

PERENCANAAN LUAS TULANGAN DAN BIAYA ELEMEN STRUKTUR KONSTRUKSI VILLA SERENITY GIANYAR BERDASARKAN (DIMENSI PENAMPANG BETON, MUTU BETON, DAN MUTU BESI BETON) STRUKTUR EKSISTING

Lutfiatus Sholehah¹, I Nyoman Ardika², Ni Made Sintya Rani³

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

Email korespondensi: lutfiatus.sholehah19@gmail.com

ABSTRACT

Villa Serenity is a villa building that encountered obstacles during its construction phase, resulting in project termination and the building remaining unused. This condition creates the need for an evaluation of the existing structure to assess its feasibility and to formulate a redesign plan that meets strength and safety standards. This study aims to analyze the existing condition of structural elements, evaluate the adequacy of cross-sectional dimensions, concrete strength, and reinforcement steel quality against the design loads, as well as determine the required reinforcement area and construction cost estimation. Primary data were obtained from measurements of structural element dimensions (beams, columns, and slabs) and concrete strength testing using a hammer test, while secondary data included tensile testing of reinforcement steel in the laboratory and the AHSP Gianyar Region for preparing the Bill of Quantities (BoQ). Structural analysis was conducted using SAP2000, with loading based on SNI 1727:2020 and PPIUG 1983, and reinforcement design following SNI 2847:2019. The results show that the existing concrete strength is 17.5 MPa, deformed bar steel has $f_y = 400$ MPa, and plain bar steel has $f_y = 240$ MPa. Several structural elements do not meet the required strength capacity under the design loads, necessitating adjustments to cross-sectional dimensions. The required flexural and shear reinforcement areas vary across borepiles, pilecaps, beams, and columns. The final design was presented in structural drawings, serving as the basis for calculating work volumes and preparing the BoQ, with a total construction cost of structural elements amounting to IDR 2,746,612,000.

Keywords: Evaluation, Structure, SAP2000, BoQ.

ABSTRAK

Villa Serenity merupakan bangunan villa yang pada tahap pelaksanaannya mengalami kendala sehingga proyek konstruksi terhenti dan tidak difungsikan. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan evaluasi terhadap struktur eksisting guna menilai kelayakan dan merumuskan kebutuhan perencanaan ulang agar sesuai standar kekuatan dan keamanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi eksisting elemen struktur, mengevaluasi kecukupan dimensi penampang, mutu beton, dan mutu baja tulangan terhadap beban rencana, serta menentukan kebutuhan luas tulangan dan estimasi biaya konstruksi. Data primer diperoleh dari pengukuran dimensi elemen (balok, kolom, dan pelat) serta pengujian mutu beton dengan hammer test, sedangkan data sekunder berupa uji tarik baja tulangan di laboratorium dan AHSP Wilayah Gianyar untuk penyusunan RAB. Analisis dilakukan dengan pemodelan struktur menggunakan SAP2000, pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020 dan PPIUG 1983, serta perencanaan tulangan berdasarkan SNI 2847:2019.

Selanjutnya disusun gambar rencana struktur, perhitungan volume pekerjaan, serta rencana anggaran biaya (RAB) elemen struktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mutu beton eksisting sebesar 17,5 MPa, baja tulangan ulir $f_y = 400$ MPa, dan baja polos $f_y = 240$ MPa. Sebagian elemen tidak memenuhi kebutuhan kekuatan struktur terhadap beban rencana sehingga diperlukan penyesuaian dimensi penampang. Kebutuhan luas tulangan lentur dan geser bervariasi pada elemen borepile, pilecap, balok, dan kolom. Hasil perencanaan dituangkan dalam gambar struktur, menjadi dasar perhitungan volume pekerjaan, serta penyusunan RAB dengan total biaya konstruksi elemen struktur sebesar Rp 2.746.612.000.

Kata kunci: Evaluasi, Struktur, SAP2000, RAB.

PENDAHULUAN

Kegiatan konstruksi sering menghadapi berbagai kendala teknis maupun nonteknis yang dapat menyebabkan proyek terhenti. Salah satu kasus nyata adalah pembangunan Villa Serenity di Gianyar, Bali, yang tidak terselesaikan hingga akhir sehingga bangunan tidak difungsikan. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan evaluasi terhadap struktur eksisting, baik dari sisi dimensi penampang, mutu material, maupun kapasitas elemen struktur. Evaluasi diperlukan untuk menilai apakah struktur masih dapat digunakan dengan perencanaan ulang, atau justru memerlukan perkuatan tertentu agar memenuhi standar kekuatan dan keamanan.

Penelitian mengenai evaluasi dan perencanaan ulang struktur telah dilakukan sebelumnya. Beberapa studi membahas tentang analisis struktur beton bertulang dengan kondisi eksisting yang diuji menggunakan perangkat lunak struktur seperti SAP2000 [6], serta penelitian mengenai efisiensi penggunaan tulangan berdasarkan standar SNI [7]. Namun, penelitian pada Villa Serenity memiliki konteks berbeda karena objek penelitian berupa bangunan villa yang pembangunannya terhenti, sehingga kondisi eksisting harus dipadukan dengan data lapangan (pengukuran dimensi, hammer test) dan data laboratorium (uji tarik baja tulangan).

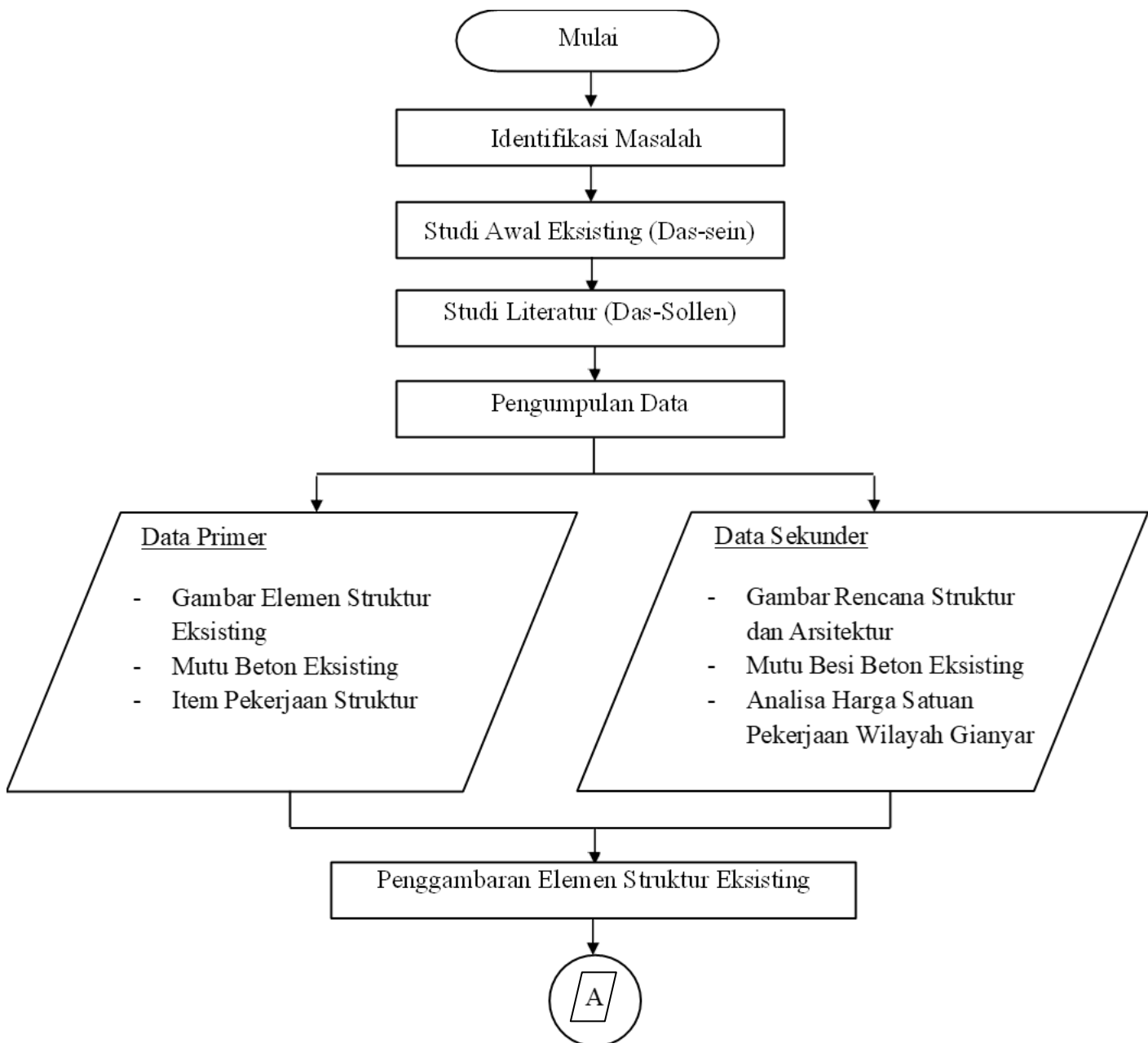
Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi evaluasi struktur eksisting dengan perencanaan luas tulangan dan estimasi biaya konstruksi, menggunakan kombinasi regulasi terbaru (SNI 2847:2019, SNI 1727:2020, SNI 2052:2017) serta PPIUG 1983 sebagai acuan tambahan. Pendekatan ini memberikan gambaran menyeluruh, mulai dari kondisi eksisting, kebutuhan penyesuaian dimensi penampang akibat elemen yang mengalami overstressed, hingga penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

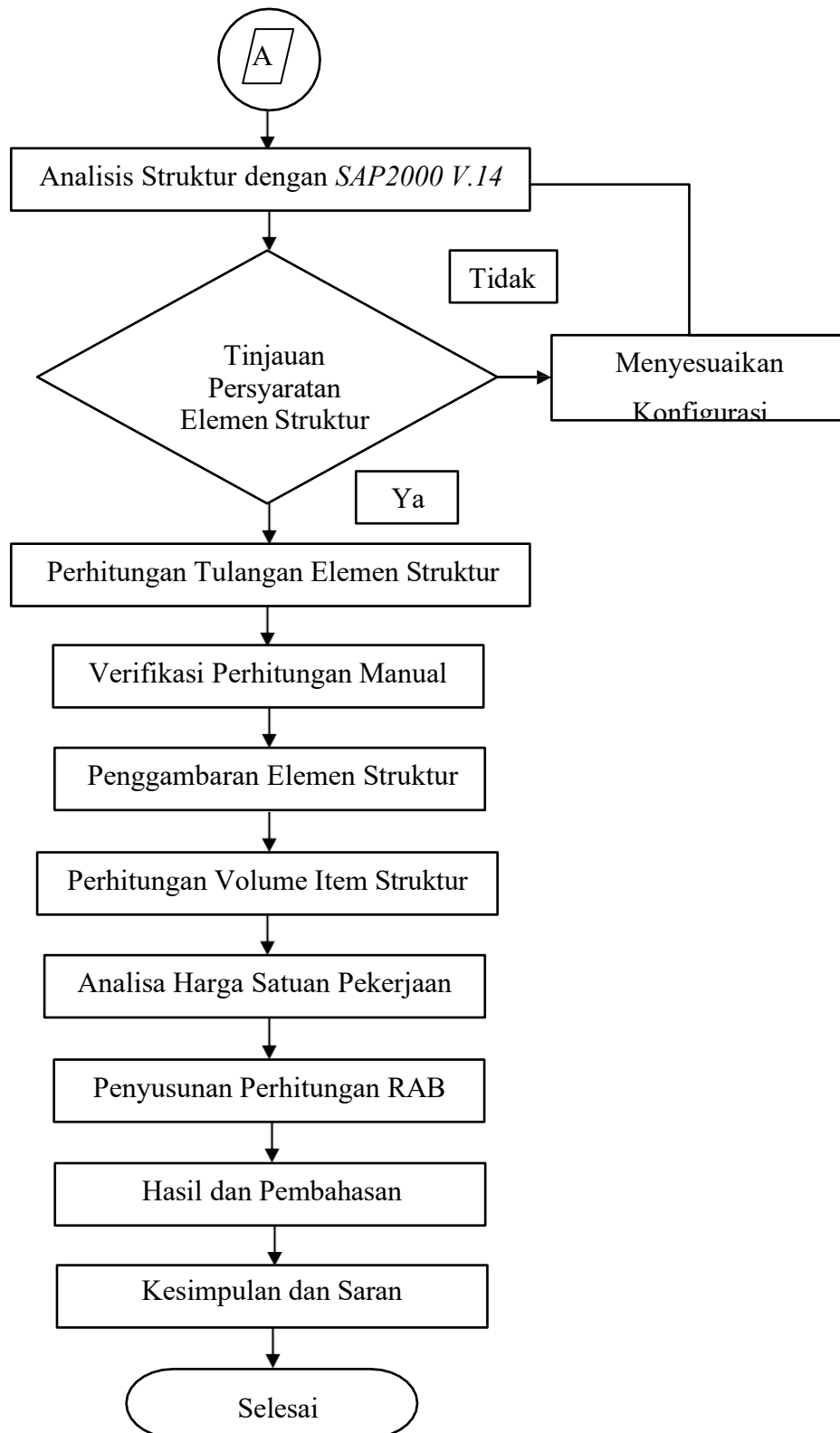
1. Menganalisis kondisi eksisting dimensi penampang, mutu beton, dan mutu baja tulangan pada elemen struktur Villa Serenity.
2. Mengevaluasi apakah kondisi eksisting telah memenuhi kebutuhan kekuatan struktur terhadap beban rencana.
3. Menentukan kebutuhan luas tulangan lentur dan geser pada elemen borepile, pilecap, balok, dan kolom.

4. Menyusun estimasi biaya konstruksi elemen struktur berdasarkan hasil analisis perencanaan ulang.

Untuk menjawab tujuan penelitian tersebut, dilakukan serangkaian tahapan mulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, pemodelan struktur eksisting dengan SAP2000, analisis pembebanan, evaluasi kebutuhan tulangan, hingga penyusunan gambar struktur dan estimasi biaya. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1-2.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian Lanjutan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bangunan Villa Serenity di Jl. Raya Gelogor, Lodtunduh, Ubud, Gianyar, Bali. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif deskriptif, dengan tahapan berupa pengumpulan data, pemodelan struktur, analisis beban, perencanaan tulangan, dan estimasi biaya.

Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif dengan langkah sebagai berikut:

1. Jenis Data

Data yang digunakan berupa:

- Data primer berupa hasil pengukuran dimensi elemen struktur (balok, kolom, dan pelat) serta pengujian mutu beton menggunakan hammer test.
- Data sekunder berupa hasil uji tarik baja tulangan di laboratorium dan data Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Gianyar 2023 untuk penyusunan rencana anggaran biaya.

2. Teknik Pengumpulan Data

- Survei lapangan untuk mengukur dimensi penampang elemen struktur eksisting.
- Uji laboratorium untuk mendapatkan mutu baja tulangan (f_y).
- Gambar arsitektur dan struktur awal sebagai acuan verifikasi dimensi.
- Data harga satuan dari AHSP Gianyar untuk keperluan estimasi biaya.

3. Alur Analisis

- Pemodelan struktur eksisting dilakukan menggunakan SAP2000.
- Penerapan pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020 & PPIUG 1983.
- Perhitungan kebutuhan tulangan mengacu pada SNI 2847:2019.
- Evaluasi terhadap elemen overstressed dilakukan dengan cara penyesuaian dimensi penampang atau jumlah tulangan.
- Penyusunan gambar rencana struktur berdasarkan hasil perencanaan.
- Perhitungan volume pekerjaan dilanjutkan dengan estimasi biaya RAB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Eksisting

Hasil pengujian menunjukkan mutu beton eksisting sebesar 17,5 MPa, mutu baja tulangan ulir $f_y = 400$ MPa, dan baja polos $f_y = 240$ MPa. Pemodelan SAP2000 mengungkap bahwa sebagian elemen balok dan kolom mengalami kondisi overstressed, khususnya pada tulangan geser. Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian dimensi penampang dan penambahan tulangan agar memenuhi persyaratan kekuatan struktur.

2. Analisis Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dengan SAP2000 menggunakan kombinasi pembebanan sesuai SNI 1727:2020 dan PPIUG 1983. Dari hasil analisis, beberapa elemen balok dan kolom mengalami overstressed (O/S) pada lentur maupun geser. Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian dimensi penampang agar elemen struktur dapat memenuhi syarat kekuatan. Tabel berikut menunjukkan beberapa elemen struktur yang mengalami overstressed dan perubahan dimensi penampang yang dilakukan:

Tabel 1. Perubahan Dimensi Elemen Overstressed

Elemen	Lokasi / Jenis	Dimensi Eksisting	Kondisi O/S Terjadi Pada	Dimensi Baru	Keterangan
S1	Balok Lantai 1	200×400	Tulangan Geser	300×500	Grid 2 dan 3
S1	Balok Lantai 1	200×400	Tulangan Geser	300×550	Grid 2, Unit 5-9
B1	Balok Lantai 2	200×500	Tulangan Geser	300×500	Grid 1, 2, dan 3
B2	Balok Lantai 2	200×400	Tulangan Geser	250×500	Grid A dan L (kantilever)
B3	Balok Lantai 2	200×300	Tulangan Geser	200×400	Unit 11 (kantilever)
B2	Balok Lantai 3	200×400	Tulangan Geser	250×400	Grid 1, 2, dan 3

3. Kebutuhan Tulangan

Berdasarkan keluaran SAP2000 dan verifikasi manual dengan SNI 2847:2019, diperoleh kebutuhan tulangan lentur dan geser pada balok dan kolom. Konfigurasi detail tulangan kemudian disusun untuk kebutuhan rencana struktur.

Tabel 2. Konfigurasi Detail Tulangan Balok

Balok	Daerah	Posisi	Tulangan Lentur	Tulangan Geser
Sloof S1 20/40	Tumpuan	Atas	4 D13	Ø8 - 100
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø8 - 150
		Bawah	4 D13	
Sloof S2 20/30	Tumpuan	Atas	3 D13	Ø8 - 150
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø8 - 150

		Bawah	3 D13	
Sloof S3 30/50	Tumpuan	Atas	4 D16	Ø10 - 140
		Bawah	3 D16	
	Lapangan	Atas	3 D16	Ø10 - 140
		Bawah	4 D16	
Sloof S4 30/55	Tumpuan Kiri	Atas	3 D16	Ø8 - 100
		Bawah	2 D16	
	Lapangan	Atas	2 D16	Ø8 - 250
		Bawah	3 D16	
Balok B1 30/50	Tumpuan	Atas	4 D16	Ø10 - 125
		Bawah	3 D16	
	Lapangan	Atas	3 D16	Ø10 - 125
		Bawah	4 D16	
Balok B2 20/40	Tumpuan	Atas	4 D16	Ø10 - 100
		Bawah	2 D16	
	Lapangan	Atas	3 D16	Ø10 - 125
		Bawah	4 D16	
Balok B2A 20/40	Tumpuan	Atas	2 D13	Ø6 - 150
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø6 - 250
		Bawah	2 D13	
Balok B3 20/30	Tumpuan	Atas	3 D13	Ø8 - 100
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø8 - 100
		Bawah	3 D13	
Balok B4 15/30	Tumpuan	Atas	2 D13	Ø8 - 100
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø8 - 100
		Bawah	2 D13	
Balok B5 20/25	Tumpuan	Atas	2 D13	Ø8 - 125
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø8 - 125
		Bawah	2 D13	
Balok B6 25/40	Tumpuan	Atas	4 D16	Ø10 - 65
		Bawah	3 D16	
	Lapangan	Atas	3 D16	Ø10 - 65
		Bawah	4 D16	
Balok B7 25/50	Tumpuan	Atas	2 D13	Ø8 - 125
		Bawah	2 D13	
	Lapangan	Atas	2 D13	Ø8 - 140
		Bawah	2 D13	

Tabel 3. Konfigurasi Detail Tulangan Kolom

Kolom	Dimensi (cm)	Tulangan Lentur	Tulangan Geser
KP	30/65	10 D16	Ø10 - 150
K1	30/65	10 D16	Ø10 - 125
K2	30/60	10 D16	Ø10 - 100
K3	25/60	8 D16	Ø8 - 100
K4	15/40	10 D13	Ø8 - 140
BP	Ø30	9 D16	Ø8 - 150

4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Hasil perencanaan tulangan yang telah dituangkan dalam gambar struktur digunakan untuk menghitung volume pekerjaan. Volume bekisting, beton, dan tulangan dihitung berdasarkan gambar rencana, kemudian dikalikan dengan harga satuan dari AHSP Gianyar 2024.

Tabel 4. Rekap RAB

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMAH HARGA
A	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	Rp 597.439.478,36
B	PEKERJAAN LANTAI 1	Rp 561.729.872,98
C	PEKERJAAN LANTAI 2	Rp 761.309.780,13
D	PEKERJAAN LANTAI 3 (ROOFTOP)	Rp 661.351.978,35
E	PEKERJAAN ATAP	Rp 164.780.973,90
GRAND TOTAL		Rp 2.746.612.083,71
DIBULATKAN		Rp 2.746.612.000,00
TERBILANG: Dua Miliar Tujuh Ratus Empat Puluh Enam Juta Enam Ratus Dua Belas Ribu Rupiah		

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur eksisting tidak sepenuhnya aman menahan beban rencana. Penyesuaian dimensi penampang menjadi langkah penting untuk memenuhi persyaratan kekuatan. Dengan dimensi baru, kebutuhan luas tulangan dapat dipenuhi dengan konfigurasi yang sesuai standar. Berdasarkan volume pekerjaan dan harga satuan dari AHSP Gianyar, biaya konstruksi elemen struktur ditetapkan sebesar Rp 2.746.612.000. Hasil ini menunjukkan pentingnya evaluasi ulang untuk proyek terhenti sebelum dimanfaatkan kembali.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000, verifikasi perhitungan manual, serta evaluasi dimensi dan biaya, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting elemen struktur Villa Serenity menggunakan beton bertulang dengan dimensi penampang bervariasi, yaitu balok 150×300 mm hingga 300×550 mm, dan kolom 150×400 mm hingga 300×650 mm. Mutu beton berdasarkan hasil uji hammer test adalah $f'_c = 17,5$ MPa, sedangkan hasil yang diperoleh dari uji laboratorium untuk mutu baja tulangan ulir dengan kuat leleh $f_y = 400$ MPa dan mutu baja tulangan polos dengan kuat leleh $f_y = 240$ MPa. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, bahwa tidak seluruh dimensi penampang eksisting mampu memenuhi kebutuhan kekuatan struktur. Beberapa elemen balok dengan dimensi relatif kecil mengalami kondisi overstressed, terutama pada kebutuhan tulangan geser. Sedangkan pada mutu beton dan mutu baja tulangan eksisting telah memenuhi kebutuhan struktur sesuai beban rencana.
2. Kebutuhan luas tulangan lentur dan geser diperoleh secara bervariasi pada borepile, pilecap, balok, dan kolom.
3. Total biaya konstruksi elemen struktur berdasarkan perencanaan ulang adalah Rp 2.746.612.000.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019)*. Jakarta: BSN, 2019.
- [2] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Baja Tulangan Beton (SNI 2052:2017)*. Jakarta: BSN, 2017.
- [3] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020)*. Jakarta: BSN, 2020.
- [4] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta: BSN, 2019.
- [5] Departemen Pekerjaan Umum, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)*. Jakarta: Departemen PU, 1983.

- [6] I. Astuti dan A. Pratama, “Analisis Kekuatan Struktur Beton Bertulang Menggunakan SAP2000 pada Bangunan Eksisting,” *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 22, no. 1, pp. 45–54, 2020.
- [7] B. Putra, “Evaluasi Efisiensi Penggunaan Tulangan Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2019,” *Jurnal Konstruksi Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 87–96, 2021.
- [8] Pemerintah Kabupaten Gianyar, *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Gianyar 2023*. Gianyar: Dinas PUPR, 2023.