangka Raya,

2026

Anaknda Fauzan

Nim. 223020501052

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I LATAR BELAKANG.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>Building Information Modeling</i>	8
2.2 <i>Autodesk Revit</i>	9
2.3 <i>Cutting Optimization Pro</i>	10
2.4 <i>Bar Bending Schedule</i>	10
2.5 Waste Material Konstruksi	12
2.6 Material Konstruksi Baja Tulangan	16
2.6.1 Baja Tulangan Polos (BjTP)	10
2.6.2 Baja Tulangan Sirip (BjTS).....	16
2.7 <i>Waste Level</i>	19
2.8 <i>Waste Cost</i>	19
2.9 Struktur Bawah	20
2.10 Metode Konvensional	20
2.11 Penelitian Terdahulu.....	20
2.12 Kerangka Berpikir.....	26

BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Jenis Penelitian.....	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
3.2.1 Lokasi Penelitian.....	28
3.2.2 Waktu Penelitian	29
3.3 Data Penelitian	29
3.4 <i>Software</i> Pendukung.....	29
3.5 Tahap Penelitian	29
3.6 Teknik Analisis Data	32
3.6.1 Metode BIM.....	33
3.6.2 Konversi <i>waste</i> terhadap biaya	36
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Data bangunan.....	38
4.2 <i>Bar Bending Schedule</i> Metode BIM	38
4.2.1 Rekapitulasi.....	43
4.3 Optimasi <i>waste</i>	44
4.3.1 Optimasi <i>waste</i> dengan <i>Cutting Optimization Pro</i>	44
4.3.2 Rekapitulasi Hasil Optimasi.....	49
4.4 <i>Consumable</i> Dan <i>Non Consumable Material</i>	50
4.5 Penghematan Biaya Per Diameter.....	51
4.6 Perhitungan BBS Konvensional.....	53
4.6.1 BBS Konvensional.....	53
4.6.2 Optimasi <i>Waste</i> Metode Konvensional	70
4.6.3 Rekapitulasi BBS Konvensional.....	91
4.7 Perbandingan BBS Konvensional dan BIM.....	92
4.7.1 Perbandingan Hasil Optimasi <i>waste</i>	94
4.7.2 Perbandingan Hasil Biaya.....	96
BAB V KESIMPULAN.....	98
5.1 Kesimpulan	98
5.2 Saran.....	99

DAFTAR PUSTAKA.....	100
LAMPIRAN.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Ukuran baja Tulangan Beton Polos (BjTP)	11
Tabel 2. 2	Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS)	18
Tabel 2. 3	Tabel Perbandingan Penelitian	24
Tabel 4. 1	Tabel rekapitulasi BBS	43
Tabel 4. 2	Tabel rekapitulasi Cutting Optimization Pro	49
Tabel 4. 3	Rekapitulasi Waste Cutting Optimization Pro	49
Tabel 4. 4	Consumable dan non consumable material	50
Tabel 4. 5	Hasil waste per diameter.....	52
Tabel 4. 6	Contoh BBS Konvensional Menggunakan Ms. Excel.....	54
Tabel 4. 7	Hasil Rekapitulasi BBS Metode Konvensional D16	59
Tabel 4. 8	Hasil Rekapitulasi BBS Metode Konvensional D22	65
Tabel 4. 9	Metode Distribusi D16	71
Tabel 4. 10	Metode Distribusi D22	81
Tabel 4. 11	Rekap BBS Metode Konvensional	91
Tabel 4. 12	Rekap Waste BBS Konvensional Sebelum Distribusi.....	91
Tabel 4. 13	Rekap waste BBS Konvensional Setelah Distribusi.....	92
Tabel 4. 14	Rekapitulasi distribusi BBS Konvensional.....	93
Tabel 4. 15	Rekapitulasi Optimasi BBS BIM.....	94
Tabel 4.16	Perbandingan Optimasi waste.....	94
Tabel 4. 17	Konversi biaya metode konvensional.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Baja Tulangan Beton Polos (BjTP).....	10
Gambar 2. 2 Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir Bambu.....	17
Gambar 2. 3 Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir Curam	17
Gambar 2. 4 Baja Tulangan Beton/Sirip Ulir ikan	18
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir	26
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	28
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4. 1 Partition pada tab Properties	39
Gambar 4. 2 Tab Schedule/Quantity Revit	40
Gambar 4. 3 Schedule Properties	41
Gambar 4. 4 New Schedule	41
Gambar 4. 5 Setting minimum sisa material	44
Gambar 4. 6 Tab Setting minimum sisa material	45
Gambar 4. 7 Tampilan Input pada Cutting Optimization Pro.....	46
Gambar 4. 8 Tampilan menu start pada Cutting Optimization Pro	47
Gambar 4. 9 Output grafis 1D Cutting Optimization Pro.....	48
Gambar 4. 10 Output statistik 1D Cutting Optimization Pro	48
Gambar 4. 11 AHSP Baja tulangan D16.....	51
Gambar 4. 12 AHSP Baja tulangan D22	52
Gambar 4. 13 Gambar Perbandingan waste Tulangan	95
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Presentase waste	96

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, G., Wiryonoto, Y. N., & Suharyanto. (2017). Evaluasi Construction Waste Dalam Pekerjaan Kolom Pada Proyek Konstruksi Gedung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 256–264. <http://ejournal-s1.universitasponegoro.ac.id/index.php/jkts>
- Devi, K. (2021). Analisis Dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah 4 Lantai Universitas Muhammadiyah Riau. *Repository Uir*, 1. <http://repository.uir.ac.id/id/eprint/11085%0Ahttps://repository.uir.ac.id/11085/1/153110856.pdf>
- Dwi Novita, R., & Pangestuti, E. K. (2021). Analisa Quantity Take Off dan Rencana Anggaran Biaya dengan Metode Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodeks Revit 2019 (Studi Kasus: Gedung LP3 Universitas Negeri Semarang). *Dinamika TEKNIK SIPIL*, 14(1)(1), 27–31.
- Fajar, S., Puspasari, V. H., & Waluyo, R. (2018). Evaluasi Dan Analisa Sisa Material Konstruksi. *Jurnal Teknika*, 1(1), 125–135.
- Gunawan, M., & Kartika, N. (2021). PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) Pendahuluan. *Jurnal Student Teknik Sipil*, 3(2), 407–420.
- Hartono, W., Sugiyarto, & Baskoro, S. (2016). Analisis Dan Identifikasi Sisa Material Konstruksi Pembangunan Gedung Kantor dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan (Studi Kasus Gedung Kelurahan dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan). *Matriks Teknik Sipil*, 263–270.
- Hidayah, F. N., & Nuh, S. M. (2023). *Jurnal Teknik Sipil Comparative Analysis of Direct Waste Using Cutting Optimization Pro Software and The Cost of The Using Conventional Reinforcement and Wire-Mesh in Task of Floor Plate (Case Study : Project of Kantor and Depo PT . Gudang Garam)*. 23(1), 103–

111.

Intan, Suyanto, R. S. A. A. (2007). *ANALISA DAN EVALUASI SISA MATERIAL KONSTRUKSI* : 7(1), 36–45.

Kasus, S., Kabupaten, D. I., & Tengah, S. (2019). *PENERAPAN MANAJEMEN MATERIAL PADA PROYEK KONSTRUKSI DI SUMBA*.

Kololu, W. (2017). *TINJAUAN PENGGUNAAN METODE LEAN CONSTRUCTION PADA PROYEK KONTRUKSI (Studikusus Pada Pesona Alam Estate)*. 11(2).

Latifah, A., Eppang, M., & Buraerah, S. (2023). *METODOLOGI PENELITIAN KESEHATAN*.

Nasautama, S. S., & Sitompul, M. (2023). Analisis Kebutuhan Tulangan Dan Tulangan Sisa (Waste) Pada Pekerjaan Struktur Kolom, Balok Dan Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Kabupaten Mandailing Natal. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 75. <https://doi.org/10.30811/portal.v14i2.2316>

Nurvireza, D., Bayzoni, B., Husni, H. R., & Ashruri, A. (2023). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Dalam Analisis Waste Material Tulangan Balok Pada Gedung Kuliah Umum 2 Institut Teknologi Sumatera. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 11(4), 779–788. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v11i4.3836>

Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2021.015.02.4>

Permana, I. (2021). *Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM)*.

Poon, C. S., Yu, A. T. W., & Ng, L. H. (2001). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, 32(2),

157–172. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(01\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00052-0)

- Raharjo, M. (2025). *Metode Penelitian Studi Kasus: Konsep, Prosedur, dan Perkembangannya 1. 1*, 1–23.
- Saputra, I. M. Y. (2025). *Skripsi analisis waste material baja tulangan pada proyek pembangunan vadim villa dengan metode bar bending schedule*.
- Semesta, Bhaskara, A., Ginting, A. A., & Masagala, A. M. (2022). *Penerapan Konstruksi Ramping terhadap Waste pada Ruang Lingkup Manajemen Proyek (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Auditorium di Yogyakarta)*. 25(1), 80–88.
- Singarimbun, P. L. N., Waluyo, R., & Gawei, A. B. P. (2021). Analisis Penanganan Waste Material Consumable Dan Non Consumable Pada Proyek Perumahan Sederhana Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 83–92. <https://doi.org/10.24002/jts.v16i2.4774>
- Sinipat, L., Beatrix, M., & Sipil, T. (2023). *ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL BESI TULANGAN PADA BENDING SCHEDULE PADA PROYEK PEMBANGUNAN*.
- Sutiono, A., & Puspasari, V. H. (2024). Perancangan Tipikal Jembatan Menggunakan Metode Building Information Modeling. Jurnal Basemen. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 76-83.
- Yohanesio, Aditama UDA, S., Meilawaty, O., Waluyo, R., & Dewantoro. (2025). Optimasi Penggunaan Material Besi Tulangan pada Konstruksi Bangunan Bertingkat dengan Metode Building Information Modeling. *Jurnal Serambi Engineering*, X(3), 13705–13710. <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/922>
- Zakaria Rugas, Waluyo, R., & Almuntofa Purwantoro. (2024). Analisis Quantity

Take Off Dengan Metode Building Information Modeling Pada Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Palangka Raya. *Jurnal Saintis*, 24(01), 29–38.
[https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24\(01\).16561](https://doi.org/10.25299/saintis.2024.vol24(01).16561)