

SKRIPSI
EVALUASI RENCANA ANGGARAN BIAYA
STRUKTUR MENGGUNAKAN KONSEP *BUILDING*
***INFORMATION MODELING* MENGGUNAKAN**
APLIKASI REVIT (STUDI KASUS: PROYEK
GEDUNG *AESTHETIC CENTER* RSUP Prof. Dr. I
G.N.G NGOERAH)



Oleh:

MUHAMMAD ARIDHO

2315164009

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
SARJANA TERAPAN MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
2024

**EVALUASI RENCANA ANGGARAN BIAYA STRUKTUR
MENGUNAKAN KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING
MENGUNAKAN APLIKASI REVIT (STUDI KASUS: PROYEK
GEDUNG AESTHETIC CENTER RSUP Prof. Dr. I G.N.G NGOERAH)**

ABSTRAK

Melakukan perencanaan dan pelaksanaan berbasis kertas atau konvensional merupakan metode yang digunakan dengan cara lama atau metode yang telah dilakukan sejak dulu dalam industri arsitektur, teknik, dan konstruksi di Indonesia. Contoh lainnya adalah penggunaan perangkat lunak AutoCad untuk desain gambar, SAP 2000 untuk analisa struktur, Ms. Excel untuk manajemen perhitungan volume dan biaya proyek, dan Ms. Project untuk penjadwalan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dan menganalisis perbandingan biaya serta volume pekerjaan struktur pembersian dan beton dari perhitungan antara metode konvensional dan BIM.

Evaluasi Rencana Anggaran Biaya Struktur Menggunakan Konsep Building Information Modeling Menggunakan Aplikasi Revit (Studi Kasus: Proyek Gedung Aesthetic Center RSUP Prof. Dr. I G.N.G Ngoerah) dilakukan dengan menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode studi kasus.

Pada semua pekerjaan bangunan utama Pile Cap, Tie Beam, Kolom, dan Balok hasil perhitungan dengan menggunakan metode konvensional dan BIM pada pekerjaan Beton Ready Mix tidak terjadi perbedaan sedikitpun, berbeda dari pekerjaan Ready Mix, sehingga menyebabkan perbedaan harga antara perhitungan menggunakan metode konvensional dan BIM sebesar Rp. 471.444.137,63 atau sebesar 5,51% terhadap harga menggunakan metode konvensional secara keseluruhan.

Konsep BIM 3D memungkinkan pengambilan keputusan material secara mendetail dalam pemodelan 3D, mengurangi beban kerja secara keseluruhan, mengurangi limbah material, dan mendukung 5D BIM dalam estimasi biaya.

Kata kunci: *Building Information Modeling*, pekerjaan struktur, gedung

**EVALUATION OF STRUCTURAL COST BUDGET PLAN
USING THE CONCEPT OF BUILDING INFORMATION MODELING
(CASE STUDY: THE BUILDING PROJECT
AESTHETIC CENTER RSUP Prof. Dr. I G.N.G NGOERAH)**

ABSTRACT

Carrying out paper-based or conventional planning and implementation is a method used in an old way or a method that has been used for a long time in the architecture, engineering and construction industry in Indonesia. Another example is the use of AutoCad software for drawing design, SAP 2000 for structural analysis, Ms. Excel for project volume and cost calculation management, and Ms. Project for scheduling.

The aim of this research is to determine and analyze the comparison of costs and volumes of work on steel and concrete structures from calculations between conventional methods and BIM.

Evaluation of the Structure Cost Budget Plan Using the Building Information Modeling Concept (Case Study: Aesthetic Center Building Project RSUP Prof. Dr. I G.N.G Ngoerah) was carried out using quantitative research with the case study method.

In all the main building work, Pile Cap, Tie Beam, Column and Beam, the results of calculations using conventional and BIM methods for Ready Mix Concrete work do not occur in the slightest, different from Ready Mix work, thus causing price differences between calculations using conventional and BIM methods. amounting to Rp. 471,444,137.63 or 5.51% of the price using the conventional method as a whole.

The 3D BIM concept enables detailed material decisions in 3D modeling, reducing the overall workload, reducing material waste and supporting 5D BIM in cost estimation.

Key words: *Building Information Modeling, structural work, buildings*

KATA PENGANTAR

“Orang yang tidak dapat mengambil pelajaran dari masa tiga ribu tahun, hidup tanpa memanfaatkan akalinya, Goethe” berdasarkan hal tersebut yang mendasari penulis melakukan penyusunan skripsi berjudul **EVALUASI RENCANA ANGGARAN BIAYA STRUKTUR MENGGUNAKAN KONSEP BUILDING INFORMATION MODELING MENGGUNAKAN APLIKASI REVIT (STUDI KASUS: PROYEK GEDUNG AESTHETIC CENTER RSUP Prof. Dr. I G.N.G NGOERAH)** karena sejatinya yang abadi dalam dunia ini adalah perubahan. Dunia konstruksi mengalami perubahan dari konvensional menjadi modern. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu hal yang wajib ditempuh dalam program studi D4 RPL Manajemen Proyek Konstruksi. Dalam kesempatan ini penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung dan membantu atas terselesaikannya Skripsi ini, yaitu:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. Putu Hermawati, M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi.
3. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan juga dosen pembimbing I, yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan ilmunya dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak I Komang Sudiarta, ST, MT selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan ilmunya dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Untuk keluarga saya Mamah, Ayah, Irul, dan Fadil terima kasih karena sudah menjadi bagian pendewasaan pada kehidupan saya sebagai bukti bahwasanya saya nyata adanya, tidak ada keluarga yang sempurna kita semua saling melengkapi. Terima kasih karena telah mengantarkan saya sejauh ini, sebuah kebanggaan bisa menyelesaikan ini sebagai bukti bahwa keluarga kita mampu dan sanggup menempuh pendidikan di perguruan tinggi. Saya harap bisa memberikan lebih baik lagi dimasa yang akan datang. Terima kasih.

6. Keluarga Merantau, Goyan, Mazin, Kinan, Ferin, dan Valen kalian adalah bagian pada masa transisi kehidupan saya. Kalian yang memperlihatkan kepada saya bahwasanya pertemanan sejati memang nyata adanya. Untuk segala doa yang saya langitkan, semoga kita tetap bisa bertukar cerita tentang perjalanan yang sudah kita lalui dimasa yang akan mendatang.
7. B.O.T kalian mungkin tidak akan melihat bagian tulisan ini tetapi semua yang tergabung dalam B.O.T akan selalu menjadi sebuah cerita tersendiri antara perjalanan hidup saya selama di Bali, terima kasih saya ucapkan dari sini. Semoga kita semua dapat berkumpul dengan lengkap dilain waktu nanti.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan.

Dalam pembuatan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa Skripsi yang penulis buat masih sangat jauh dari kesempurnaan. Dengan rasa hormat penulis mohon petunjuk, saran, dan kritik terhadap Skripsi ini, sehingga kedepannya diharapkan ada perbaikan terhadap Skripsi ini serta dapat menambah pengetahuan bagi penulis.

Bali, 26 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| ABSTRACT | ii |
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Perancangan | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah | 3 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Proyek Konstruksi | 5 |
| 2.2 Sumber Daya Proyek Konstruksi | 5 |
| 2.2.1 <i>Method</i> (metode)..... | 6 |
| 2.2.2 <i>Menpower</i> (sumber daya manusia) | 6 |
| 2.2.3 <i>Material</i> (bahan baku)..... | 7 |
| 2.2.4 <i>Machine</i> (peralatan) | 7 |
| 2.2.5 <i>Money</i> (uang)..... | 8 |
| 2.3 Pekerjaan Struktur Proyek Konstruksi | 8 |
| 2.3.1 Pekerjaan Struktur Bawah..... | 9 |
| A. <i>Pile Cap, Tie Beam, dan Retaining Wall</i> | 9 |
| 2.3.2 Pekerjaan Struktur Atas | 9 |
| A. Pekerjaan Kolom..... | 9 |
| B. Pekerjaan Balok | 9 |
| 2.4 Rencana Anggaran Biaya | 10 |
| 2.5 Building Information Modelling (BIM) | 12 |
| 2.6 Autodesk Revit | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 18 |
| 3.1 Rancangan Metode Penelitian | 18 |
| 3.2 Lokasi Proyek | 18 |
| 3.3 Penentuan Sumber Data | 19 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.4 | Pengumpulan Data..... | 19 |
| 3.5 | Instrumen Penelitian | 19 |
| 3.5.1 | Aplikasi Revit | 19 |
| 3.5.2 | Microsoft Excel..... | 19 |
| 3.6 | Analisis Data..... | 19 |
| 3.7 | Bagan Alir..... | 20 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 21 |
| 4.1. | Data Penelitian | 21 |
| 4.1.1. | Informasi Proyek..... | 21 |
| 4.1.2. | DED (Detail Engineering Design), Gambar Kerja, dan Model BIM | 22 |
| 4.1.3. | Rencana Anggaran Proyek | 22 |
| 4.2. | Analisis Data..... | 25 |
| 4.2.1. | Proses Pemodelan Dalam Bentuk 3D | 26 |
| 4.2.2. | Proses <i>Quantity Take-Off</i> BIM..... | 31 |
| 4.2.3. | Pekerjaan <i>Pile Cap</i> Bangunan Utama | 32 |
| 4.2.4. | Pekerjaan <i>Tie Beam</i> Bangunan Utama | 33 |
| 4.2.5. | Pekerjaan Kolom Bangunan Utama | 34 |
| 4.2.6. | Pekerjaan Balok Bangunan Utama | 35 |
| 4.2.7. | Analisis Data Semua Item Pekerjaan | 35 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 38 |
| 5.1. | Kesimpulan | 38 |
| 5.2. | Saran-saran | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 40 |
| LAMPIRAN 1 <i>PILE CAP</i>..... | | 42 |
| LAMPIRAN 2 <i>TIE BEAM</i> | | 47 |
| LAMPIRAN 3 KOLOM..... | | 49 |
| LAMPIRAN 4 BALOK..... | | 53 |
| LAMPIRAN 5 DED <i>Pile Cap, Tie Beam, Kolom, Balok</i>..... | | 55 |
| LAMPIRAN 6 3D MODEL BIM..... | | 58 |
| LAMPIRAN 7 HASIL HITUNG VOLUME BIM | | 59 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----------|
| Gambar 2. 1 Tingkat Penerapan BIM | 15 |
| Gambar 3. 1 Peta Lokasi dan Area Proyek | 18 |
| Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian | 20 |
| Gambar 4. 1 Grid Line | 26 |
| Gambar 4. 2 Elevation | 27 |
| Gambar 4. 3 Pile Cap Type PC.3..... | 27 |
| Gambar 4. 4 Tampak Atas Pile Cap dan Tie Beam..... | 28 |
| Gambar 4. 5 3D Modeling Gedung..... | 29 |
| Gambar 4. 6 Shopdrawing Pile Cap Tipe 3 | 29 |
| Gambar 4. 7 Section Rebar | 30 |
| Gambar 4. 8 Point of View 3D | 31 |
| Gambar 4. 9 Rincian Volume Pembesian BIM | 32 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----------|
| Tabel 4. 1 Beton Mutu $f'c = 31,2$ MPa, (K.350), Slump (12+/-2 cm), w/c=0.48 | 23 |
| Tabel 4. 2 Beton Mutu $f'c = 31,2$ MPa, (K.350), Slump (12+/-2 cm), w/c=0.48 dengan aditif kedap air..... | 24 |
| Tabel 4. 3 Besi Dengan Baja Tulangan Polos Atau Sirip | 25 |
| Tabel 4. 4 Pekerjaan Pile Cap Bangunan Utama..... | 33 |
| Tabel 4. 5 Pekerjaan Tie Beam Bangunan Utama..... | 34 |
| Tabel 4. 6 Pekerjaan Kolom Bangunan Utama..... | 34 |
| Tabel 4. 7 Pekerjaan Balok Bangunan Utama | 35 |
| Tabel 4. 8 Data Semua Item Pekerjaan..... | 36 |

BABI PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melakukan perencanaan dan pelaksanaan berbasis kertas atau konvensional merupakan metode yang digunakan dengan cara lama atau metode yang telah dilakukan sejak dulu dalam industri arsitektur, teknik, dan konstruksi di Indonesia. Sebagian besar industri arsitektur, teknik, dan konstruksi di Indonesia masih menggunakan komunikasi berbasis kertas atau konvensional, contoh lainnya adalah penggunaan perangkat lunak yang sangat terkenal dalam dunia konstruksi untuk kegunaan menggambar 2 dimensi yaitu AutoCAD, untuk menghitung analisa struktur dapat menggunakan perangkat lunak SAP2000, serta dalam manajemen perhitungan biaya dan volume menggunakan MS. Excel, untuk lebih efektif lagi untuk penjadwalan waktu pekerjaan konstruksi dapat menggunakan MS Project [1]. Industri arsitektur, teknik, dan konstruksi terus berkembang di seluruh dunia sepanjang waktu. Dengan berbagai alasan yang terlihat dan tidak terlihat, dalam beberapa tahun terakhir industri arsitektur, teknik, dan konstruksi menghadapi tantangan terkait biaya, kualitas, dan waktu untuk menyelesaikan proyek. Dalam industri arsitektur, teknik, dan konstruksi terbagi menjadi beragam disiplin ilmu atau spesialisasi untuk pekerjaan-pekerjaan terkait, sehingga dalam satu proyek terdapat beberapa disiplin ilmu atau spesialisasi pekerjaan terkait. Kesulitan dalam koordinasi dan pertukaran informasi dari satu disiplin ilmu ke disiplin ilmu lainnya sering mengakibatkan kesalahan dalam penafsiran sehingga menimbulkan biaya berlebih, pekerjaan berkualitas rendah, dan penundaan pekerjaan [2].

Dengan metode pembangunan menggunakan *Building Information Modelling* (BIM) pada industri arsitektur, teknik, dan konstruksi merupakan jawaban untuk memecahkan permasalahan tersebut. BIM mengubah cara kerja industri arsitektur, teknik, dan konstruksi menjadi berbasis digital dari komunikasi berbasis kertas atau konvensional. Masalah utama dari komunikasi berbasis kertas atau konvensional adalah biaya yang mahal dan waktu yang lama untuk bisa mencapai informasi yang akurat dari desain yang diproyeksikan atau direncanakan [2]. Maka dari itu, dilakukan evaluasi pada penelitian ini, volume dan rencana

anggaran biaya beton dan besi pada pekerjaan struktur bawah dan atas akan dibandingkan dengan perhitungan metode konvensional menggunakan aplikasi Excel dari Microsoft Office yang dibandingkan dengan perhitungan metode BIM menggunakan aplikasi Revit dari Autodesk.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat memaparkan *Roadmap* konstruksi digital Indonesia tahun 2017-2024 di konferensi internasional “Digital Construction Day” tanggal 4 Oktober 2017. Fase roadmap terdiri dari fase adopsi, digitalisasi, kolaborasi, dan integrasi. Pada tahap adopsi, Kementerian PUPR merencanakan untuk menginstruksikan kepada semua *stakeholder* konstruksi untuk adopsi BIM dengan menjadikan BIM sebagai standar pada proyek konstruksi. BIM direncanakan sebagai standar baik untuk kurikulum maupun kompetensi pada perguruan tinggi dan asosiasi profesi jasa konstruksi. Selain itu, Standar Nasional Indonesia (SNI) BIM direncanakan sudah tersusun [3].

Proyek Gedung Aesthetic Center RSUP Prof. Dr. I G.N.G Ngoerah merupakan proyek milik pemerintah, lebih detail lagi adalah milik Kementerian Kesehatan dikelola oleh manajemen Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Prof. Dr. I G.N.G Ngoerah atau lebih dikenal dengan nama RSUP Sanglah. Dengan bangunan yang memiliki luas lebih dari 2000 meter persegi serta memiliki lebih dari satu lantai penggunaan BIM wajib diterapkan pada bangunan gedung negara tidak sederhana dengan ketentuan spesifikasi tersebut. Kewajiban tersebut didasari pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara yang ditetapkan pada tanggal 14 September 2018, Lampiran IV Kegiatan dan Tugas Jasa Konstruksi, Bagian A Penyedia Jasa Perencanaan Konstruksi Nomor 13 [3].

Berdasarkan peraturan dan *roadmap* yang sudah direncanakan Kementerian PUPR serta melakukan implementasi *roadmap* pada jenjang perguruan tinggi skripsi ini akan melakukan penelitian terhadap perhitungan volume pekerjaan pengecoran dan pembesian menggunakan metode BIM. Penelitian ini akan dilakukan pada Proyek Gedung Aesthetic Center RSUP Prof. Dr. I G.N.G Ngoerah dengan hasil akhir menentukan apakah terdapat perbedaan antara perhitungan volume dengan metode BIM yang dilakukan oleh peneliti dengan volume

perhitungan menggunakan metode konvensional dengan volume perhitungan menggunakan BIM yang dibantu dengan aplikasi Revit.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Berapa biaya pekerjaan struktur besi dan beton apabila dihitung dengan metode konvensional?
- b. Berapa biaya pekerjaan struktur pembesian dan beton apabila dihitung dengan aplikasi BIM?
- c. Bagaimana perbandingan biaya serta volume pekerjaan struktur pembesian dan beton dari perhitungan antara metode konvensional dan BIM?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui biaya serta volume pekerjaan struktur pembesian dan beton apabila dihitung dengan metode konvensional.
- b. Untuk mengetahui biaya serta volume pekerjaan struktur pembesian dan beton apabila dihitung dengan aplikasi BIM.
- c. Untuk mengetahui dan menganalisis perbandingan biaya serta volume pekerjaan struktur pembesian dan beton dari perhitungan menggunakan metode konvensional dan BIM.

1.4 Manfaat Perancangan

- a. Para praktisi dapat memanfaatkan dan memperkaya bahan ajar serta bisa dijadikan landasan studi lebih lanjut pada bidang teknik sipil.
- b. Sebagai referensi dan dasar perhitungan volume dan rencana anggaran biaya serta sebagai penerapan langsung dalam proyek konstruksi.
- c. Manfaat lain yang didapatkan berupa hasil yang bisa dibandingkan antara volume yang didapatkan berdasarkan metode BIM dengan metode konvensional yang nantinya bisa dilanjutkan dengan penelitian lebih lanjut dengan volume yang digunakan dilapangan.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

- a. Semua data dan dokumen metode konvensional diperoleh dari proyek pembangunan Gedung Aesthetic Center RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah.

- b. Perhitungan volume dan rencana anggaran biaya menggunakan metode BIM berdasarkan data dan dokumen metode konvensional serta dibatasi pada pekerjaan struktural *Pile Cap, Tie Beam*, Kolom dan Balok.
- c. Perhitungan volume struktural menggunakan *software* Revit 2022
- d. Analisis pekerjaan struktural hanya dibatasi pada pekerjaan beton dan besi
- e. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) menggunakan hasil dari PUPR Kota Denpasar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Menerapkan *Building Information Modelling* (BIM) dapat berguna untuk estimasi biaya dan volume yang lebih akurat dalam industri konstruksi dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Biaya yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan besi dan beton bila menggunakan metode perhitungan konvensional sebesar Rp. 8.176.135.764,68
2. Biaya yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan besi dan beton bila menggunakan metode perhitungan BIM biaya yang diperlukan Rp. 7.648.807.943,44.
3. Menggunakan konsep 3D BIM dengan software Autodesk Revit selisih biayanya Rp. 527.327.821,23 Artinya perhitungan menggunakan konsep 3D BIM 6,45% lebih murah dibandingkan perhitungan anggaran biaya konvensional dan menghasilkan volume pembesian lebih kecil 33.651 Kg atau sebesar 10,01% dari total jumlah kebutuhan pembesian dengan metode konvensional 389.108,39 Kg.

Konsep BIM 3D memungkinkan pengambilan keputusan material secara mendetail dalam pemodelan 3D, mengurangi beban kerja secara keseluruhan, mengurangi limbah material, dan mendukung 5D BIM dalam estimasi biaya.

5.2. Saran-saran

Setelah penelitian dilakukan saran untuk bisa diterapkan bagi penelitian selanjutnya agar data atau hasil penelitian yang dilakukan semakin akurat dan beragam. Berikut saran-saran yang bisa diterapkan untuk penelitian selanjutnya;

1. Pekerjaan struktur atap, tangga, dan plat lantai bisa ditambahkan sehingga perbedaan volume dan biaya pada proyek bisa didapatkan dengan mendetail.
2. Bisa dikembangkan lebih lanjut untuk meninjau pekerjaan MEP.
3. Dapat dihubungkan atau diintegrasikan dengan software BIM lainnya.

4. Dapat ditambahkan 4D berupa jadwal dan dikembangkan lebih lanjut menjadi 6D sebagai pekerjaan berkelanjutan dan 7D sebagai pengelolaan lingkungan proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. Rizqy, N. Martina and H. Purwanto, "PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL DENGAN BIM TERHADAP EFISIENSI BIAYA, MUTU, DAN WAKTU," *Construction and Material Journal*, vol. 3, no. 12, pp. 16-16, 2021.
- [2] C. EASTMEN, P. TEICHOLZ, R. SACKS and K. LISTON, *BIM HANDBOOK*, NEW JERSEY: SIMULTANEOUSLY, 2011.
- [3] F. Sarifah, "Perkembangan Implementasi Bim Konstruksi Gedung Di Indonesia Berdasarkan Peranan Kemenpupr, Akademisi, Bumh, Dan Asosiasi Profesi," *Seminar Nasional Dan Pameran "Metode Dan Teknologi Bidang Konstruksi"*, vol. II, pp. 77-92, 2023.
- [4] P. L. A. Luthan and S. , *Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi Microsoft Project*, Yogyakarta: Andi Offset, 2017.
- [5] I. K. Nudja S., "Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Atas Jembatan Yeh Panahan di Kabupaten Tabanan," *Paduraksa*, vol. 5, no. 1, pp. 20-30, 2016.
- [6] H. Dimiyati and K. Nurjaman, *Manajemen Proyek*, Bandung: Pustaka Setia, 2016.
- [7] A. Dwiretnani and I. A. Daulay, "Kinerja Alat Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) Pada Proyek Perluasan Terminal Bandara Sultan Thaha Jambi," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 67-81, 2019.
- [8] S. Arifin, "Perbedaan Antara Sloof dan Tie Beam," *Ilmu Proyek*, 18 November 2015. [Online]. Available: <http://www.ilmuprojek.com/>. [Accessed 22 Oktober 2022].
- [9] M. Tumarang, T. T. Arsjad and P. A. K. Pratahis, "Analisis Perbandingan Rencana Biaya Kontraktor Dengan Perhitungan Biaya Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan 2022 Pada Proyek Pembangunan Rusun T-45 12 KK ASGAB IX Wanea Korem," *Tekno*, vol. 22, no. 87, pp. 105-113, 2024.

- [10] E. H. Handrawan, A. Purnomo, R. Berliana and S. S. 4. Jakarta, "Penggunaan Building Information Modelling (BIM) Studi Kasus:," *Jurnal Pendidikan Tambusai* , vol. VIII, no. 1, pp. 2747-2753, 2024.
- [11] G. Pardika, . N. Santiyadnya and A. Adiarta, "Pembuatan Media Pembelajaran Perencanaan Instalasi Listrik Rumah Tinggal Dengan Menggunakan Autocad Berbasis Multimedia Interaktif Autoplay," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha* , vol. IX, no. 9, pp. 182-192, 2020.
- [12] R. APRIANSYAH, "IMPLEMENTASI KONSEP BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) DALAM ESTIMASI QUANTITY TAKE OFF MATERIAL PEKERJAAN STRUKTURAL," UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA, YOGYAKARTA, 2021.
- [13] S. R. Fachlevi, R. Maulana, O. H. Ardian and S. N. Sari , "ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME PADA BILL OF QUANTITY MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK REVIT 2022 DENGAN PERHITUNGAN MANUAL BERDASARKAN SNI 2847 TAHUN 2019 PADA GEDUNG SERBAGUNA DI DESA TOWANGSAN," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. II, no. 3, pp. 150-164, 2023.