

***QUANTITY TAKEOFF DENGAN BUILDING INFORMATION
MODELLING DAN PENJADWALAN DENGAN RESOURCE
LEVELLING ANALYSIS PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS***



TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

Farhan Rafid Bahtiar

2103453

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

***QUANTITY TAKEOFF DENGAN BUILDING INFORMATION
MODELLING DAN PENJADWALAN DENGAN RESOURCE
LEVELLING ANALYSIS PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS***

Oleh :

Farhan Rafid Bahtiar

2103453

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

©Farhan Rafid Bahtiar

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

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

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

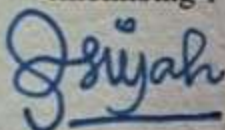
**QUANTITY TAKEOFF DENGAN BUILDING INFORMATION
MODELLING DAN PENJADWALAN DENGAN RESOURCE
LEVELLING ANALYSIS PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS**

Farhan Rafid Bahtiar

NIM. 2103453

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

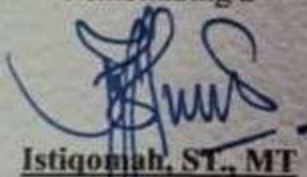
Pembimbing 1



Dr. Siti Nurasivah, S.T., M.T

NIP. 19770208 200812 2 001

Pembimbing 2

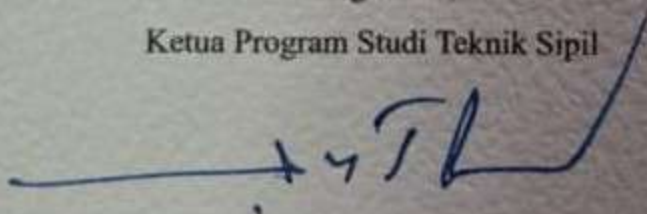


Istiqomah, ST., MT

NIP. 19711215 200312 2 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST., MT., IPM

NIP. 19770307 200812 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farhan Rafid Bahtiar
NIM : 2103453
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : *Quantity Takeoff* dengan *Building Information Modelling*
dan Penjadwalan dengan *Resource Levelling Analysis* pada
Pekerjaan Struktur Atas

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, 29 Agustus 2025

Pembuat pernyataan

Farhan Rafid Bahtiar

NIM. 2103453

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahiim.

Assalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh

Atas berkat rahmat Allah SWT. yang telah memberikan nikmat dan karunia kepada semua sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir tugas akhir ini tepat pada waktunya. Sholawat serta salam semoga tetap terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW. hingga kita mendapatkan syafaatnya kelak. Semoga dengan selesainya tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis juga bagi pembaca.

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada

1. Dr. Siti Nurasyiah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang senantiasa membimbing saya dan mengarahkan saya dalam pembuatan tugas akhir ini.
2. Istiqomah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 2 yang senantiasa membimbing saya dan memberi masukan kepada saya dalam pembuatan tugas akhir ini.
3. Dr. T. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM., selaku ketua program studi sekaligus dosen penanggung jawab tugas akhir yang selalu mendukung dan memberikan arahan selama masa studi saya.
4. Faisal Azi, S.T. , dan Aziz Nurul Muttaqin, S.T selaku mentor selama saya menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Dosen dan staff akademik program studi teknik sipil yang juga turut serta membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Keluarga yang telah mendukung segala proses penulisan tugas akhir ini.
7. Sarah Triana selaku orang yang selalu memberikan saya dukungan selama penulisan Tugas Akhir ini berlangsung.
8. Rekan-rekan angkatan 2021 terutama untuk Hari Eko Raharjo dan Hikmatul Iman Assyidiqi yang turut serta secara aktif memberikan masukan dan dukungan.

Besar harapan saya kedepannya agar tugas akhir ini dapat dijadikan acuan dan pembelajaran untuk setiap pembaca. Saya berharap dengan adanya penelitian

ini, dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi untuk keberlangsungan dunia teknik sipil. Kebermanfaatan yang dihasilkan diharapkan menjadi awal keberhasilan karir saya dalam dunia konstruksi. Tentunya dengan ilmu dan pengalaman yang didapatkan, saya dapat melangkah lebih jauh lagi.

Dunia konstruksi masih tetap harus dikembangkan. Berbagai ide dan inovasi harus terus dikembangkan dan dapat terus diciptakan. Keberlanjutan di dunia konstruksi akan diteruskan oleh generasi berikutnya. Saya juga akan senantiasa belajar demi meraih masa depan yang cemerlang. Tugas akhir ini sangat membantu saya dalam memahami dunia konstruksi secara komprehensif.

Saya memahami bahwa diri saya sendiri terdapat banyak kekurangan. Terutama dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh sebab itu, kekurangan yang ada perlu segera diperbaiki. Kritik dan saran yang diberikan tentu saja akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki diri.

Bandung, 29 Agustus 2025

***QUANTITY TAKEOFF DENGAN BUILDING INFORMATION
MODELLING DAN PENJADWALAN DENGAN RESOURCE
LEVELLING ANALYSIS PADA PEKERJAAN STRUKTUR ATAS***

Farhan Rafid Bahtiar

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia*

Email : farhan.rafidbahtiar@upi.edu

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam industri konstruksi mendorong penerapan Building Information Modeling (BIM) sebagai salah satu pendekatan digital dalam pelaksanaan proyek. Penelitian ini membahas implementasi BIM dalam perhitungan volume pekerjaan (Quantity Takeoff/QTO) dan penjadwalan proyek dengan mempertimbangkan fluktuasi tenaga kerja melalui analisis resource leveling. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil QTO antara metode BIM dan metode konvensional, serta menganalisis kebutuhan tenaga kerja dan durasi pelaksanaan proyek. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus pada proyek struktur atas bangunan gedung. Hasil perbandingan menunjukkan adanya selisih volume pekerjaan antara metode BIM dan konvensional, yaitu sebesar 8,98% pada pekerjaan pembesian, 13,23% pada pekerjaan pengecoran, dan 8,57% pada pekerjaan bekisting. Selain itu, hasil analisis resource leveling menunjukkan kebutuhan tenaga kerja sebanyak 148 orang, dengan durasi pekerjaan struktur atas selama 56 hari dari total rencana awal 60 hari. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini memberikan gambaran kuantitatif mengenai perbedaan antara metode konvensional dan metode BIM dalam perhitungan volume pekerjaan dan perencanaan sumber daya. Penelitian ini juga merekomendasikan kajian lebih lanjut dengan objek studi yang lebih beragam dan cakupan pekerjaan yang lebih luas.

Kata kunci : BIM, QTO, *Resource Levelling Analysis*

**QUANTITY TAKEOFF USING BUILDING INFORMATION MODELING
AND SCHEDULING WITH RESOURCE LEVELING ANALYSIS ON
SUPERSTRUCTURE WORKS**

Farhan Rafid Bahtiar

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia*

Email : farhan.rafidbahtiar@upi.edu

ABSTRACT

Technological advancements in the construction industry have encouraged the adoption of Building Information Modeling (BIM) as a digital approach in project implementation. This study discusses the implementation of BIM in calculating work volumes (Quantity Takeoff/QTO) and project scheduling by considering labor fluctuations through resource leveling analysis. The objective of this research is to compare QTO results between BIM and conventional methods, as well as to analyze labor requirements and project duration. This research uses a case study method on the superstructure phase of a building project. The comparison results show a difference in work volumes between the BIM and conventional methods, namely 8.98% for reinforcement work, 13.23% for concrete casting, and 8.57% for formwork. Additionally, the resource leveling analysis shows a labor requirement of 148 workers, with the superstructure work duration shortened to 56 days from the initial plan of 60 days. Based on these findings, this study provides a quantitative overview of the differences between the conventional and BIM-based methods in terms of work volume calculation and resource planning. Further studies are recommended using more diverse case objects and a broader scope of construction work.

Keyword : BIM, QTO, Resource Levelling Analysis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Building Information Modeling.....	7
2.1.1 Autodesk Revit.....	11
2.1.2 Autodesk Naviswork	14
2.2 Quantity Takeoff Material.....	15
2.3 <i>Resource Levelling Analysis</i>	16
2.4 Microsoft Project	17
2.5 Metode Penjadwalan.....	19
2.5.1. Bar Chart (Gantt Chart)	20
2.5.2. Metode Critical Path Method	21
2.5.3. Metode Program Evaluation and Review Technique	22
2.5.4. Metode Precedence Diagram Method	23
2.6 Produktivitas dan Durasi.....	26

2.7	Standar Detail Penulangan sesuai SNI 2847 Tahun 2019.....	27
2.8	Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODE PENELITIAN.....		37
3.1.	Metode Penelitian.....	37
3.2.	Jenis Penelitian.....	38
3.3.	Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.4.	Analisis Data	39
3.5.	Kerangka Berpikir Penelitian.....	42
3.6.	Diagram Alir.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1.	Hasil	44
4.1.1.	Objek Penelitian	44
4.1.2.	Data Permodelan	44
4.1.3.	Data Lainnya	45
4.1.4.	Hasil Penelitian	47
4.2.	Pembahasan.....	50
4.2.1.	Hasil Permodelan Struktur	50
4.2.2.	Permodelan Tulangan menggunakan Revit.....	51
4.2.3.	Perhitungan Quantity Take Off Konvensional	55
4.2.4.	Output Volume dan Perbandingan Hasil	63
4.2.5.	Pembahasan Hasil Perbandingan	68
4.2.6.	Perbandingan Biaya Metode BIM dan Konvensional.....	75
4.2.7.	Perhitungan Kebutuhan Man Power	80
4.2.8.	Analisis Resource Leveling menggunakan Ms. Project.....	84
4.2.9.	Integrasi Software Naviswork.....	89
4.2.10.	Flowchart Model Penelitian	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		92
5.1.	Kesimpulan	92
5.2.	Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA		94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi BIM.....	10
Tabel 2.2 Tabel Contoh Penulangan.....	28
Tabel 2.3 Ketentuan Tulangan Peminggang.....	29
Tabel 2.4 Ketentuan bengkokan tulangan	30
Tabel 2.5 Ketentuan Panjang Penyaluran $F_y = 420 \text{ mpa}$	33
Tabel 2.6 Ketentuan Panjang Penyaluran $F_y = 520 \text{ Mpa}$	34
Tabel 4.1 Data Aktual Pelaksanaan	45
Tabel 4.2 Perbandingan Volume Pembesian	47
Tabel 4.3 Perbandingan Volume Beton	47
Tabel 4.4 Perbandingan Volume Bekisting	48
Tabel 4.5 Tabel Detail Elemen Balok Contoh.....	52
Tabel 4.6 Detail Penulangan Contoh.....	55
Tabel 4.7 Perbandingan QTO per elemen	63
Tabel 4.8 Perbandingan QTO pekerjaan Pembesian	64
Tabel 4.9 Perbandingan QTO per elemen	65
Tabel 4.10 Perbandingan QTO pekerjaan pengecoran.....	65
Tabel 4.11 Perbandingan QTO per elemen	66
Tabel 4.12 Perbandingan QTO pekerjaan bekisting.....	67
Tabel 4.13 RAB Perhitungan Konvensional	75
Tabel 4.14 RAB Perhitungan BIM.....	77
Tabel 4.15 Hasil Perbandingan Biaya	79
Tabel 4.16 Perhitungan Produktivitas Sebelum Resource	80
Tabel 4.17 Perhitungan Man Power Setelah Resource	82
Tabel 4.18 Detail penulangan kolom contoh.....	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Permodelan BIM	9
Gambar 2.2 Contoh Penggunaan Barchart.....	21
Gambar 2.3 Metode Critical Path Method	22
Gambar 2.4 Gambar Kurva Distribusi	23
Gambar 2.5 Contoh kegiatan overlapping	24
Gambar 2.6 Penerapan PDM.....	24
Gambar 2.7 Node PDM.....	25
Gambar 2.8 Standar Penulisan Detail Balok.....	27
Gambar 2.9 Aturan Penulisan Sengkok.....	28
Gambar 2.10 Diagram Penulangan Balok.....	29
Gambar 2.11 Diagram Panjang Penyaluran	29
Gambar 2.12 Diagram Penulangan Kolom	32
Gambar 2.13 Diagram Terusan Penulangan Kolom.....	33
Gambar 2.14 Standar Detail Penulangan Plat	34
Gambar 4.1 Model 3D Bangunan	45
Gambar 4.2 Kebutuhan Tenaga Kerja	48
Gambar 4.3 Grafik Data Aktual	49
Gambar 4.4 Resource Levelling Ms. Project	49
Gambar 4.5 Grafik Hasil Resource	50
Gambar 4.6 Hasil Permodelan Struktur	51
Gambar 4.7 Tampak Samping Permodelan.....	52
Gambar 4.8 3D Modelling Balok.....	53
Gambar 4.9 Potongan Penulangan Kolom	54
Gambar 4.10 Modelling Penulangan Plat	54
Gambar 4.11 Permodelan Balok B3.....	69
Gambar 4.12 Permodelan balok sloof terpotong.....	70
Gambar 4.13 Dimensi panjang B1 Tiruan.....	71
Gambar 4.14 Hasil permodelan B1 Tiruan	71
Gambar 4.15 Permodelan Balok Terpotong	72
Gambar 4.16 Hasil permodelan	73

Gambar 4.18 Hasil perhitungan tulangan sengkang BIM.....	74
Gambar 4.19 Kebutuhan Tenaga Kerja.....	84
Gambar 4.20 Diagram Tenaga Kerja Aktual.....	85
Gambar 4.21 Hasil Resource Levelling	85
Gambar 4.22 Diagram Tenaga Kerja Resource Levelling	86
Gambar 4.23 Perbandingan Hasil Resource dan Aktual	87
Gambar 4.24 Resource Levelling (1)	87
Gambar 4.25 Resource Levelling (2)	88
Gambar 4.26 Resource Levelling (3)	88
Gambar 4.27 Resource Levelling (4)	89
Gambar 4.28 Tampilan software naviswork	89
Gambar 4.29 Output Naviswork Minggu 1	90
Gambar 4.30 Output Naviswork Minggu 2	90
Gambar 4.31 Outpout Naviswork Minggu 3	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Administrasi.....	98
Lampiran 2. Permodelan Struktur Atas menggunakan Revit.....	110
Lampiran 3. Permodelan Tulangan	125
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Konvensional.....	137
Lampiran 5. Contoh perhitungan QTO Konvensional.....	149
Lampiran 6. Output Revit	156
Lampiran 7. Output Naviswork.....	176
Lampiran 8. DED	180

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, A., Riakara Husni, H., & Niken, C. (2022). Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodesk Revit Pada Gedung 4 Rumah Sakit Pendidikan Peguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 10(1), 87–098.
- Chen, Y., Huang, D., Liu, Z., Osmani, M., & Demian, P. (2022). Construction 4.0, Industry 4.0, and Building Information Modeling (BIM) for Sustainable Building Development within the Smart City. *Sustainability (Switzerland)*, 14(16), 1–39. <https://doi.org/10.3390/su141610028>
- Chionna, F., Argeese, F., Palmieri, V., Spada, I., & Colizzi, L. (2015). Integrating building information modeling and augmented reality to improve investigation of historical buildings. *Conservation Science in Cultural Heritage*, 15(1), 133–148. <https://doi.org/10.6092/issn.1973-9494/6174>
- Christiandava, A. R., Azzahra, A., Nurdiana, A., & Setiabudi, B. (2023). Re-Design Struktur Gedung Head Office Awann Group Berdasarkan Integrasi BIM Autodesk melalui Revit, Naviswork, dan SAP2000. *Jurnal Sipil Dan Arsitektur*, 1(1), 16–32. <https://doi.org/10.14710/pilras.1.1.2023.16-32>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. In *John Wiley & Sons, Inc.* <https://doi.org/10.1093/nq/s7-II.32.110-e>
- Fargnoli, M., & Lombardi, M. (2020). Building information modelling (BIM) to enhance occupational safety in construction activities: Research trends emerging from one decade of studies. *Buildings*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS10060098>
- Ferial, R., Hidayat, B., Pesela, R. C., & Daoed, D. (2022). Quantity take-off berbasis building information modeling (bim) studi kasus: gedung bappeda padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(3), 228. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.3.228-238.2021>
- Gea, O. S. (2024). *Implementasi Konsep BIM 4D pada Perencanaan Time Schedule dengan Precedence Diagram Method (PDM) pada Proyek Pembangunan Gedung Rumah Susun Sekolah Tinggi Teknologi Anugrah Misi Nias Barat.*
- Hardani, Andriano, H., Ustiawaty, J., & Sukmana, D. J. (2020). Buku Metode Penelitian Kualitatif. In *Revista Brasileira de Linguística Aplicada* (Vol. 5, Issue 1).
- Hartati, G. (2017). Dampak Resource Leveling Terhadap Alokasi Tenaga Kerja Dalam Proyek Konstruksi. *Jurnal Media Teknologi*, 04(01), 93–106.
- Hikmawati, F. (2017). *Metodologi Penelitian*. Rajagrafindo Persada.
- Ilmi Izzul Haq Zen, H., & Nadiar, F. (2024). Integrasi Model Struktur Autodesk Revit Gedung Rumah Sakit Mitra Keluarga Dengan Penjadwalan Microsoft Project Menggunakan Autodesk Naviswork. *ViTeks*, 2(2), 19–24.
- Kementrian PUPR, Karya, D. J. C., & Direktorat Bina Penataan Bangunan. (2022). Buku Panduan Penerapan Building INformation Modelling (BIM): Tahap

- Perencanaan & Tahap Pelaksanaan Konstruksi di Lingkungan Direktorat Bina Penataan Bangunan. In *KemenPUPR*. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Keup, M. (2022). *Apa itu Microsoft Project? Kegunaan, Fitur, dan Harga*. Project Manager. <https://www.projectmanager.com/blog/what-is-microsoft-project>
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>
- M. Alimin, I. Imron, & M. Taulani. (2023). Penerapan Building Information Modelling (BIM) Autodesk Revit dalam Pembuatan Bar Bending Schedule (BBS) Pondasi Pile Cap Proyek Apartemen Jkt Living Star - Jakarta Timur. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 21–32. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v2i2.1599>
- Mahyuddin, Rachim, F., Mursalim, E., Pandarangga, A. P., Ulfyati, Y., Sidiq, R., & Rosytha, A. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi* (Issue August). Yayasan Kita Menulis.
- Marizan, Y. (2019). Studi Literatur Tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Ilmiah Beering's*, 06(01), 15–26.
- Mastrawan, I. M. A., Suardika, I. N., & Yuni. (2020). Analisis Penggunaan Sumber Daya Manusia pada Penjadwalan proyek dengan Metode Resource Levelling. *Prosiding Semnas Sipil*.
- Nelson, N., & Tamtana, J. S. (2019). Faktor Yang Memengaruhi Penerapan Building Information Modeling (Bim) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 241. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6305>
- Octavia, D. M., Angri, W., & Citra, U. (2020). Analisis Resource Leveling Menggunakan Network Planning pada Pembangunan Rusunawa Institut Teknologi Padang. *Progress in Civil Engineering Journal*, 2(1), 20–30.
- Orace, M., Hosseini, M. R., Edwards, D. J., Li, H., Papadonikolaki, E., & Cao, D. (2019). Collaboration barriers in BIM-based construction networks: A conceptual model. *International Journal of Project Management*, 37(6), 839–854. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.05.004>
- Pamungkas, A. P. (2022). Analisis Optimalisasi Perhitungan RAB Menggunakan Revit (Studi Kasus Pembangunan Gedung Bank BRI). *Analisis Optimalisasi Perhitungan Rab Menggunakan Revit (Studi Kasus Pembangunan Gedung Bank Bri Jl. Sisingamangaraja – Medan Kota)*, 28–29.
- PUPR. (2017). *Modul Pengendalian Pelaksanaan Proyek* (Vol. 1). https://simantu.pu.go.id/epel/edok/e99f9_Manajemen_Pengendalian_Pelaksanaan_Proyek.pdf
- Rachmawati, S. (2022). *Implementasi Konsep Bim 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analsis Resources Levelling (Implementation of 4D Bim Concept in Time Schedule Planning With Resources Levelling Analysis)*.

- Ralahallo, F. N., Jaya, F. H., & Tukimun. (2023). *Manajemen Proyek* (J. Mariyanto (ed.)). Tripe Konsultan. <http://kin.perpusnas.go.id/DisplayData.aspx?pId=41722&pRegionCode=TR UNOJOYO&pClientId=639>
- Ramdani, I., Paikun, Rozandi, A., Budiman, D., & Vladimirovna, kornienko E. (2022). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan. *Jurnal Teslink: Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.52005/teslink.v4i1.105>
- Rara, R., Permata, B., Alfarisa, N. K., Darmawan, M. A. L. I., Yogyakarta, U. N., Teknik, F., Teknik, P., & Dan, S. (2023). Modul Pembelajaran Building Information Modelling. *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Rashid, F. (2022). *Buku Metode penelitian Fathor Rasyid*.
- Rashid, R. A. (1996). *Pengenalan ukur kuantiti binaan 1*. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Reista, I. A., Annisa, A., & Ilham, I. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, 2(1), 13–22. <https://doi.org/10.26593/josc.v2i1.6135>
- Sahir, S. H. (2022). *Metodologi Penelitian* (Koryati (ed.)). KBM Indonesia.
- Sastraadmadja, S. A. (1984). *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*.
- Siboro, T. A., Fajri, H., & Firdasari. (2023). Implementasi BIM Dalam Estimasi QTO, RAB, dan Analisis Struktur Menggunakan Revit dan Robot Struktural Analysis (Gedung Asrama MAN 1 Langsa). *Journal of Planning and Research in Civil Engineering*, 2(3), 274–288.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. In *Erlangga* (Vol. 60, Issue 5). Erlangga. <https://doi.org/10.3938/jkps.60.674>
- Syarafinahs. (2014). *Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi*. <https://www.scribd.com/doc/247728644/Metode-Penjadwalan-Proyek-Konstruksi>
- Utama, W. P., Peli, M., & Jumas, D. Y. (2008). Standarsasi Pengukuran Kuantitas Pekerjaan Konstruksi di Indonesia: Suatu Gagasan. *Prosiding PPIS Bandung*, 1–13. http://www.bsn.or.id/files/@Litbang/PPIS_2008/PPIS_Bandung/3-STANDARDISASI PENGUKURAN KUANTITAS PEKERJAAN KONSTRUKSI DI INDONESIA.pdf on 7 April 2012
- Vilibić, K. (2023). *Working in a 5D BIM environment: A Manual*. May. www.masteryofdigital.com
- Wahyuni, H. C. (2017). *Analisa Produktivitas: Konsep Dasar & Teknik Pengukuran Produktivitas*. Umsida Press.
- Yahya, A. R. (2022). *Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Dengan Metode Resource Levelling (Analysis Of Labor Requirements Using The Resource Levelling Method) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gereja Katolik Santa Maria Penolong Abadi, Samarinda, Kalimantan Timur)*. <http://dSPACE.uui.ac.id/handle/123456789/38546?show=full>