

EVALUASI KELAYAKAN DIMENSI DAN BIAYA ELEMEN STRUKTUR ATAS BETON BERDASARKAN MUTU MATERIAL EKSISTING (Studi Kasus: Konstruksi Villa Serenity Ubud, Gianyar)

Putu Agus Krisna Andi Pratama⁽¹⁾, I Gede Sastra Wibawa⁽²⁾, I Nyoman Ardika⁽³⁾

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: aguskrisna2003@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to evaluate the feasibility of cross-sectional dimensions and structural costs of reinforced concrete elements in the Villa Serenity construction project based on the existing quality of materials. The evaluated elements include tie beams, columns, and beams, which act as the main load-bearing components resisting gravity and seismic actions. The in-situ concrete strength was assessed using the rebound hammer test, while the quality of reinforcing steel was determined through laboratory tensile tests, and then checked against the requirements of SNI 2847-2019 and SNI 2052-2017. Structural modeling and internal force analysis were carried out in SAP2000 using load combinations in accordance with SNI 1727-2020 and SNI 1726-2019. Structural adequacy was evaluated by comparing the nominal flexural, shear, and axial capacities of each section with the corresponding design internal forces. The results indicate that several tie beams, columns, and beams, particularly on the upper floors, do not satisfy the required design capacity because the actual concrete and steel strengths are lower than the design specifications. These inadequate elements are recommended to be modified through enlargement of cross-sectional dimensions and adjustment of reinforcement details so that the required strength criteria are fulfilled. A structural Cost Budget Plan (RAB) was then prepared based on the revised work volumes and the 2025 Analysis of Unit Prices (AHSP) for Gianyar Regency, resulting in a total estimated structural cost of approximately IDR 3,173,794,000.00. The findings highlight the importance of verifying existing material properties and re-evaluating section dimensions before continuing construction, and demonstrate that field-based evaluation supports the application of value engineering to achieve safer and more economical structural designs.

Keywords: Structural evaluation, Cross-sectional dimensions, Concrete strength, Reinforcing steel, SAP2000, Cost estimate

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kelayakan dimensi penampang dan biaya elemen struktur beton bertulang pada konstruksi Villa Serenity berdasarkan mutu material eksisting. Elemen yang dikaji meliputi sloof, kolom, dan balok sebagai struktur utama pemikul beban gravitasi dan beban gempa. Mutu beton eksisting ditentukan melalui pengujian rebound hammer, sedangkan mutu baja tulangan diperoleh dari uji tarik di laboratorium, kemudian dianalisis dengan acuan SNI 2847-2019 dan SNI 2052-2017. Pemodelan dan analisis gaya dalam dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan kombinasi pembebanan sesuai SNI 1727-2020 dan SNI 1726-2019. Kelayakan struktur dinilai berdasarkan perbandingan antara kapasitas nominal penampang (lentur, geser, dan tekan aksial) dengan gaya dalam rencana pada masing-masing elemen. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa sloof, kolom, dan balok, terutama pada lantai atas, tidak memenuhi kapasitas rencana akibat mutu beton dan baja eksisting yang lebih rendah dari spesifikasi desain. Elemen-elemen tersebut direkomendasikan untuk dimodifikasi melalui pembesaran dimensi penampang dan

penyesuaian tulangan agar memenuhi persyaratan kekuatan. Rencana Anggaran Biaya (RAB) struktur disusun berdasarkan volume pekerjaan hasil desain evaluasi dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Gianyar tahun 2025, sehingga diperoleh total estimasi biaya struktur sekitar Rp3.173.794.000,00. Temuan ini menegaskan pentingnya verifikasi mutu material eksisting dan evaluasi ulang dimensi penampang sebelum pelaksanaan lanjutan, serta menunjukkan bahwa pendekatan berbasis data lapangan dapat mendukung penerapan value engineering untuk menghasilkan desain struktur yang lebih aman dan ekonomis

Kata Kunci: Evaluasi struktur, Dimensi penampang, Mutu beton, Mutu baja tulangan, SAP2000, RAB

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan struktur bangunan gedung, elemen-elemen utama seperti balok, kolom, dan pondasi berperan sebagai sistem pemikul beban yang mendistribusikan seluruh gaya yang bekerja hingga ke lapisan tanah pendukung. Dimensi penampang dari setiap elemen sangat menentukan kemampuan struktur dalam menahan gaya-gaya dalam yang timbul akibat beban mati, beban hidup, serta beban gempa [1]. Penentuan dimensi penampang pada elemen struktur umumnya diawali dengan pendekatan empiris atau berdasarkan pedoman praktis yang telah teruji di lapangan. Selanjutnya, dimensi tersebut dikaji dan dikonfirmasi kembali melalui proses analisis struktural dan perhitungan teknis untuk memastikan bahwa elemen-elemen tersebut mampu memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas sesuai standar yang berlaku [2]. Bangunan gedung dengan struktur beton bertulang memiliki elemen penting seperti kolom, balok, dan pondasi yang berfungsi menyalurkan beban ke tanah. Mutu material yang menyimpang dari spesifikasi dapat mengurangi kapasitas struktur dan membahayakan keselamatan. Penelitian terdahulu menunjukkan mutu material yang lebih rendah dari rencana dapat menurunkan kapasitas lentur dan memerlukan tindakan perkuatan.

Kualitas material struktur, khususnya beton dan baja tulangan, memegang peranan penting dalam menentukan kekuatan, stabilitas, dan keandalan keseluruhan sistem struktur bangunan. Ketepatan mutu material ini akan berpengaruh langsung terhadap kinerja elemen-elemen struktur dalam menahan beban dan mempertahankan integritas bangunan sepanjang umur layanannya [3]. Oleh karena itu, pelaksanaan evaluasi terhadap struktur bangunan yang telah berdiri maupun yang sedang dalam tahap pembangunan menjadi sangat krusial, terutama pada bangunan hunian seperti Villa Serenity yang dirancang untuk memikul beban mati dan beban hidup tertentu. Evaluasi struktur merupakan tahapan penting yang tidak hanya menilai kondisi aktual struktur, tetapi juga memberikan dasar untuk rekomendasi teknis terhadap perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan [4].

Penelitian ini menggabungkan evaluasi kelayakan dimensi penampang dan estimasi biaya struktur berbasis mutu eksisting yang diperoleh dari pengujian lapangan dan laboratorium dengan pemodelan beban sesuai SNI terbaru, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan teknis sekaligus efisiensi biaya.

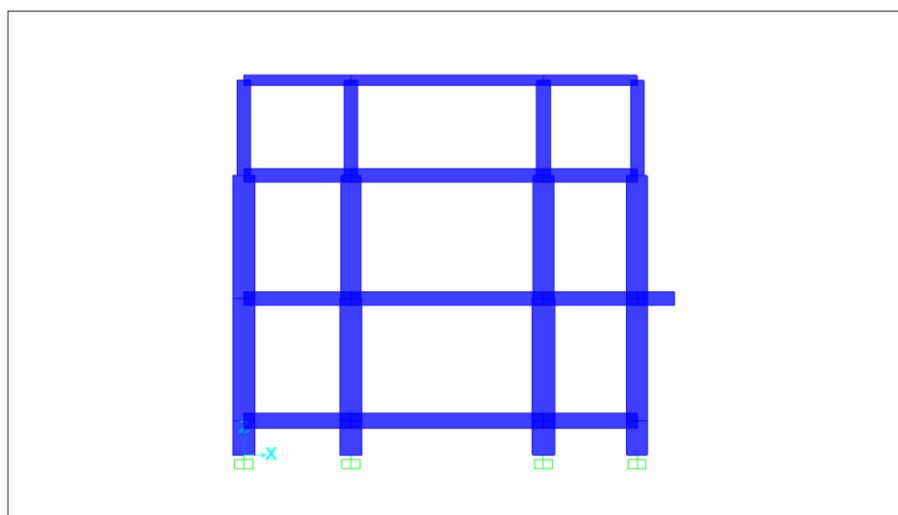
METODE PENELITIAN

Penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analitis, yang diaplikasikan dalam bentuk studi kasus pada bangunan *Villa serenity*. Penelitian kuantitatif digunakan karena data-data yang dianalisis bersifat numerik dan terukur, seperti nilai kuat tekan beton, tegangan leleh baja tulangan, dimensi penampang elemen struktur, serta hasil perhitungan gaya dalam dari perangkat lunak analisis struktur (SAP2000). Melalui pendekatan ini, hasil evaluasi terhadap kapasitas penampang elemen struktur dapat dinyatakan secara objektif dan presisi berdasarkan kaidah perhitungan teknik sipil. Pendekatan deskriptif analitis dipilih karena penelitian ini tidak hanya menyajikan data hasil uji mutu beton dan baja, tetapi juga menganalisis data tersebut untuk mengevaluasi apakah dimensi penampang eksisting memenuhi persyaratan kekuatan struktur menurut SNI yang berlaku. Proses analitis dilakukan melalui perbandingan antara kapasitas nominal (ϕM_n , ϕP_n , ϕV_n) hasil perhitungan terhadap beban rencana (M_u , P_u , V_u) berdasarkan kombinasi pembebanan. Dengan demikian, diperoleh evaluasi teknis terhadap kondisi layak atau tidak layaknya setiap elemen struktur.

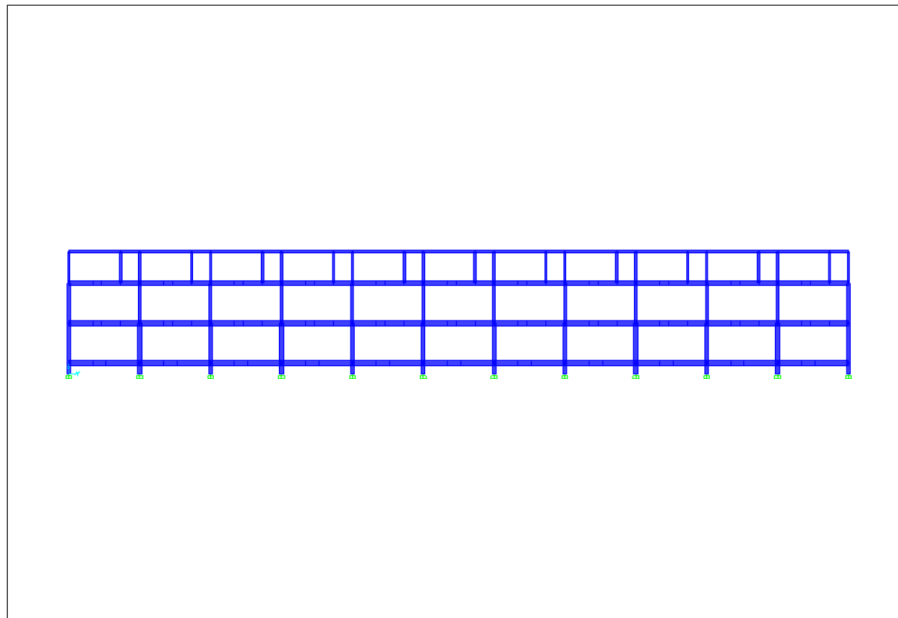
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Struktur

Proses analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak *SAP2000*, yang bekerja berdasarkan metode elemen hingga (*Finite Element Method*). Aplikasi ini dimanfaatkan untuk menganalisis dan merancang struktur bangunan dengan mempertimbangkan parameter-parameter aktual, seperti mutu beton dan baja tulangan yang diperoleh dari kondisi eksisting di lapangan.



Gambar 1. Portal Arah X



Gambar 2. Portal Arah Y

Gaya Dalam Hasil Analisis

Setelah pemodelan dan analisis selesai, SAP 2000 menghasilkan data gaya dalam struktur seperti:

1. Gaya Momen Lentur (M_u)

Momen lentur merupakan besaran gaya yang menyebabkan terjadinya pembengkokan pada elemen struktur, seperti balok. Momen lentur umumnya dinyatakan sebagai M_u (*Momen Ultimate*), yaitu nilai momen maksimum yang timbul akibat kombinasi beban yang bekerja pada elemen struktur.

2. Gaya Geser (V_u)

Gaya geser (V_u) merupakan gaya internal yang bekerja sejajar terhadap penampang melintang suatu elemen struktur, seperti balok, kolom, atau pelat, dan cenderung menyebabkan pergeseran antara satu bagian elemen terhadap bagian lainnya.

3. Gaya Aksial (P_u)

Gaya aksial (P_u) adalah gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu longitudinal (memanjang) dari suatu elemen struktur seperti kolom, dinding.

Perhitungan Besi Tulangan

Setelah mendapatkan hasil gaya dalam melalui *software* SAP2000 selanjutnya memperhitungkan tulangan penampang elemen struktur seperti sloof, kolom, dan balok.

Perhitungan perhitungan tulangan kolom, digunakan batang baja tulangan berprofil ulir sebagai tulangan longitudinal (tulangan lentur), dengan diameter masing-masing 16 mm dan 13 mm. Sementara itu, untuk tulangan transversal (tulangan geser), digunakan baja tulangan polos dengan diameter 8 mm dan 6 mm. Rekapitulasi hasil perhitungan kebutuhan tulangan lentur dan tulangan geser, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Perhitungan Tulangan Utama *Column*

Nama	Daerah	AS Perlu (mm ²)	Ø Tul (mm)	AS 1 Tul (mm ²)	Jumlah tul (btg)	AS Pakai (btg)	Dipasang	Kontrol
Id : 151 Kolom K1 35x65	Tul.Pa Tum	2275	16	201.06	12	2412.74	12 D16	OK
	Tul.Pa Lap	2275	16	201.06	12	2412.74	12 D16	OK
Id : 152 Kolom K2 35x60	Tul.Pa Tum	2100	16	201.06	12	2412.74	12 D16	OK
	Tul.Pa Lap	2100	16	201.06	12	2412.74	12 D16	OK
Id : 258 Kolom K3 30x55	Tul.Pa Tum	1968	16	201.06	10	2010.62	10 D16	OK
	Tul.Pa Lap	1968	16	201.06	10	2010.62	10 D16	OK
Id : 505 Kolom K4 25x35	Tul.Pa Tum	800	13	132.73	8	1061.86	8 D13	OK
	Tul.Pa Lap	800	13	132.73	8	1061.86	8 D13	OK

Tabel 2. Perhitungan Tulangan Geser *Column*

Id Frame & Nama	Daerah	Luas Tul Geser	Jumlah Tu.Gs dlm 1 m	Dibulatkan	Jarak Tu.Gs (mm)	Jarak Dibulatkan (mm)	Jumlah Kaki Tu.Gs&Diameter
Id : 151 Kolom K1 35x65	Tum. Kiri	934	9.291	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	934	9.291	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	934	9.291	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 152 Kolom K2 35x60	Tum. Kiri	862	8.574	9	111.11	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	862	8.574	9	111.11	100.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	862	8.574	9	111.11	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 258 Kolom K3 30x55	Tum. Kiri	943	9.380	10	100.00	150.00	2 Kaki Ø8
	Lap	943	9.380	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	943	9.380	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 505 Kolom K4 25x35	Tum. Kiri	575	5.720	6	166.67	150.00	2 Kaki Ø8
	Lap	575	5.720	6	166.67	150.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	575	5.720	6	166.67	150.00	2 Kaki Ø8

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas, didapatkan hasil perhitungan tulangan dan diameter tulangan terpasang yang dapat dilihat pada tabel 1. dan tabel 2. Perhitungan tulangan sloof dan balok, digunakan batang baja tulangan berprofil ulir sebagai tulangan longitudinal (tulangan lentur), dengan diameter masing-masing 16 mm dan 13 mm. Sementara itu, untuk tulangan transversal (tulangan geser), digunakan baja tulangan polos dengan diameter 8 mm dan 6 mm. Rekapitulasi hasil perhitungan kebutuhan tulangan lentur dan tulangan geser, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 3. Perhitungan Tulangan Utama *Sloof & Beam*

Nama	Daerah	AS Perlu (mm ²)	Ø Tul (mm)	AS 1 Tul (mm ²)	Jumlah tul (btg)	AS Pakai (btg)	Dipasang	Kontrol
Id :760 Sloof S1 35x45	Tul.Pa Atas	1058	16	201.06	6	1206.37	5 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	507	16	201.06	3	603.19	3 D16	OK
Id :87 Sloof S2 20x30	Tul.Pa Atas	371	16	201.06	3	603.19	4 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	367	16	201.06	2	402.12	3 D16	OK
Id :652 Balok B1 25x50	Tul.Pa Atas	911	16	201.06	5	1005.31	4 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	455	16	201.06	3	603.19	3 D16	OK
Id :574 Balok B1' 30x50	Tul.Pa Atas	1002	16	201.06	5	1005.31	6 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	486	16	201.06	3	603.19	3 D16	OK
Id :773 Balok B2 25x40	Tul.Pa Atas	974	16	201.06	5	1005.31	6 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	447	16	201.06	3	603.19	3 D16	OK
Id :803 Balok B2' 30x40	Tul.Pa Atas	871	16	201.06	5	1005.31	4 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	410	16	201.06	3	603.19	5 D16	OK
Id :13 Balok B3 20x30	Tul.Pa Atas	206	16	201.06	4	804.25	4 D16	OK
	Tul.Pa Bawah	191	16	201.06	2	402.12	2 D16	OK
Id :312 Balok B4 15x30	Tul.Pa Atas	241	13	132.73	4	530.93	2 D13	OK
	Tul.Pa Bawah	147	13	132.73	2	265.46	2 D13	OK
Id :545 Balok B5 20x25	Tul.Pa Atas	212	13	132.73	3	398.20	2 D13	OK
	Tul.Pa Bawah	152	13	132.73	2	265.46	2 D13	OK

Tabel 4. Perhitungan Tulangan Geser *Sloof & Beam*

Id Frame & Nama	Daerah	Luas Tul Geser	Jumlah Tu.Gs dlm 1 m	Dibulatkan	Jarak Tu.Gs (mm)	Jarak Dibulatkan (mm)	Jumlah Kaki Tu.Gs&Diameter
Id :760 Sloof S1 35x45	Tum. Kiri	1585	10.090	11	90.91	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	1466	9.333	10	100.00	150.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	1397	8.894	9	111.11	100.00	2 Kaki Ø8
Id :87 Sloof S2 20x30	Tum. Kiri	187	2.205	3	333.33	250.00	2 Kaki Ø6
	Lap	0	0.000	0	0.00	100.00	2 Kaki Ø6
	Tum. Kanan	189	2.228	3	333.33	250.00	2 Kaki Ø6
Id :652 B1 25x50	Tum. Kiri	1273	8.104	9	111.11	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	1279	8.142	9	111.11	100.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	1443	9.186	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 574 B1' 30x50	Tum. Kiri	1423	9.059	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	1451	9.237	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	1491	9.492	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 1360 B2 25x40	Tum. Kiri	2340	9.931	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	2553	10.835	11	90.91	150.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	2611	11.081	12	83.33	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 437 B2' 30x40	Tum. Kiri	2363	10.029	11	90.91	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	2576	10.933	11	90.91	100.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	2633	11.175	12	83.33	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 1385 B3 20x30	Tum. Kiri	95	1.120	2	500.00	250.00	2 Kaki Ø6
	Lap	0	0.000	0	0.00	100.00	2 Kaki Ø6
	Tum. Kanan	218	2.570	3	333.33	250.00	2 Kaki Ø6
Id : 545 B5 20x25	Tum. Kiri	420	4.178	5	200.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	616	6.127	7	142.86	150.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	664	6.605	7	142.86	100.00	2 Kaki Ø8
Id : 661 B4 15x30	Tum. Kiri	921	9.161	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8
	Lap	987	9.818	10	100.00	150.00	2 Kaki Ø8
	Tum. Kanan	996	9.907	10	100.00	100.00	2 Kaki Ø8

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas, didapatkan hasil perhitungan tulangan dan diameter tulangan terpasang yang dapat dilihat pada tabel 3. dan tabel 4.

Rekapitulasi Dimensi Penampang Elemen Struktur

Hasil analisis terhadap elemen struktur beton bertulang pada bangunan Villa Serenity menghasilkan informasi mengenai dimensi penampang serta jumlah tulangan yang digunakan pada setiap elemen struktur, yang mencakup sloof, kolom, balok. Rekapitulasi hasil analisis ini mencerminkan kondisi aktual elemen-elemen struktur, baik dari segi ukuran maupun jumlah tulangan terpasang, dan disajikan secara rinci pada tabel berikut:

Tabel 5. Dimensi Penampang *Column*

Kode	Dimensi Penampang		Tulangan Utama & Diameter	Jumlah Kaki Tu.Gs & Diameter
	b	h		
K1	35	65	12 D16	2 Kaki Ø8
			12 D16	2 Kaki Ø8
K2	35	60	12 D16	2 Kaki Ø6
			12 D16	2 Kaki Ø6
K3	25	60	10 D16	2 Kaki Ø8
			10 D16	2 Kaki Ø8
K4	25	35	8 D13	2 Kaki Ø8
			8 D13	2 Kaki Ø8

Tabel 6. Dimensi Penampang *Sloof & Beam*

Kode	Dimensi Penampang		Tulangan Utama & Diameter	Jumlah Kaki Tu.Gs & Diameter
	b	h		
S1	35	45	5 D16	2 Kaki Ø8
			3 D16	2 Kaki Ø8
S2	20	30	4 D16	2 Kaki Ø6
			3 D16	2 Kaki Ø6
B1	25	50	4 D16	2 Kaki Ø8
			3 D16	2 Kaki Ø8
B1'	30	50	6 D16	2 Kaki Ø8
			3 D16	2 Kaki Ø8
B2	25	40	6 D16	2 Kaki Ø8
			3 D16	2 Kaki Ø8
B2'	30	40	4 D16	2 Kaki Ø8
			5 D16	2 Kaki Ø8
B3	20	30	4 D16	2 Kaki Ø6
			2 D16	2 Kaki Ø6
B4	15	30	2 D13	2 Kaki Ø8
			2 D13	2 Kaki Ø8
B5	20	25	2 D13	2 Kaki Ø8
			2 D13	2 Kaki Ø8

Berdasarkan rekapitulasi pada tabel diatas, didapatkan hasil dimensi penampang dan diameter tulangan terpasang yang dapat dilihat pada tabel 5. dan tabel 6.

Perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Elemen Struktur

Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan struktur berdasarkan hasil evaluasi kelayakan dimensi penampang elemen struktur pada bangunan *Villa Serenity*. Penyusunan RAB memperhitungkan volume pekerjaan aktual berdasarkan data eksisting, termasuk kondisi mutu beton dan baja tulangan yang telah dievaluasi, serta mempertimbangkan komponen biaya tambahan bila terdapat elemen struktur yang tidak layak dan memerlukan perkuatan atau penggantian.

Adapun rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Gianyar Provinsi Bali pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Elemen Struktur

REKAPAN RAB (RENCANA ANGGARAN BIAYA)
PEKERJAAN: KONSTRUKSI VILLA SERENITY
Lokasi: Jl Raya Gelogor, Lodontuh Ubud, Kabupaten Gianyar, Bali

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	Rp 678,154,694.94
2	PEKERJAAN STRUKTUR LT 1	Rp 589,247,458.79
3	PEKERJAAN STRUKTUR LT 2	Rp 893,719,270.68
4	PEKERJAAN STRUKTUR LT 3	Rp 1,012,673,379.31
	TOTAL	Rp 3,173,794,803.72
	DIBULATKAN	Rp 3,173,794,000.00
TERBILANG: Tiga Miliar Seratus Tujuh Puluh Tiga Juta Tujuh Ratus Sembilan Puluh Empat Ribu Rupiah		

Berdasarkan rekapitulasi pada tabel diatas, didapatkan RAB yang diperoleh untuk pekerjaan struktur beton bertulang Villa Serenity yaitu sebesar RP. 3,173,794,000.00 (Terbilang: Tiga Miliar Seratus Tujuh Puluh Tiga Juta Tujuh Ratus Sembilan Puluh Empat Ribu Rupiah).

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa sebagian elemen struktur utama pada konstruksi Villa Serenity, yaitu sloof, kolom, dan balok, tidak sepenuhnya memenuhi persyaratan kapasitas berdasarkan SNI

2847-2019 ketika dianalisis menggunakan mutu beton dan mutu baja tulangan eksisting hasil uji lapangan dan laboratorium. Hal ini terutama terjadi pada elemen-elemen di lantai 2 dan 3, yang menunjukkan kapasitas lentur, geser, atau tekan aksial lebih rendah dibanding gaya dalam rencana, sehingga berpotensi menurunkan tingkat keamanan dan kinerja struktur jika dibiarkan tanpa penyesuaian desain. Untuk mengatasi ketidaksesuaian tersebut, solusi teknis yang direkomendasikan bukan melalui peningkatan mutu material, melainkan melalui modifikasi desain berupa pembesaran dimensi penampang dan penyesuaian detail tulangan pada elemen-elemen yang mengalami over stress, sehingga seluruh elemen dapat memenuhi batas kekuatan yang dipersyaratkan.

Evaluasi biaya menunjukkan bahwa penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) setelah koreksi dimensi penampang dan tulangan, dengan mengacu pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Gianyar tahun 2025, menghasilkan estimasi total biaya pekerjaan struktur sebesar kurang lebih Rp 3.173.794.000,00. Nilai ini mencerminkan kebutuhan biaya aktual untuk mewujudkan struktur yang memenuhi standar kekuatan dengan mempertimbangkan mutu material eksisting di lapangan. Hasil penelitian menegaskan pentingnya verifikasi mutu beton dan baja tulangan eksisting sebelum melanjutkan pekerjaan struktur lanjutan, karena penyimpangan mutu terhadap spesifikasi desain dapat berdampak langsung pada kelayakan dimensi penampang, kebutuhan perkuatan, serta besaran biaya konstruksi. Pendekatan berbasis data lapangan ini mendukung penerapan prinsip value engineering dalam perencanaan struktur beton bertulang, sehingga desain akhir lebih aman, ekonomis, dan sesuai kondisi nyata proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Martinus and S. T. Fau, “Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Beton Bertulang Dengan SNI 1726 & SNI 2847:2019,” 2019.
- [2] S. P. Collins *et al.*, *struktur beton*. 2021.
- [3] L. N. S. Simbolon, “Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat,” *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 5, no. 2, pp. 147–160, 2021, doi: 10.12962/j26151847.v5i2.14501.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.