



Integrasi AHSP-SNI 2847:2019 pada Beton Bertulang dengan BIM 5D untuk Estimasi Biaya Mako Brimob Kaltim

V. S. Ferama^{1*}, R. Pratiwi², M. Kencanawati³

¹⁻³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Balikpapan, Balikpapan, Indonesia

*Penulis Korespondensi: budiarsih@universitasmulia.ac.id

Abstract. *Building Information Modelling (BIM) is increasingly applied to improve the accuracy of quantity take-off and cost estimation; however, differences may occur between manual calculations, BIM, and consultant estimates due to reinforcement detailing and compliance with SNI 2847:2019. This study aims to evaluate reinforced concrete work against SNI 2847:2019 and compare concrete volume, reinforcement quantity, and cost estimates obtained from manual calculations, 5D BIM using Autodesk Revit 2024, and the consultant's RAB. The study employed a quantitative, non-experimental case-study approach using secondary data consisting of Detailed Engineering Design (DED), consultant's RAB, 2024 AHSP, and SNI 2847:2019. Structural elements were remodelled in Autodesk Revit 2024 after adjusting reinforcement details, including lap length, anchorage hooks, and stirrup spacing, according to the applicable standard. BIM results were validated through manual calculations and compared with the consultant's RAB. The results show that several reinforcement details were not fully compliant, particularly in pedestal, beam, and sloop elements. After adjustment, the BIM model satisfied the audited SNI parameters. Concrete volume from BIM and manual calculation was 420.50 m³, compared with 440.50 m³ in the consultant's RAB, resulting in a 20.00 m³ or 5% difference. Reinforcement quantity was 74,993.00 kg compared with 67,833.50 kg, resulting in a difference of 7,159.50 kg or 11%. The BIM-based reinforcement cost was Rp1,494,517,384, compared with Rp1,297,208,667 in the consultant's RAB, producing a difference of Rp197,308,717 or 15%. The findings demonstrate that integrating SNI-based reinforcement detailing, BIM 5D, and AHSP supports a consistent and traceable approach to quantity take-off and cost estimation.*

Keywords: 2019; AHSP; BIM 5D; Estimated costs; SNI 2847.

Abstrak. *Building Information Modelling (BIM) semakin banyak diterapkan untuk meningkatkan akurasi perhitungan kuantitas pekerjaan (quantity take-off) dan estimasi biaya. Namun, perbedaan dapat terjadi antara perhitungan manual, BIM, dan estimasi konsultan yang disebabkan oleh detail penulangan serta kepatuhan terhadap SNI 2847:2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pekerjaan beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2019 serta membandingkan volume beton, kuantitas tulangan, dan estimasi biaya yang diperoleh dari perhitungan manual, BIM 5D menggunakan Autodesk Revit 2024, dan RAB konsultan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif non-eksperimental dengan metode studi kasus, menggunakan data sekunder yang terdiri atas Detailed Engineering Design (DED), RAB konsultan, AHSP 2024, dan SNI 2847:2019. Elemen-elemen struktur dimodelkan kembali menggunakan Autodesk Revit 2024 setelah dilakukan penyesuaian detail penulangan, meliputi panjang sambungan lewatan (lap length), kait penyaluran (anchorage hooks), dan jarak sengkang sesuai dengan standar yang berlaku. Hasil BIM kemudian divalidasi melalui perhitungan manual dan dibandingkan dengan RAB konsultan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa detail penulangan belum sepenuhnya memenuhi ketentuan, khususnya pada elemen pedestal, balok, dan sloof. Setelah dilakukan penyesuaian, model BIM telah memenuhi parameter SNI yang diaudit. Volume beton berdasarkan BIM dan perhitungan manual adalah sebesar 420,50 m³, sedangkan volume dalam RAB konsultan sebesar 440,50 m³, sehingga terdapat selisih sebesar 20,00 m³ atau 5%. Kuantitas tulangan berdasarkan BIM adalah sebesar 74.993,00 kg, sedangkan dalam RAB konsultan sebesar 67.833,50 kg, sehingga terdapat selisih sebesar 7.159,50 kg atau 11%. Biaya tulangan berdasarkan BIM adalah sebesar Rp1.494.517.384, sedangkan biaya dalam RAB konsultan sebesar Rp1.297.208.667, sehingga terdapat selisih sebesar Rp197.308.717 atau 15%. Temuan penelitian menunjukkan bahwa integrasi detail penulangan berbasis SNI, BIM 5D, dan AHSP dapat mendukung pendekatan yang konsisten dan dapat ditelusuri dalam perhitungan kuantitas pekerjaan serta estimasi biaya.*

Kata kunci: 2019; AHSP; BIM 5D; Estimasi Biaya; SNI 2847.

1. LATAR BELAKANG

Beton bertulang merupakan salah satu sistem struktur utama pada bangunan gedung karena mampu memikul beban gravitasi dan beban lateral melalui kerja sama beton dan tulangan. Pada bangunan yang dirancang untuk menghadapi pengaruh gempa, ketelitian detail penulangan menjadi bagian penting dari kinerja struktur. Ketentuan teknis di Indonesia mengacu antara lain pada SNI 2847:2019 yang mengatur persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, termasuk detail tulangan, sambungan, kait, dan pengaturan sengkang. Pada praktik proyek, ketepatan detail tersebut tidak hanya berpengaruh terhadap keselamatan struktur, tetapi juga terhadap kuantitas material dan biaya karena setiap perubahan panjang penyaluran, sambungan lewatan, kait, maupun spasi tulangan dapat mengubah kebutuhan baja.

Di sisi lain, proses *Quantity Take-Off* (QTO) dan penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada proyek konstruksi masih banyak dilakukan dengan membaca gambar dua dimensi dan menghitung kuantitas secara konvensional. Metode tersebut dapat menghasilkan perbedaan ketika geometri struktur saling berpotongan atau ketika detail tulangan yang kompleks tidak seluruhnya terwakili dalam rekapitulasi kuantitas. Penelitian terdahulu menunjukkan adanya perbedaan antara metode BIM dan metode konvensional pada pekerjaan struktur. Arditya *et al.* (2024) melaporkan adanya perbedaan volume beton dan pembesian pada proyek gedung, sedangkan Anggaraini *et al.* (2022) menunjukkan bahwa pemodelan BIM dapat memberikan hasil kuantitas yang berbeda karena pemodelan tiga dimensi memperhitungkan geometri elemen secara lebih rinci. Yudi *et al.* (2020) juga menempatkan BIM sebagai pendekatan yang mengintegrasikan informasi desain sehingga dapat mendukung pengendalian pekerjaan secara lebih terintegrasi. Penelitian lainnya menunjukkan penerapan BIM dalam *Quantity Take-Off*, perbandingan kuantitas dengan metode manual, serta penggunaan standar SNI pada pekerjaan struktur beton bertulang (Al Amin *et al.*, 2025; Jonathan & Anondho, 2021; Rahman, 2022; Wiranti *et al.*, 2022).

Permasalahan tersebut ditemukan pada Proyek Pembangunan Gedung Mako Batalyon Brimob Polda Kalimantan Timur di Kota Balikpapan. Bangunan merupakan gedung dua lantai dengan luas total sekitar 900 m² dan nilai kontrak proyek Rp8.064.755.529,49. Dokumen proyek menunjukkan nilai pekerjaan pembetonan Rp803.573.533,52 dan pekerjaan pembesian Rp1.364.060.527,91. Karena pekerjaan beton bertulang memiliki kontribusi material dan biaya yang besar, diperlukan audit yang menghubungkan kesesuaian detail teknis dengan dampaknya terhadap volume dan biaya.

Penelitian ini mengisi kebutuhan tersebut dengan membangun kembali elemen struktur beton bertulang menggunakan Autodesk Revit 2024 sebagai BIM 5D, menyesuaikan detail penulangan terhadap SNI 2847:2019, lalu memvalidasi hasil Quantity Take-Off dengan perhitungan manual. Selanjutnya, hasil volume dikalikan dengan harga satuan berdasarkan AHSP Tahun 2024 dan dibandingkan dengan RAB konsultan. Tujuan penelitian adalah: (1) menganalisis tingkat kesesuaian detail penulangan terhadap SNI 2847:2019; (2) membandingkan kuantitas beton dan tulangan antara BIM 5D, perhitungan manual, dan RAB konsultan; serta (3) menganalisis perbedaan biaya yang ditimbulkan oleh penyesuaian detail struktur.

Kontribusi penelitian terletak pada penggabungan audit teknis dan audit kuantitas-biaya dalam satu alur. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi bagi konsultan dan pelaksana untuk melakukan pemeriksaan detail penulangan sebelum penyusunan RAB serta memanfaatkan BIM 5D sebagai alat bantu Quantity Take-Off dan estimasi biaya yang lebih dapat ditelusuri.

2. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain non-eksperimental dan strategi studi kasus. Pendekatan kuantitatif digunakan karena variabel utama penelitian berupa ukuran, jarak, panjang penyaluran, volume, berat tulangan, dan biaya yang dapat dinyatakan secara numerik. Penelitian tidak memanipulasi variabel lapangan, tetapi mengevaluasi dokumen teknis yang telah tersedia, kemudian membangun model BIM sebagai representasi digital untuk melakukan pengukuran kuantitas dan audit kesesuaian (Sugiyono, 2022).

Objek, Subjek, dan Data

Objek penelitian adalah pekerjaan struktur beton bertulang, sedangkan subjek penelitian adalah Proyek Gedung Mako Batalyon Brimob Polda Kaltim di Jalan Soekarno-Hatta Km.13, Kelurahan Karang Joang, Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Data yang digunakan seluruhnya berasal dari dokumen teknis proyek dan acuan analisis biaya, yaitu DED, RAB konsultan, AHSP Tahun 2024, dan SNI 2847:2019. Komponen yang dimodelkan meliputi fondasi, pedestal, kolom, sloof, balok, ring balk, dan pelat lantai. Elemen tangga tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian. Data penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Umum Penelitian

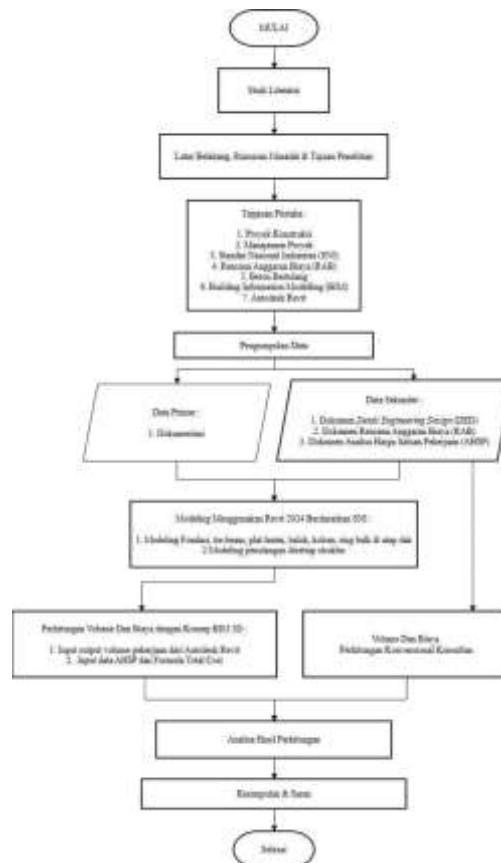
Komponen	Data/Parameter	Keterangan
Lokasi	Gedung Mako Batalyon Brimob Polda Kaltim	Balikpapan, Kalimantan Timur
Bangunan	2 lantai; $\pm 900 \text{ m}^2$	Objek studi kasus
Dokumen	DED, RAB, AHSP 2024	Data sekunder proyek
Standar	SNI 2847:2019	Audit detail beton bertulang
Perangkat lunak	Autodesk Revit 2024; Microsoft Excel	Pemodelan dan pengolahan data
Metode pembandingan	Manual, BIM 5D, RAB konsultan	Validasi dan evaluasi

Instrumen dan Prosedur Analisis

Autodesk Revit 2024 digunakan untuk membangun model tiga dimensi elemen struktur dan tulangan. Parameter model mencakup dimensi elemen, diameter tulangan, jumlah batang, spasi sengkang, selimut beton, panjang sambungan, dan detail kait. Microsoft Excel digunakan untuk perhitungan manual, rekapitulasi kuantitas, pengolahan AHSP, dan perbandingan biaya.

Audit SNI dilakukan sebelum hasil QTO digunakan untuk estimasi biaya. Parameter yang diperiksa meliputi sambungan lewatan, panjang penyaluran, diameter bengkokan minimum, kait sengkang, selimut beton, serta kerapatan sengkang pada daerah tumpuan dan lapangan. Sebagai contoh, untuk tulangan longitudinal diameter 16 mm digunakan panjang penyaluran hasil perhitungan sebesar 1.160 mm. Pada kolom, batas spasi sengkang ditentukan dari nilai terkecil beberapa batas yang diperiksa; 8db untuk tulangan longitudinal D16 menghasilkan 128 mm, sehingga nilai tersebut menjadi salah satu parameter kendali. Pada pedestal, hasil hitungan awal yang kurang dari batas minimum kemudian disesuaikan dengan ketentuan SNI sehingga spasi minimum yang digunakan adalah 75 mm.

Setelah detail penulangan disesuaikan, model BIM digunakan untuk mengekstraksi volume beton dan berat tulangan. Perhitungan manual dilakukan dari dimensi DED dan detail tulangan yang sama sebagai kontrol validasi. Selisih volume dihitung dengan membandingkan nilai BIM terhadap RAB konsultan, sedangkan biaya dihitung dengan persamaan $\text{Biaya} = \text{Volume} \times \text{Harga Satuan}$. Harga satuan pekerjaan mengacu pada AHSP Tahun 2024 dan digunakan secara konsisten pada seluruh metode yang dihitung ulang. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Tahapan Analisis Data

- Mengidentifikasi data DED, RAB konsultan, AHSP Tahun 2024, dan ketentuan SNI 2847:2019 yang relevan.
- Menganalisis detail penulangan pada dokumen perencanaan dan menentukan parameter yang perlu disesuaikan.
- Membangun model struktur beton bertulang pada Autodesk Revit 2024 sesuai geometri DED.
- Memodelkan tulangan dengan parameter yang telah disesuaikan terhadap ketentuan SNI 2847:2019.
- Mengekstraksi Quantity Take-Off beton dan pembesian dari model BIM 5D.
- Menghitung ulang volume secara manual sebagai kontrol terhadap hasil BIM.
- Menghitung estimasi biaya dengan AHSP Tahun 2024 dan membandingkannya dengan RAB konsultan.
- Menganalisis penyebab perbedaan kuantitas dan biaya serta menarik.

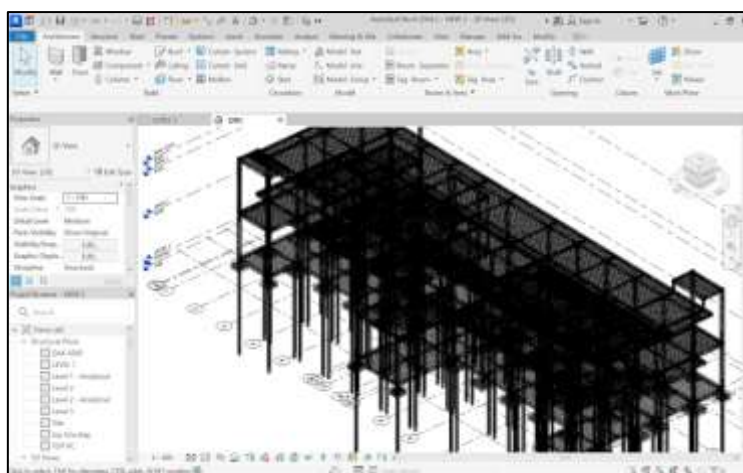
3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil audit menunjukkan bahwa beberapa detail pada gambar/RAB konsultan belum sepenuhnya memenuhi parameter pemeriksaan berdasarkan SNI 2847:2019. Ketidaksesuaian terutama berkaitan dengan sambungan lewatan, kait sengkang, kerapatan sengkang pada daerah tumpuan, serta panjang penyaluran. Setelah parameter tersebut dimasukkan ke dalam model BIM, detail tulangan diperbaiki dan diperiksa kembali melalui tampilan 3D dan potongan. Berikut ini Tabel 2. Analisis kesesuaian tulangan sesuai SNI (Badan Standardisasi Nasional, 2019; Rahman, 2022; Antonius, 2020).

Tabel 2. analisis kesesuaian penulangan sesuai SNI 2847-2019

No	Elemen Struktur	Parameter Audit Berdasarkan SNI 2847:2019	Status Audit Gambar RAB Konsultan	Status Audit Model BIM 5D	Keterangan & Temuan Audit Konsultan
1	Tiebar	Kait Ujung (Penutup Penulangan)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	RAB Konsultan mengabaikan kait ujung tulangan utama fondasi. BIM memodifikasi 100% kait penulangan.
		Sambungan Lewatan (Overlapping Lapping)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Panjang sambungan lewatan tulangan penutup/tie bar fondasi tidak dihitung terpisah di RAB Konsultan.
2	Pedestal	Kait Sengkang (110°)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Gambar RAB Konsultan menggunakan kait 90° BIM 5D mengubah dengan kait 135° (penambahan tdk).
		Spasi Sengkang Dan Tumpuan	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	RAB Konsultan mengabaikan kerapatan sengkang tumpuan di area batas fondasi.
3	Shear	Kait Penyisiran Tumpuan (M)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Kait penyisiran tulangan shear yang masuk ke pedestal fondasi tidak terakomodasi di RAB Konsultan.
		Sambungan Lewatan Tulangan Utama	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Temuan: Setelah besi dicat (27%) dipicu oleh tidak ketertarikan overlapping sengkang pada RAB Konsultan.
		Kerapatan Sengkang Tumpuan vs Lapangan	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	RAB Konsultan meratakan jarak sengkang DEM 3D memodifikasi zona tumpuan (1-4) dengan sengkang lebih rapat.
4	Kolum	Sambungan Lewatan Tulangan Utama	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Sambungan lewatan tulangan kolom area lantai dihitung secara manual VNI pada BIM 5D, di RAB Konsultan terakomodasi.
		Kait Sengkang Gumpil (135°)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	RAB Konsultan mengabaikan penambahan panjang kait 135° pada sengkang kolom.
		Kerapatan Sengkang Daerah Kolong (1-4)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	RAB Konsultan tidak memperhatikan kerapatan sengkang di area pada area di kolong (confinement zone).
5	Balok	Kait Ujung (Penutup Penulangan LH)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Temuan Utama: Penambahan besi balok (40%) di DEM karena RAB Konsultan tidak menghitung anchorage hook ke kolom.
		Sambungan Lewatan (Lapping) Tulangan Kerapatan Sengkang Tumpuan (2d)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Pada lewatan tulangan area di lapangan dan daerah tumpuan (diwakili) diwakili kriteria SNI pada BIM 5D.
		Kait Sengkang	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Sengkang tumpuan balok sepanjang 2d dari area kolom direvisi pada model BIM, RAB Konsultan dibuat manual.
6	Pelat Lantai	Kait Penutup Tumpuan Pelat	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Penutupan kait tulangan tumpuan pelat lantai tidak dihitung di BIM, tidak ada pada RAB Konsultan.
		Sambungan Lewatan Tulangan Arusman	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Overlapping area-lantai-batang tulangan pelat tidak sesuai proses pada pemodelan BIM 5D.
7	Ring Balok	Kait Penutup dan Sambungan Lewatan	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	RAB Konsultan menggunakan semua kawatnya pada semua global, BIM 5D memodifikasi seluruh kait & lewatan cil.
		Kait Sengkang (110°)	✗Tidak Sesuai	✓Sesuai	Panjang kait sengkang ring balok dihitung manual 3D pada Revit.

Audit juga memperlihatkan bahwa detail yang terlihat sederhana pada gambar dua dimensi dapat memberikan tambahan kuantitas ketika dimodelkan secara rinci. Contohnya, panjang kait dan sambungan lewatan pada tulangan utama tidak hanya menjadi informasi geometris, tetapi secara langsung menambah panjang batang dan berat baja. Demikian pula, sengkang pada zona tumpuan membutuhkan kerapatan yang berbeda dengan zona lapangan sehingga jumlah batang tidak dapat selalu direpresentasikan secara memadai melalui rasio pembesian global hasil pemodelan tulangan dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pemodelan Keseluruhan Penulangan

Sumber : Gambar Desain Perencanaan Gedung Mako Brimop Kaltim (3D Revit).

Perbandingan Volume Beton

Pemodelan BIM 5D menghasilkan volume beton sebesar 420,50 m³. Nilai tersebut sama dengan hasil perhitungan manual sehingga selisih BIM terhadap manual adalah 0%. Sebaliknya, RAB konsultan mencatat volume 440,50 m³. Dengan demikian, RAB konsultan lebih besar 20,00 m³ atau sekitar 5% dibandingkan hasil BIM dan manual. Berikut ini rekapitulasi volume beton dapat di lihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Beton Bim- RAB Konsultan- Manual

 PT. CLARA CITRALOKA PERSADA GENERAL CONTRACTOR, ENGINEERING & ARCHITECTURE					
 					
Elemen Struktur	BIM 5D (m ³)	RAB Konsultan (m ³)	Manual (m ³)	Selisih BIM-RAB (m ³)	Selisih Manual-Revit (m ³)
Fondasi	118,94	118,91	118,94	0%	0%
Pedestal	3,24	5,4	3,24	40%	0%
Kolom	44,92	50,3	44,92	11%	0%
Sloof	37,28	40,72	37,28	8%	0%
Balok	46,53	47,54	46,53	2%	0%
Pelat Lantai	134,9	143,25	134,9	6%	0%
Ring Balk	34,7	34,33	34,7	1%	0%
Total	420,5	440,5	420,5	5%	0%

Perbedaan volume beton paling menonjol ditemukan pada elemen pedestal. Pada dokumen RAB tercatat volume sekitar 5,40 m³, sedangkan hasil audit BIM sebesar 3,24 m³ sehingga terdapat perbedaan sekitar 40%. Dokumen DED menunjukkan tinggi pedestal yang terlihat sekitar 0,60 m, sementara keterangan pada RAB menggunakan tinggi 1,00 m. Karena penelitian tidak meneliti metode perhitungan internal konsultan, penyebab tersebut diposisikan sebagai temuan perbedaan dokumen, bukan sebagai kesimpulan mengenai proses kerja konsultan. Selain itu, perpotongan geometri antar elemen pada model BIM dapat mengurangi volume yang terhitung ganda, sehingga QTO BIM dapat memberikan nilai lebih rendah pada kondisi tertentu.

Perbandingan Volume Pembesian

Pada pekerjaan pembesian, hasil pemodelan yang telah disesuaikan terhadap SNI 2847:2019 menghasilkan kebutuhan bersih sebesar 74.993,00 kg atau sekitar 74,99 ton. Nilai tersebut konsisten dengan hasil perhitungan manual yang digunakan sebagai kontrol, sedangkan RAB konsultan mencatat 67.833,50 kg atau 67,83 ton. Selisih sebesar 7.159,50 kg atau sekitar 11% menunjukkan bahwa kebutuhan tulangan pada RAB lebih rendah dibandingkan model yang telah disesuaikan terhadap standar Berikut ini rekapitulasi volume pembesian dapat di lihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Volume Pembesian Bim- RAB Konsultan- Manual

					
Elemen Struktur	BIM 5D (kg)	RAB Konsultan (kg)	Manual (kg)	Selisih BIM-RAB (kg)	Selisih Manual-Revit (kg)
Fondasi	12111,69	12714,79	12111,75976	5%	0%
Pedestal	3013,42	3122,38	3013,43	3%	0%
Kolom	14372,15	13584,2	14372,15	6%	0%
Sloof	8781,67	6903,9	8781,70	27%	0%
Balok	13801,18	9677,77	13801,21	43%	0%
Pelat Lantai	16043,43	14218,91	16043,43	13%	0%
Ring Balk	6869,4	7611,50	6869,4	10%	0%
Total	74993	67833,5	74993	11%	0%

Deviasi pembesian terbesar terjadi pada balok dan sloof. Pada balok, kebutuhan hasil BIM mencapai 13.801,18 kg, sedangkan RAB mengalokasikan 9.677,77 kg, sehingga terdapat defisit sekitar 43%. Pada sloof, kebutuhan hasil BIM sebesar 8.781,67 kg dan RAB sebesar 6.903,90 kg, atau defisit sekitar 27%. Temuan ini menunjukkan bahwa elemen dengan detail sambungan dan kerapatan sengkang yang tinggi lebih sensitif terhadap cara perhitungan kuantitas.

Perbedaan tersebut dapat dijelaskan dari sisi teknis model. BIM 5D menghitung panjang batang berdasarkan geometri tiga dimensi, termasuk kait penyaluran, panjang overlapping, dan jumlah sengkang pada zona tumpuan. Sebaliknya, rekapitulasi RAB dapat menggunakan pendekatan kuantitas yang lebih sederhana. Penelitian ini tidak mengubah angka RAB secara langsung, tetapi menggunakan RAB sebagai pembanding terhadap hasil audit berbasis DED, SNI, dan BIM.

Estimasi Biaya Berdasarkan AHSP Tahun 2024

Estimasi biaya dilakukan dengan mengalikan kuantitas hasil QTO dengan harga satuan pekerjaan berdasarkan AHSP Tahun 2024. Penggunaan acuan harga satuan yang sama dimaksudkan agar perbedaan biaya terutama merefleksikan perbedaan kuantitas dan detail pekerjaan, bukan perbedaan sumber harga. Hasil perhitungan BIM dan manual menunjukkan

konsistensi karena keduanya menggunakan volume yang sama Berikut ini rekapitulasi biaya dapat di lihat pada **Tabel 5.**

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Biaya Bim-RAB Konsultan-Manual

								
Elemen Struktur	BIM 5D (Rp)	RAB Konsultan (Rp)	Manual (Rp)	Selisih BIM-RAB (Rp)	Selisih Manual-Revit (Rp)			
Fondasi	Rp 438.159.684	Rp 452.567.100	Rp 438.159.684	3%	0%			
Pedestal	Rp 28.819.399	Rp 28.819.399	Rp 28.819.399	0%	0%			
Kolom	Rp 211.653.807	Rp 208.823.203	Rp 211.653.807	1%	0%			
Sloof	Rp 147.148.609	Rp 111.908.997	Rp 147.148.609	31%	0%			
Balok	Rp 265.796.173	Rp 165.494.729	Rp 265.796.173	61%	0%			
Pelat Lantai	Rp 270.501.374	Rp 208.463.138	Rp 270.501.374	30%	0%			
Ring Balk	Rp 132.438.338	Rp 121.132.101	Rp 132.438.338	9%	0%			
Total	Rp 1.494.517.384	Rp 1.297.208.667	Rp 1.494.517.384	15%	0%			

Untuk pekerjaan beton, biaya berdasarkan BIM 5D sebesar Rp761.135.014, sedangkan RAB konsultan sebesar Rp756.368.864. Selisih sebesar Rp4.766.150 atau sekitar 1% menunjukkan bahwa kedua pendekatan relatif berdekatan pada komponen beton. Pada pekerjaan pembesian, biaya BIM 5D sebesar Rp1.494.517.384 dibandingkan Rp1.297.208.667 pada RAB, sehingga terdapat selisih Rp197.308.717 atau sekitar 15%. Perbedaan ini konsisten dengan selisih kuantitas baja karena penyesuaian detail penulangan menambah panjang batang, kait, overlapping, dan kerapatan sengkang.

Pembahasan Integrasi AHSP, SNI 2847:2019, dan BIM 5D

Integrasi tiga komponen utama penelitian menghasilkan hubungan yang jelas antara kepatuhan teknis dan estimasi biaya. SNI 2847:2019 berfungsi sebagai acuan untuk menentukan detail yang harus dipenuhi, BIM 5D menerjemahkan detail tersebut ke dalam model geometris dan kuantitas, sedangkan AHSP mengubah kuantitas menjadi nilai biaya. Dengan alur tersebut, perubahan teknis pada tulangan dapat ditelusuri hingga dampaknya terhadap anggaran.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perhitungan manual dan BIM 5D memberikan nilai yang sama untuk volume beton dan pembesian setelah detail yang digunakan pada perhitungan manual disamakan dengan model. Hal ini penting sebagai bentuk validasi bahwa perbedaan utama bukan berasal dari perangkat lunak, melainkan dari basis detail yang digunakan. Ketika RAB konsultan dibandingkan dengan basis SNI tersebut, muncul perbedaan 5% pada beton dan 11% pada pembesian.

Pada beton, RAB lebih tinggi daripada BIM. Temuan ini tidak serta-merta berarti RAB tidak akurat karena penelitian tidak mengaudit metode internal penyusunan RAB. Namun, perbedaan 20,00 m³ menunjukkan perlunya pemeriksaan ulang terhadap geometri dan

dasar volume, khususnya pada pedestal. Pada pembesian, RAB justru lebih rendah. Kondisi ini lebih kritis karena kekurangan kuantitas berkaitan dengan detail penyaluran dan kerapatan tulangan yang merupakan bagian dari persyaratan teknis.

Temuan tersebut sejalan dengan kajian Arditya *et al.* (2024), Laorent *et al.* (2019), Wiranti *et al.* (2022), serta Jonathan dan Anondho (2021) yang menempatkan BIM sebagai alat yang mampu meningkatkan keterlacakan proses *quantity take-off* (QTO) melalui model tiga dimensi. Studi Al Amin *et al.* (2025) juga menunjukkan penggunaan BIM untuk estimasi biaya struktur, sedangkan Rahman (2022) dan Antonius (2020) menekankan pentingnya detail penulangan dalam penerapan SNI 2847:2019. Dengan demikian, hasil penelitian memperkuat bahwa BIM 5D tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi, tetapi juga sebagai media integrasi antara detail desain, kuantitas, dan biaya (Al Amin *et al.*, 2025; Arditya *et al.*, 2024; Jonathan & Anondho, 2021; Laorent *et al.*, 2019; Wiranti *et al.*, 2022).

Dari sisi praktis, audit sebaiknya dilakukan sebelum dokumen lelang atau RAB ditetapkan. Pemodelan dapat digunakan untuk memeriksa konsistensi geometri, jumlah tulangan, spasi, panjang sambungan, dan kait. Jika ditemukan perbedaan, perubahan dapat diperbaiki pada model dan dihitung kembali sebelum menjadi dasar pengadaan material. Pendekatan ini membantu mengurangi risiko underbudgeting pada pembesian sekaligus menghindari overestimation pada volume beton.

4. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa beberapa detail penulangan pada gambar perencanaan dan RAB konsultan belum sepenuhnya memenuhi parameter audit SNI 2847:2019, terutama pada pedestal, balok, dan sloof. Setelah dilakukan penyesuaian detail penulangan dan pemodelan ulang menggunakan Autodesk Revit 2024, seluruh parameter yang diaudit dinyatakan sesuai dengan ketentuan yang digunakan dalam penelitian.

Perbandingan kuantitas menunjukkan bahwa volume beton BIM 5D dan perhitungan manual sama-sama sebesar 420,50 m³, sedangkan RAB konsultan sebesar 440,50 m³ sehingga terdapat selisih 20,00 m³ atau 5%. Untuk pembesian, BIM 5D dan perhitungan manual menghasilkan 74.993,00 kg, sedangkan RAB konsultan sebesar 67.833,50 kg dengan selisih 7.159,50 kg atau 11%. Deviasi pembesian terbesar ditemukan pada pedestal sebesar 40%, balok 43%, dan sloof 27%.

Estimasi biaya berdasarkan BIM 5D dan AHSP Tahun 2024 menghasilkan biaya beton Rp761.135.014 dan biaya pembesian Rp1.494.517.384. RAB konsultan mencatat

Rp756.368.864 untuk beton dan Rp1.297.208.667 untuk pembesian. Selisih biaya beton sebesar Rp4.766.150 atau sekitar 1%, sedangkan selisih biaya pembesian sebesar Rp197.308.717 atau sekitar 15%. Perbedaan tersebut terutama berkaitan dengan perubahan kuantitas akibat penyesuaian detail penulangan terhadap SNI 2847:2019.

Secara keseluruhan, integrasi SNI 2847:2019, BIM 5D Autodesk Revit 2024, dan AHSP Tahun 2024 menghasilkan alur estimasi yang lebih terstruktur dan dapat ditelusuri. BIM 5D memberikan representasi geometris dan kuantitas yang konsisten dengan perhitungan manual, sementara audit SNI memastikan bahwa detail yang dimodelkan memiliki dasar teknis yang jelas.

DAFTAR REFERENSI

- Al Amin, A., Apriliano, D. D., & Imron, I. (2025). Penerapan Building Information Modelling (BIM) untuk estimasi biaya pekerjaan struktur bangunan rumah tinggal 1 lantai di daerah Halim Jakarta Timur. *Journal of Accounting Law Communication and Technology*, 2(1), 9–16. <https://doi.org/10.57235/jalakotek.v2i1.3351>
- Alami, N., Aziz, U. A., & Margiarti, D. (2021). Studi komparasi perbandingan rencana anggaran biaya antara metode analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 5(1), 10–19. <https://doi.org/10.37729/suryabeton.v5i1.1104>
- Anggaraini, N. L. (2022). *Perbandingan volume pada pekerjaan struktural dengan Building Information Modeling (Studi kasus: Proyek pembangunan Gedung Laboratorium Terpadu Kampus Sidotopo)* [Skripsi, Universitas Tidar]. Repository Universitas Tidar.
- Antonius. (2021). *Perilaku dasar dan desain beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2019*. Unissula Press.
- Arditya, S., & Wacano, S. (2024). Analisis perbandingan perhitungan quantity take off menggunakan BIM Revit dengan metode konvensional pada struktur atas proyek pembangunan gedung RSPON. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 6(1), 336–343.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Hendra, H., Deni, D., Karsono, B., Olivia, S., & Azhar, A. (2022). Pengenalan peran platform digital BIM (Building Information Modelling) dalam program Autodesk Revit bagi masyarakat pelajar Kota Lhokseumawe. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 2(3), 166–171.
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang antara metode BIM dengan konvensional. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271–280. <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10473>
- Kamaludin, K. (2024). Optimalisasi proses konstruksi gedung bertingkat dengan Building Information Modeling (BIM). *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 19–28. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v10i1.19>

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024). *Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) tahun 2024*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- 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>
- Rahman, S. B. A. (2022). Pengembangan modul prosedur perhitungan kekuatan struktur beton bangunan gedung sederhana menurut SNI 2847:2019. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(1), 43–58. <https://doi.org/10.17509/jptb.v2i1.45974>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.
- Wiranti, F., Nisumanti, S., & Al Qubro, K. (2022). Analisis perhitungan quantity take-off menggunakan Building Information Modeling (BIM) pada proyek Jalan Tol Indralaya–Prabumulih. *Jurnal Rekayasa*, 12(2), 192–202.
- Yudi, A., Ulum, M. S., & Nugroho, M. T. (2020). Perancangan detail engineering design gedung bertingkat berbasis Building Information Modeling (studi kasus: Asrama Institut Teknologi Sumatera). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 00(00), 1–11.