

SKRIPSI

**ANALISIS *CONSUMABLE MATERIAL* PADA STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN *BUILDING
INFORMATION MODELING***

oleh

MUHAMMAD NANDA ARYA PUTRA

NIM. 223020501077



JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
PALANGKA RAYA
2026

ANALISIS *CONSUMABLE MATERIAL* PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING*

SKRIPSI

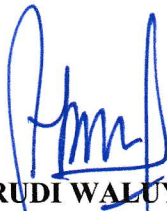
Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

oleh

MUHAMMAD NANDA ARYA PUTRA
NIM. 223020501077

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

Pembimbing Utama



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.
NIP. 1978060 8200501 1 003

Pembimbing Pendamping



Ir. APRIA BRITA PANDOHOP GAWEL, S.T., M.T.
NIP. 19760401 200312 1 004

Mengetahui:

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



Ir. VERONIKA HAPPY PUSPASARI, S.T., M.T.
NIP. 19740724 200501 2 002

ANALISIS *CONSUMABLE MATERIAL* PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING*

SKRIPSI

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

oleh

MUHAMMAD NANDA ARYA PUTRA

NIM. 223020501077

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:

Hari/Tanggal : Kamis / 03 September 2026

Waktu : 09.00 – 12.00 WIB

Tempat : Ruang Ujian Skripsi (KBK MRK)

1. **DEWANTORO, S.T., M.T.**
NIP. 19760502 200312 1 002

2. **Dr. Ir. WALUYO NUSWANTORO, S.T., M.T.**
NIP. 19760401 200312 1 004

3. **Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.**
NIP. 1978060 8200501 1 003

4. **Ir. APRIA BRITA PANDOHOP GAWEL, S.T., M.T.**
NIP. 19760401 200312 1 004

..... (Ketua Tim Penguji / Penguji I)

..... (Sekretaris Penguji / Penguji II)

..... (Pembimbing Utama / Penguji III)

..... (Pembimbing Pendamping / Penguji IV)

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik 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

Yang membuat pernyataan



MUHAMMAD NANDA ARYA PUTRA
NIM. 223020501077

RINGKASAN

ANALISIS *CONSUMABLE MATERIAL* PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING*, Muhammad Nanda Arya Putra, 2026, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Sektor konstruksi memiliki kompleksitas tinggi, terutama pada pekerjaan struktur beton bertulang yang menjadi fase kritis karena menyerap sebagian besar anggaran proyek. Hal ini disebabkan oleh besarnya volume penggunaan *consumable material* seperti semen, pasir, kerikil, dan baja tulangan. Metode perhitungan volume konvensional berbasis gambar dua dimensi (2D) sering kali memicu kesalahan manusia (*human error*) dan inefisiensi yang berdampak pada tingginya sisa material (*waste material*) serta kerugian finansial. Oleh karena itu, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) melalui perangkat lunak Autodesk Revit hadir sebagai solusi untuk menghasilkan estimasi kuantitas yang terintegrasi secara digital. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menghitung kuantitas menggunakan Autodesk Revit, serta menganalisis biaya signifikan dari *consumable material* pada proyek pembangunan Unit Sekolah Baru SD Negeri Kalibata, Kota Palangka Raya.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus. Data sekunder yang digunakan sebagai acuan meliputi gambar DED, AHSP 2025, dan *Basic Price* Palangka Raya Semester II Tahun 2025. Tahapan pelaksanaan diawali dengan mengidentifikasi jenis material penyusun struktur berdasarkan AHSP dan gambar DED. Selanjutnya, dilakukan pemodelan elemen struktur secara 3D menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2025, di mana data koefisien AHSP diintegrasikan langsung ke dalam objek digital BIM menggunakan fitur *Shared Parameters* untuk mengekstraksi data kuantitas ke Microsoft Excel. Data kuantitas tersebut kemudian diolah untuk menghitung total biaya material berdasarkan harga satuan (*Basic Price*). Data tersebut kemudian diolah menggunakan metode Analisis Pareto untuk mengidentifikasi kelompok material yang masuk dalam kategori biaya signifikan.

Hasil penelitian mengidentifikasi 11 jenis *consumable material*, antara lain kayu dolken Ø 8-10 cm, semen portland, pasir beton, kerikil, air, kawat tali beton, serta baja tulangan dengan berbagai dimensi (BjTP Ø 6 mm, Ø 8 mm, Ø 10 mm, Ø 12 mm, dan BjTS D16). Berdasarkan ekstraksi kuantitas dari Autodesk Revit dan pengolahan biaya, diperoleh total estimasi biaya material sebesar Rp 1.783.913.430,30. Analisis Pareto lebih lanjut menunjukkan bahwa terdapat enam *consumable material* seperti besi beton ulir Ø 16 mm, besi beton polos Ø 10 mm, semen portland, kerikil, kayu dolken dan besi beton polos Ø 12 mm yang masuk dalam kategori biaya signifikan dengan menyumbang sebesar 85,678 % atau Rp 1.528.420.551,56. Dengan demikian, prioritas pengendalian pengadaan dan efisiensi di lapangan harus difokuskan pada keenam *consumable material* tersebut sebagai acuan utama dalam memitigasi potensi *waste material* serta mengoptimalkan efisiensi pembiayaan proyek.

Kata Kunci: *Building Information Modeling* (BIM), *Consumable Material*, Autodesk Revit, Analisis Pareto, Struktur Bangunan

SUMMARY

ANALYSIS OF CONSUMABLE MATERIALS IN BUILDING STRUCTURES USING BUILDING INFORMATION MODELING, Muhammad Nanda Arya Putra, 2026, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

The construction sector is highly complex, particularly in reinforced concrete structural work, which is a critical phase and consumes a significant portion of the project budget. This is due to the large volume of consumable materials used, such as cement, sand, gravel, and reinforcing steel. Conventional volume calculation methods based on two-dimensional (2D) drawings often lead to human error and inefficiencies, resulting in high material waste and financial losses. Therefore, the application of Building Information Modeling (BIM) through Autodesk Revit software offers a solution for producing digitally integrated quantity estimates. This study aims to identify, calculate quantities using Autodesk Revit, and analyze the significant costs of consumable materials in the construction project of the New Kalibata Public Elementary School Unit in Palangka Raya City.

This research uses a quantitative approach with a case study method. Secondary data used as references include the DED drawings, AHSP 2025, and Palangka Raya Material Basic Prices Semeste II 2025. The implementation phase begins with identifying the types of structural materials based on the AHSP and DED drawings. Next, 3D modeling of structural elements was performed using Autodesk Revit 2025 software. The AHSP coefficient data was transmitted directly into the BIM digital object using the Shared Parameters feature to extract quantity data into Microsoft Excel. This quantity data was then processed to calculate the total material cost based on unit prices (Base Price). The data was then processed using the Pareto Analysis method to identify material groups that fall into the significant cost category.

The study identified 11 types of consumables, including dolken wood (8-10 cm), Portland cement, concrete sand, gravel, air, concrete wire rope, and reinforcing steel of various dimensions (BjTP 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, and BjTS D16). Based on the quantity extraction from Autodesk Revit and cost processing, the total estimated material cost was Rp 1,783,913,430.30. Further Pareto analysis shows that there are six consumable materials such as 16 mm rebar, 10 mm plain rebar, Portland cement, gravel, dolken wood, and 12 mm plain rebar, which fall into the significant cost category with a coverage of 85.678% or Rp 1,528,420,551.56. Therefore, the priority for controlling procurement and operational efficiency must focus on these six consumable materials, serving as the primary basis for mitigating potential material waste and optimizing project cost efficiency.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Consumable Materials, Autodesk Revit, Pareto Analysis, Building Structure

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan pembuatan Skripsi ini. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jenjang Strata-1 yang berlaku dalam kurikulum Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Skripsi ini berjudul "ANALISIS *CONSUMABLE MATERIAL* PADA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG MENGGUNAKAN *BUILDING INFORMATION MODELING*". Seiring dengan perkembangan teknologi, *Building Information Modeling* (BIM) menawarkan solusi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam estimasi biaya. Melalui penelitian ini, saya berharap dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dalam memanfaatkan teknologi *Building Information Modeling* (BIM), khususnya perangkat lunak Autodesk Revit 2025, untuk mengidentifikasi dan menganalisis biaya *consumable material* pada pekerjaan struktur bangunan gedung. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi akademis dan memberikan metode praktis bagi pelaku industri konstruksi untuk mengoptimalkan anggaran dan mengurangi pemborosan.

Penyelesaian Skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun dengan tulus ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Frieda, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Akademik

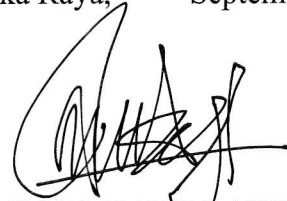
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, serta sebagai Dosen Pembimbing Utama / Penguji III Skripsi.

3. Bapak Dr. Sutan Parasian Silitonga, S.T.P., S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Dr. Noor Hamidah, S.T., MUP., selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Ibu Ir. Veronika Happy Puspasari, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Ir. Okta Meilawaty, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Ibu Ir. Nomeritae S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak Ir. Apria Brita Pandohop Gawei, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping / Penguji IV Skripsi.
9. Bapak Dewantoro, S.T., M.T., selaku Ketua Tim Penguji / Penguji I Skripsi.
10. Bapak Dr. Ir. Waluyo Nuswantoro, S.T., M.T., selaku Sekretaris Penguji / Penguji II Skripsi.
11. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan Tahun 2022 dan Staf Administrasi Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya serta semua pihak yang telah membantu selama penyusunan Skripsi ini.

Saya menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak sekali kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi kesempurnaan Skripsi ini di masa mendatang.

Akhir kata, saya berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat akademis dan praktis, khususnya bagi pengembangan manajemen konstruksi berbasis BIM di Indonesia. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kemurahan hati, kebaikan, dan bantuan yang telah diberikan sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Palangka Raya, September 2026



MUHAMMAD NANDA ARYA PUTRA
NIM. 223020501077

DAFTAR ISI

BIODATA MAHASISWA.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
SURAT PERNYATAAN	vii
RINGKASAN.....	viii
<i>SUMMARY</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Consumable Material</i>	8
2.2 Struktur Bangunan Gedung	8
2.3 <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	9
2.3.1 Pengertian BIM.....	9
2.3.2 Validasi Model dan Akurasi Kuantitas BIM.....	10
2.4 Autodesk Revit 2025	11
2.5 Estimasi dan Analisis Biaya <i>Consumable Material</i>	12
2.6 Kontribusi Biaya	13
2.7 Microsoft Excel.....	14
2.8 Metode Analisis Pareto.....	15
2.9 Penelitian Terdahulu.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	25
3.2 Subjek dan Objek Penelitian.....	25
3.3 Lokasi Penelitian.....	26
3.4 Alat Penelitian.....	26
3.5 Data dan Sumber Data.....	27
3.6 Tahapan Penelitian	28
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.8 Validasi Data	39
3.9 Teknik Analisis Data	40
3.10 Bagan Alir Penelitian	41
3.11 Waktu dan Jadwal Penelitian	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penelitian.....	47

4.1.1 Informasi Studi Kasus	47
4.1.2 Gambar <i>Detail Engineering Design</i> (DED)	47
4.1.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2025	48
4.1.4 <i>Basic Price</i> Palangka Raya Semester II (Juli s/d Desember) Tahun 2025	48
4.2 Identifikasi Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i>	49
4.3 Perhitungan Kuantitas Dari Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i> Menggunakan Autodesk Revit 2025	59
4.4 Analisis Biaya Signifikan	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian.....	46
Tabel 4.1	Daftar Identifikasi Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i> pada Pekerjaan Struktur.....	50
Tabel 4.2	Hasil Uji Petik Validasi Rumus Perhitungan <i>Consumable Material</i>	68
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Cerucuk Kayu Galam.....	69
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Pondasi.....	71
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Kolom.....	73
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur <i>Sloof</i> , Balok, dan <i>Ring Balk</i>	75
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Tangga.....	78
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Pelat Lantai	80
Tabel 4.9	Rekapitulasi Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Elemen Struktur Bangunan	81
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 6.....	82
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 8.....	85
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 10.....	88
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 12.....	92
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi D16.....	95
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian.....	96
Tabel 4.16	Dasar Perhitungan Konversi Satuan <i>Consumable Material</i>	96
Tabel 4.17	Daftar Kuantitas dari Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i>	97
Tabel 4.18	Perhitungan Biaya dari Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i>	98
Tabel 4.19	Bobot <i>Consumable Material</i>	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Peta Lokasi Proyek	26
Gambar 3.2	Bagan Alir Identifikasi Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i>	30
Gambar 3.3	Bagan Alir Perhitungan Kuantitas Dari Jenis-Jenis <i>Consumable Material</i>	31
Gambar 3.4	Bagan Alir Analisis Biaya Signifikan Dengan Menggunakan Metode Analisis Pareto.....	36
Gambar 3.5	Bagan Alir Penelitian	41
Gambar 4.1	Jendela Dialog Laporan <i>Interference Check</i>	61
Gambar 4.2	Hasil Model 3D Elemen Struktur Bangunan	63
Gambar 4.3	Hasil Pembesian Elemen Struktur Bangunan	63
Gambar 4.4	Hasil Pembuatan <i>Project Parameter</i> Baru	65
Gambar 4.5	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Cerucuk Kayu Galam	69
Gambar 4.6	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Pondasi.....	70
Gambar 4.7	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Kolom	72
Gambar 4.8	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur <i>Sloof</i> , Balok, dan <i>Ring Balk</i>	74
Gambar 4.9	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Tangga.....	77
Gambar 4.10	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Struktur Pelat Lantai	79
Gambar 4.11	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 6	81
Gambar 4.12	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 8	84
Gambar 4.13	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 10	87
Gambar 4.14	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi Ø 12	91
Gambar 4.15	Perhitungan <i>Consumable Material</i> Pembesian Besi D16	94
Gambar 4.16	Diagram Analisis Pareto.....	101

DAFTAR NOTASI

$\leq$	= Kurang Dari atau Sama Dengan
$\geq$	= Lebih Dari atau Sama Dengan
%	= Persen
$\emptyset$	= Simbol Diameter Polos
D	= Simbol Diameter Sirip/Ulir
J	= Jumlah
B	= Berat
BJ	= Berat Jenis
BPB	= Berat Per Meter
PB	= Persentase Bobot
BCS	= Biaya Consumable Material
TBCS	= Total Biaya Consumable Material

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar *Detail Engineering Design* (DED)
- Lampiran 2. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2025
- Lampiran 3. *Basic Price* Palangka Raya Semester II (Juli s/d Desember) Tahun 2025
- Lampiran 4. Tabel Berat Besi Beton

DAFTAR PUSTAKA

- Agyekum, K., Ayarkwa, J. & Adinyira, E., 2022. Pareto analysis of material waste causes in the Ghanaian construction industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 20(4), pp. 1012-1035.
- Agyekum, K., Ayarkwa, J., Adinyira, E. & Amoah, P., 2021. Barriers to effective material management in building projects. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19(6), pp. 1545-1565.
- Ali, G. & Nugraheni, F., 2024. Waste Material Pekerjaan Struktur Pada Pembangunan Gedung Laboratorium X Menggunakan Analisis Pareto. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan*, September, 6(2), pp. 282-291.
- Al-Rasyid, S. & Puspasari, V. H., 2024. Identifikasi Material Yang Berpotensi Menjadi Waste Material Pada Proyek Gedung Kuliah Terpadu B Universitas Palangka Raya. *Jurnal BASEMENT*, 2(1), pp. 60-67.
- Anggraini, R. P. & Herzanita, A., 2022. Estimasi Biaya Struktur Bangunan Menggunakan BIM (Building Information Modelling). *Jurnal Artesis*, 2(1), pp. 19-25.
- Asiyanto, 2005. *Construction Project Management*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Autodesk, 2024. *What's New in Revit 2025: A Comprehensive Overview*. [Online] Available at: <https://blogs.autodesk.com/revit/2024/04/09/whats-new-in-revit-2025-a-comprehensive-overview/>
- BIMForum, 2023. *Level of Development (LOD) Specification Part I & II*, s.l.: BIMForum Organization.
- Eastman, C. M., Sacks, R., Liston, K. & Teicholz, P., 2023. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. 4th Edition ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Hartono, W., S. & Baskoro, S., 2016. Analisis dan Identifikasi Sisa Material Konstruksi Pembangunan gedung Kantor dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan. *MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 4(1), pp. 263-270.
- Hasan, A., Elmousalami, A. L. & Khader, B. K., 2021. Cost control and management of construction projects using Pareto analysis. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 12(3), pp. 204-215.
- Hasan, A., Elmualim, A. & Ghaffarianhoseini, A., 2022. Integration of BIM and Pareto Analysis for Effective Construction Cost Control. *International Journal of Construction Management*, 22(12), pp. 2345-2358.

- Huzaini, S., 2021. *Penerapan Konsep Building Information Modelling (BIM) 3D Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur*, Yogyakarta: s.n.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat , 2022. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.
- Nasution, M. N., 2005. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Edisi Kedua ed. s.l.:Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Olanrewaju, O. I., Babarinde, S. A. & Chileshe, N., 2022. Barriers to Building Information Modelling (BIM) Implementation in Developing Countries: A Review. *Journal of Construction in Developing Countries*, 27(1), pp. 185-210.
- Olanrewaju, O. I., Chileshe, N., Babarinde, S. & Sandanayake, M., 2020. Building Information Modelling (BIM) exploitation for quantity surveying practices: A comparative study of Fiji, Nigeria, and South Africa. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 25(3), pp. 365-391.
- Putra, A. M. A. & Herzanita, A., 2022. Identifikasi Parameter Input Estimasi Biaya pada BIM (Building Information Modeling). *Jurnal Artesis*, 2(1), pp. 54-60.
- Rugas, Z., Waluyo, R. & Purwantoro, A., 2024. Analisis Quantity Take Off Menggunakan Building Information Modeling Pada Pekerjaan Struktur Gedung Poltekkes Palangka Raya. *Saintis*, April, 24(1), pp. 29-38.
- Sampaio, A. Z., 2021. BIM as a Support of Quantity Take-off in Maintenance and Construction. *Applied Sciences*, 11(23), p. 11442.
- 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), pp. 83-92.
- Wardani, M., Waluyo, R. & Purwantoro, A., 2025. Penerapan Building Information Modelling 3D, 4D, dan 5D pada Perencanaan Desain Jalan Akses Dermaga IHM. *Jurnal Disprotek*, 16(1), pp. 97-106.
- Widiasanti, I. & Lenggogeni, 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Zaman, U., Hameed, A. & Zaman, K., 2024. Critical Factors Influencing Material Cost Management in High-Rise Building Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(2), p. 04023150.
- Zaman, U. K. U., Skrzypczak, I. & Szydło, W., 2022. Influence of BIM on the accuracy of material takeoff in structural works. *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences (SREES)*, 31(1), pp. 124-135.

- Zaman, U., Malik, S. & Khan, A., 2022. Evaluating the Accuracy of Quantity Take-Off (QTO) Using Building Information Modeling (BIM) in Structural Elements. *International Journal of Construction Management*, 22(4), pp. 512-525.
- Zhao, L., Lu, W. & Fan, J., 2021. Integration of BIM and Cost Estimation: A Systematic Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28(3), pp. 1567-1582.
- Zhao, P., Wang, S & Chen, G, 2021. Integrating BIM and cost estimation for sustainable construction. *Journal of Civil Engineering and Management*, Volume 27(4), pp. 289-301.