

SKRIPSI
PERENCANAAN LUAS TULANGAN DAN BIAYA ELEMEN
STRUKTUR KONSTRUKSI VILLA SERENITY GIANYAR
Berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu Beton, dan Mutu Besi
Beton) Struktur Eksisting



POLITEKNIK NEGERI BALI

OLEH:
LUTFIATUS SHOLEHAH
2015124002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI
2025

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI**

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361) 701981 | Fax. 701128 | Laman. <https://www.pnb.ac.id> | Email. poltek@pnb.ac.id

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing 1 Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Lutfiatus Sholehah
NIM : 2015124002
Program Studi : Manajemen Proyek Konstruksi
Judul Skripsi : Perencanaan Luas Tulangan dan Biaya Elemen Struktur Konstruksi Villa Serenity berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu Beton, dan Mutu Besi Beton) Struktur Eksisting

Telah diperiksa ulang dan dinyatakan selesai serta dapat diajukan dalam ujian Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 29 Agustus 2025

Dosen Pembimbing 1



I Nyoman Ardika, ST.,M.T

NIP. 196809071994031003

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BALI**

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80364
Telp. (0361) 701981 | Fax. 701128 | Laman. <https://www.pnb.ac.id> | Email. poltek@pnb.ac.id

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing 2 Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Lutfiatus Sholehah
NIM : 2015124002
Program Studi : Manajemen Proyek Konstruksi
Judul Skripsi : Perencanaan Luas Tulangan dan Biaya Elemen Struktur Konstruksi Villa Serenity berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu Beton, dan Mutu Besi Beton) Struktur Eksisting

Telah diperiksa ulang dan dinyatakan selesai serta dapat diajukan dalam ujian Skripsi Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 28 Agustus 2025

Dosen Pembimbing 2



Ni Made Sintya Rani, S.T.,M.T

NIP. 199001172019032012



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BALI

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364

Telp. (0361) 701981 (hunting) Fax. 701128

Laman: www.pnb.ac.id Email: poltek@pnb.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERENCANAAN LUAS TULANGAN DAN BIAYA ELEMEN STRUKTUR KONSTRUKSI VILLA SERENITY GIANYAR

Berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu Beton, dan Mutu Besi
Beton) Struktur Eksisting

Oleh:

Lutfiatas Sholehah

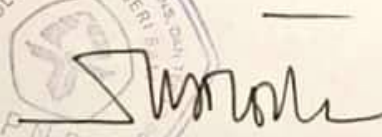
2015124002

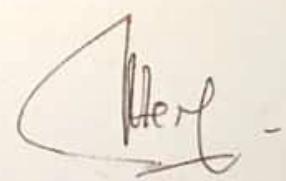
Laporan ini Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Pada
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Bukit Jimbaran, 16 September 2025

Ketua Program Studi S.Tr - MPK,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. I Nyoman Suardika, MT
NIP. 196510261994031001


Dr. Ir. Putu Hermawati, MT
NIP. 196604231995122001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Lutfiatus Sholehah
NIM : 2015124002
Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / Sarjana Terapan Manajemen Proyek
Konstruksi
Tahun Akademik : 2024/2025
Judul : Perencanaan Luas Tulangan dan Biaya Elemen
Struktur Konstruksi Villa Serenity Gianyar
berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu
Beton, dan Mutu Besi Beton) Struktur Eksisting

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul di atas, benar merupakan hasil karya **Asli/Original**.

Demikianlah keterangan ini saya buat dan apabila ada kesalahan dikemudian hari, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkannya.

Bukit Jimbaran, 17 September 2025



Lutfiatus Sholehah

**PERENCANAAN LUAS TULANGAN DAN BIAYA ELEMEN
STRUKTUR KONSTRUKSI VILLA SERENITY
Berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu Beton, dan Mutu Besi
Beton) Struktur Eksisting**

Lutfiatus Sholehah

Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Jalan Kampus Bukit Jimbaran,
Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364
Telp. (0361) 701891 Fax. 701128
Email: lutfiatus.sholehah19@gmail.com

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 material dengan *hammer test* untuk beton, 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 kondisi eksisting memiliki dimensi penampang beragam dengan mutu beton sebesar 17,5 MPa, mutu baja tulangan ulir sebesar $f_y = 400$ MPa, dan tulangan polos sebesar $f_y = 240$ MPa. Sebagian elemen tidak memenuhi kebutuhan kekuatan struktur terhadap beban rencana, sehingga dilakukan penyesuaian dimensi penampang untuk mencapai kondisi aman. Kebutuhan luas tulangan lentur dan geser pada borepile, pilecap, balok, dan kolom bervariasi sesuai gaya dalam hasil analisis. Hasil perencanaan dituangkan ke 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.

PLANNING OF REINFORCEMENT AREA AND COST OF STRUCTURAL ELEMENTS OF VILLA SERENITY CONSTRUCTION

***Based On The Existing Structure (Concrete Section Dimensions, Concrete
Strength, and Reinforcing Steel Strength)***

Lutfiatus Sholehah

Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali. Jalan Kampus Bukit Jimbaran,
Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364
Telp. (0361) 701891 Fax. 701128
Email: lutfiatus.sholehah19@gmail.com

ABSTRACT

Villa Serenity is a villa building project that encountered constraints during its construction stage, causing the project to be halted and the building to remain unused. This condition necessitates an evaluation of the existing structure to assess its feasibility and formulate redesign requirements in accordance with applicable strength and safety standards. The aim of this study is to analyze the existing condition of structural elements, evaluate the adequacy of cross-sectional dimensions, concrete strength, and reinforcing steel strength against design loads, as well as determine the required reinforcement area and estimate the structural construction cost. Primary data were obtained from measurements of structural element dimensions (beams, columns, and slabs) and material strength testing using a hammer test for concrete, while secondary data were obtained from laboratory tensile tests for reinforcing steel and the AHSP Gianyar Region for cost estimation. The analysis was carried out by modeling the existing structure using SAP2000, with loading based on SNI 1727:2020 and PPIUG 1983, and reinforcement design according to SNI 2847:2019. The results indicate that the existing structure has varied cross-sectional dimensions with a concrete strength of 17.5 MPa, deformed reinforcement steel strength of $f_y = 400$ MPa, and plain reinforcement steel strength of $f_y = 240$ MPa. Several elements did not meet the required structural capacity under design loads, thus cross-sectional adjustments were made to ensure safety. The required flexural and shear reinforcement areas for borepiles, pilecaps, beams, and columns were found to vary according to internal forces from the analysis. The results were presented in structural drawings, which served as the basis for calculating work volumes and preparing the cost estimation, with the total structural construction cost determined to be IDR 2,746,612,000.

Keywords: Evaluation, Structure, SAP2000, BoQ.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT. Karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“Perencanaan Luas Tulangan dan Biaya Elemen Struktur Konstruksi Villa Serenity Gianyar berdasarkan (Dimensi Penampang Beton, Mutu Beton, dan Mutu Besi Beton) Struktur Eksisting”** dengan baik.

Dalam proses penyusunan proposal ini, penulis mendapatkan bantuan maupun bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.M. eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Adi Suryawan, S.T., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
4. Ibu Dr. Ir. Putu Hermawati, M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan (D4) Manajemen Proyek Konstruksi
5. Bapak I Nyoman Ardika, S.T., M.T. dan Ibu Ni Made Sintya Rani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, motivasi, arahan, petunjuk, kritik, dan saran sejak awal penyusunan hingga selesainya proposal ini.
6. Bapak, Ibu, saudara, dosen dan rekan-rekan penulis yang telah memberikan dukungan, doa dan kasih sayang.

Dengan keterbatasan penulis dalam membuat proposal skripsi ini, maka proposal skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penulis dapat menyempurnakan proposal ini. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih atas perhatiannya dan semoga proposal ini dapat berguna bagi pembaca.

Jimbaran, 29 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	<i>ii</i>
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Struktur Beton Bertulang.....	6
2.2 Landasan Dalam Perencanaan	7
2.2.1 SNI 2847:2019 – Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.	7
2.2.2 SNI 2052:2017 – Baja Tulangan untuk Beton.....	7
2.2.3 SNI 1727:2020 – Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain	7
2.2.4 SNI 1726:2019 – Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung	8
2.2.5 Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)	8
2.3 Mutu Beton dan Baja Tulangan.....	8
2.3.1 Mutu Beton (f'_c)	8
2.3.2 Mutu Baja Tulangan (f_y)	10
2.4 Pembebanan.....	11
2.4.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	11
2.4.2 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	11
2.4.3 Beban Hidup Atap	12

2.4.4	Beban Angin	12
2.4.5	Beban Gempa.....	12
2.4.6	Kombinasi Pembebanan	13
2.5	Perencanaan Struktur Balok	14
2.5.1	Dimensi Penampang Balok.....	15
2.5.2	Perhitungan Momen Lentur	15
2.5.3	Perhitungan Gaya Geser	16
2.5.4	Rasio Tulangan Minimum dan Maksimum	16
2.5.5	Penulangan dan Detailing	17
2.6	Perencanaan Struktur Kolom	17
2.6.1	Klasifikasi Kolom	17
2.6.2	Perencanaan Dimensi Kolom.....	18
2.6.3	Kapasitas Aksial Kolom	18
2.6.4	Tulangan Longitudinal.....	19
2.6.5	Tulangan Transversal (Sengkang)	19
2.6.6	Interaksi Aksial dan Momen.....	20
2.7	Perencanaan Struktur Pondasi	20
2.7.1	Jenis-jenis Pondasi	21
2.7.2	Pemilihan Jenis Pondasi.....	21
2.8	Perangkat Lunak Teknik Sipil	22
2.8.1	SAP2000	22
2.8.2	AutoCAD	23
2.9	Estimasi Biaya Konstruksi.....	24
2.9.1	Komponen Biaya Struktur	24
2.9.2	Analisis Harga Satuan.....	25
2.9.3	Tujuan Estimasi Biaya dalam Penelitian	25
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Rancangan Penelitian.....	26
3.2	Lokasi dan Waktu	27
3.3	Pengumpulan Data.....	28
3.3.1	Data Primer	28
3.3.2	Data Sekunder.....	28

3.4	Teknik Pengumpulan Data	29
3.5	Variabel Penelitian.....	30
3.5.1	Variabel Bebas (Independent Variables)	30
3.5.2	Variabel Terikat (Dependent Variables).....	30
3.6	Instrumen Penelitian	30
3.7	Analisis Data.....	32
3.7.1	Input Data Hasil Survei.....	32
3.7.2	Penggambaran Struktur Eksisting.....	32
3.7.3	Pembuatan Model 3D dan Ekspor ke SAP2000	32
3.7.4	Penentuan Material dan Penampang Elemen Struktur	33
3.7.5	Analisis Pembebanan Struktur.....	33
3.7.6	Analisis Struktur Menggunakan SAP2000	34
3.7.7	Penentuan dan Verifikasi Luas Tulangan	35
3.7.8	Perhitungan Volume dan Berat Material	35
3.7.9	Estimasi Biaya Konstruksi.....	36
3.8	Tahap Penelitian	38
BAB IV PEMBAHASAN.....		40
4.1	Data Struktur Eksisting.....	40
4.1.1	Informasi Umum Bangunan.....	40
4.1.2	Dimensi Penampang Eksisting	40
4.1.3	Spesifikasi Material	41
4.1.4	Gambar Struktur Eksisting.....	42
4.1.5	Model 3D untuk Pemodelan Struktur	48
4.2	Pembebanan.....	49
4.2.1	Beban Mati.....	49
4.2.2	Beban Atap	61
4.2.3	Beban Hidup	62
4.2.4	Beban Gempa.....	68
4.3	Hasil Analisis SAP	71
4.3.1	Evaluasi Hasil Analisis Awal dan Perubahan Dimensi	71
4.3.2	Elemen yang Mengalami <i>Overstressed</i> dan Perubahan Dimensi	

4.3.3	Keluaran Gaya Dalam Hasil Analisis SAP2000.....	72
4.3.4	Keluaran Kebutuhan Luas Tulangan Berdasarkan SAP2000 ..	80
4.4	Perencanaan Luas Tulangan	118
4.4.1	Dimensi Penampang Akhir Elemen Struktur.....	119
4.4.2	Konfigurasi Tulangan Lentur dan Geser	120
4.5	Analisis Pondasi Dalam.....	124
4.5.1	Data Perencanaan Pondasi	124
4.5.2	Data Gaya Dalam Kolom Pedestal	125
4.5.3	Kapasitas Aksial Borepile.....	125
4.5.4	Evaluasi Kebutuhan Jumlah Borepile.....	126
4.5.5	Tata Letak Pilecap	129
4.5.6	Pemeriksaan Struktural Pilecap	131
4.6	Verifikasi Perhitungan Manual Luas Tulangan.....	136
4.6.1	Verifikasi Tulangan Lentur Balok	136
4.6.2	Verifikasi Tulangan Geser Balok	138
4.7	Penyusunan Gambar Struktur	139
4.8	Volume dan Berat Material	140
4.9	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	141
4.9.1	Komponen Penyusunan RAB	141
4.9.2	Metode Penyusunan RAB.....	141
4.9.3	Hasil Perhitungan RAB	142
BAB V KESIMPULAN		146
5.1	Kesimpulan.....	146
5.2	Saran	148
DAFTAR PUSTAKA		149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 – Titik Lokasi Proyek Villa Serenity.....	27
Gambar 3. 2 – Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 4. 1 – Denah Struktur Eksisting Lantai 1	43
Gambar 4. 2 – Denah Struktur Eksisting Unit I Lantai 1	43
Gambar 4. 3 – Denah Struktur Eksisting Lantai 2	44
Gambar 4. 4 – Denah Struktur Eksisting Unit I Lantai 2.....	44
Gambar 4. 5 – Denah Struktur Eksisting Unit I Lantai 3.....	45
Gambar 4. 6 –Denah Struktur Eksisting Unit I Lantai 3.....	45
Gambar 4. 7 – Denah Struktur Eksisting Roof Top	46
Gambar 4. 8 – Denah Struktur Eksisting Unit I Roof Top.....	46
Gambar 4. 9 Portal Memanjang Grid 2-2 Arah X.....	47
Gambar 4. 10 – Portal Memendek Grid A-L Arah Y	47
Gambar 4. 11 - Model 3D Rangka Kawat sebelum diekspor ke SAP2000	49
Gambar 4. 12 – Metode Distribusi amplop Lantai 1 dan Lantai 2.....	50
Gambar 4. 13 – Metode Distribusi amplop Lantai 3 dan Lantai Atap.....	51
Gambar 4. 14 – Distribusi Beban Pelat Lantai 1 Unit XI	52
Gambar 4. 15 – Distribusi Beban Pelat Lantai 2 Unit XI	52
Gambar 4. 16 – Distribusi Beban Pelat Lantai 3 Unit XI	53
Gambar 4. 17 – Distribusi Beban Pelat Atap Unit XI.....	53
Gambar 4. 18 – Distribusi Beban Atap pada Balok	61
Gambar 4. 19 – Grafik Respon Spektrum.....	70
Gambar 4. 20 – Distribusi Momen Lentur Maksimum Kombinasi 3	73
Gambar 4. 21 – Distribusi Momen Lentur Kombinasi 2 Balok Lantai 1.....	74
Gambar 4. 22 – Distribusi Momen Lentur Kombinasi 3 Balok Lantai 2.....	74
Gambar 4. 23 – Distribusi Momen Lentur Kombinasi 3 Balok Lantai 3.....	75
Gambar 4. 24 – Distribusi Momen Lentur Kombinasi 1 Balok Lantai Atap.....	75
Gambar 4. 25 – Distribusi Gaya Geser Maksimum Kombinasi 2	76
Gambar 4. 26 – Distribusi Gaya Geser Balok Kombinasi 2 Lantai 1	77
Gambar 4. 27 – Distribusi Gaya Geser Balok Kombinasi 3 Lantai 2.....	77
Gambar 4. 28 – Distribusi Gaya Geser Balok Kombinasi 3 Lantai 3	78
Gambar 4. 29 – Distribusi Gaya Geser Balok Kombinasi 3 Lantai Atap	78

Gambar 4. 30 – Distribusi Gaya Aksial Kolom Maksimum – SAP2000	79
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinggi minimum balok nonprategang.....	15
Tabel 2. 2 Momen inersia dan luas penampang yang diizinkan untuk analisis elastis pada level beban terfaktor	18
Tabel 3. 1 – Contoh Form Bacaan Tinggi Balok	31
Tabel 3. 2 – Contoh Form Hasil Bacaan Rebound Hammer.....	31
Tabel 4. 1 Berat Jenis Bahan dan Komponen Bangunan	53
Tabel 4. 2 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Mati Pelat Lantai 1	55
Tabel 4. 3 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Mati Pelat Lantai 1	55
Tabel 4. 4 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Mati Pelat Lantai 2	56
Tabel 4. 5 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Mati Pelat Lantai 2	57
Tabel 4. 6 - Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Mati Pelat Lantai 3	58
Tabel 4. 7 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Mati Pelat Lantai 3	58
Tabel 4. 8 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Mati Pelat Atap.....	59
Tabel 4. 9 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Mati Pelat Atap.....	59
Tabel 4. 10 – Perhitungan Distribusi Segitiga Pada Balok Lantai 3	60
Tabel 4. 11 – Perhitungan Distribusi Atap.....	62
Tabel 4. 12 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Hidup Pelat Lantai 1	63
Tabel 4. 13 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Hidup Pelat Lantai 1	63
Tabel 4. 14 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Hidup Pelat Lantai 2	64
Tabel 4. 15 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Hidup Pelat Lantai 2	65
Tabel 4. 16 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Hidup Pelat Lantai 3	66
Tabel 4. 17 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Hidup Pelat Lantai 3	66
Tabel 4. 18 – Perhitungan Distribusi Segitiga Beban Hidup Pelat Atap	67
Tabel 4. 19 – Perhitungan Distribusi Trapesium Beban Hidup Pelat Atap	67
Tabel 4. 20 – Data Gempa Respon Spektrum	70
Tabel 4. 21 – Perubahan Dimensi Elemen Overstressed	72
Tabel 4. 22 – Gaya Dalam Maksimum Hasil SAP2000.....	79
Tabel 4. 23 – Kebutuhan Luas Tulangan Lentur Balok Lantai 1 Hasil SAP2000	81
Tabel 4. 24 – Kebutuhan Luas Tulangan Lentur Balok Lantai 2 Hasil SAP2000	84
Tabel 4. 25 – Kebutuhan Luas Tulangan Lentur Balok Lantai 3 Hasil SAP2000	91
Tabel 4. 26 – Kebutuhan Luas Tulangan Lentur Balok Atap Hasil SAP2000	96

Tabel 4. 27 – Kebutuhan Luas Tulangan Geser Balok Lantai 1 Hasil SAP2000	100
Tabel 4. 28 – Kebutuhan Luas Tulangan Geser Balok Lantai 2 Hasil SAP2000	103
Tabel 4. 29 – Kebutuhan Luas Tulangan Geser Balok Lantai 3 Hasil SAP2000	110
Tabel 4. 30 – Kebutuhan Luas Tulangan Geser Balok Atap Hasil SAP2000.....	115
Tabel 4. 31 – Dimensi Penampang Akhir Elemen Struktur.....	119
Tabel 4. 32 – Perhitungan Tulangan Lentur Balok	120
Tabel 4. 33 – Perhitungan Tulangan Geser Balok	122
Tabel 4. 34 – Perhitungan Tulangan Lentur Kolom	123
Tabel 4. 35 – Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	123
Tabel 4. 36 – Rekapitulasi Gaya Dalam Kolom Pedestal	125
Tabel 4. 37 – Evaluasi Kebutuhan Jumlah Borepile	126
Tabel 4. 38 – Perhitungan Luas Tulangan Lentur Borepile	128
Tabel 4. 39 – Evaluasi Eksentrisitas dan Distribusi Reaksi Merata.....	130
Tabel 4. 40 – Perhitungan Kapasitas Lentur Pilecap 1 Tiang	132
Tabel 4. 41 – Perhitungan Kapasitas Lentur Pilecap 2 Tiang	133
Tabel 4. 42 – Perhitungan Kapasitas Geser Satu Arah Pilecap 1 Tiang	134
Tabel 4. 43 – Perhitungan Kapasitas Geser Satu Arah Pilecap 2 Tiang	135
Tabel 4. 44 – Perhitungan Kapasitas Geser Dua Arah.....	136
Tabel 4. 45 – Perhitungan Tulangan Lentur Balok Manual.....	136
Tabel 4. 46 – Perbandingan Luas Tulangan Lentur Balok.....	138
Tabel 4. 47 – Perhitungan Tulangan Geser Balok Manual	138
Tabel 4. 48 – Perbandingan Luas Tulangan Geser Balok.....	139
Tabel 4. 49 – Rekapitulasi Volume dan Berat Material.....	141
Tabel 4. 50 – Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	143

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan sektor konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan fasilitas hunian, termasuk villa sebagai bagian dari infrastruktur pariwisata dan hunian eksklusif. Sektor konstruksi menjadi salah satu indikator pertumbuhan ekonomi dan perkembangan kawasan, terutama di daerah wisata seperti Bali [1].

Pembangunan gedung beton bertulang memerlukan perencanaan struktur yang matang agar mampu menahan beban-beban yang bekerja sesuai standar peraturan. Pada kenyataannya, tidak sedikit bangunan yang dijumpai di lapangan memiliki kendala dalam pelaksanaan, baik karena keterbatasan biaya, manajemen proyek, maupun kondisi teknis lainnya. Kendala tersebut seringkali menyebabkan bangunan tidak terselesaikan atau berhenti di tengah jalan, sehingga menimbulkan pertanyaan mengenai kondisi kekuatan struktur yang telah dikerjakan.

Villa Serenity dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan bangunan villa yang pada tahap pembangunannya belum selesai secara menyeluruh, karena mengalami kendala sehingga proyek konstruksi terhenti dan tidak difungsikan. Kondisi ini menjadikan struktur eksisting menarik untuk dikaji ulang, terutama terkait kecukupan dimensi penampang, mutu material, serta kebutuhan tulangan pada elemen struktur. Dengan melakukan analisis terhadap kondisi eksisting dan membandingkannya dengan persyaratan kekuatan struktur sesuai peraturan yang berlaku, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran apakah struktur yang telah dikerjakan mampu menahan beban rencana dengan tingkat keamanan yang memadai. Selain itu, hasil kajian juga dapat memberi manfaat pada aspek teknis dan manajerial, seperti evaluasi efisiensi penggunaan material serta implikasi terhadap biaya konstruksi, yang selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk perencanaan ulang atau penyelesaian bangunan sejenis di masa mendatang.

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui pengukuran lapangan untuk mendapatkan dimensi elemen struktur (balok, kolom, dan pelat), serta

pengujian mutu material, seperti *hammer test* untuk kuat tekan beton. Sedangkan data sekunder diperoleh dari uji tarik laboratorium untuk baja tulangan dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Wilayah Gianyar untuk penyusunan rencana anggaran biaya. Data ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis struktur.

Penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada ketentuan dalam SNI 2847:2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” yang merupakan standar resmi di Indonesia untuk desain dan evaluasi struktur beton bertulang. Penggunaan perangkat lunak seperti SAP2000 digunakan untuk menganalisis gaya-gaya dalam (momen, geser, aksial), sedangkan AutoCAD digunakan untuk menggambarkan elemen struktur eksisting secara teknis.

Selain memberikan luaran berupa gambar rencana dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) struktur, penelitian ini juga memberikan manfaat edukatif bagi mahasiswa. Pengalaman melakukan survei lapangan, mengoperasikan software teknik sipil, serta memahami keterkaitan antara data lapangan dan perhitungan teknis akan menjadi bekal penting di dunia kerja. Pembelajaran berbasis proyek riil seperti ini terbukti dapat meningkatkan keterampilan berpikir analitis, pengambilan keputusan teknis, serta efisiensi dalam perencanaan konstruksi [2].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting dimensi penampang beton, mutu beton, dan mutu baja tulangan pada elemen struktur Konstruksi Villa Serenity, serta apakah kondisi tersebut telah memenuhi kebutuhan kekuatan struktur sesuai beban rencana?
2. Berapakah luas tulangan beton yang diperlukan pada setiap elemen struktur bangunan Villa Serenity, dengan menggunakan data perencanaan yang didasarkan pada dimensi penampang beton, mutu beton, dan mutu besi beton dari struktur eksisting?
3. Berapakah biaya konstruksi elemen struktur berdasarkan hasil perencanaan luas tulangan beton setiap elemen struktur, dengan menggunakan data

perencanaan yang sama, yaitu dimensi penampang beton, mutu beton, dan mutu besi beton dari struktur eksisting?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting elemen struktur Konstruksi Villa Serenity, khususnya terkait dimensi penampang beton, mutu beton, dan mutu baja tulangan yang telah terpasang atau direncanakan.
2. Mengevaluasi apakah dimensi penampang, mutu beton, dan mutu baja tulangan eksisting telah memenuhi kebutuhan kekuatan struktur sesuai beban rencana berdasarkan peraturan pembebanan yang berlaku.
3. Menghitung kebutuhan luas tulangan beton pada masing-masing elemen struktur bangunan Villa Serenity, berdasarkan kondisi struktur eksisting yang meliputi dimensi penampang, mutu beton, dan mutu besi beton.
4. Menentukan besarnya biaya konstruksi elemen struktur berdasarkan hasil perencanaan luas tulangan beton setiap elemen struktur, sehingga dapat memberikan gambaran kebutuhan anggaran pada kondisi eksisting yang dianalisis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat bagi peneliti
 - Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan survei lapangan dan pengambilan data eksisting secara langsung.
 - Mengasah keterampilan dalam menggunakan software teknik sipil seperti SAP2000 dan AutoCAD untuk analisis dan penggambaran struktur.
 - Memberikan pengalaman nyata dalam proses perencanaan struktur dan estimasi biaya, yang menjadi bekal penting untuk menghadapi dunia kerja di bidang konstruksi dan manajemen proyek.

- Melatih kemampuan berpikir analitis dan problem solving dalam menghadapi data lapangan yang kompleks dan variatif.

2. Manfaat bagi akademisi:

- Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang manajemen proyek konstruksi, khususnya dalam hal perencanaan struktur bangunan berdasarkan data eksisting.
- Menjadi referensi atau acuan bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan penelitian serupa, terutama terkait analisis struktur, perhitungan kebutuhan tulangan, dan estimasi biaya elemen struktur.

3. Manfaat bagi umum:

- Memberikan data dan analisis yang akurat terkait kebutuhan luas tulangan berdasarkan kondisi struktur eksisting, sehingga dapat memastikan kekuatan dan keamanan struktur sesuai standar perencanaan bangunan Gedung.
- Memberikan perhitungan estimasi biaya material baja tulangan secara lebih realistis dan efisien, berdasarkan hasil perencanaan yang disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan, sehingga dapat membantu dalam pengendalian anggaran proyek.
- Memberikan dasar pertimbangan bagi tim perencana, pengawas, dan pelaksana proyek dalam mengevaluasi apakah struktur eksisting masih layak digunakan atau perlu dilakukan penyesuaian terhadap dimensi atau mutu material.
- Mendorong penerapan metode perencanaan yang efisien dan akurat dalam pengembangan atau renovasi bangunan dengan mempertimbangkan kondisi riil di lapangan.
- Menjadi acuan dalam pengambilan keputusan teknis untuk tahap lanjutan pembangunan Villa Serenity, baik dalam hal pengadaan material, penjadwalan pekerjaan, maupun pengawasan mutu.

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hanya mencakup elemen struktur beton bertulang yaitu balok, kolom, dan pelat lantai. Elemen non-struktural seperti dinding bata, tangga, dan atap tidak termasuk dalam ruang lingkup kajian ini.
2. Penggunaan beton berdasarkan data eksisting dengan kuat tekan minimal (f'_c) sebesar 17,5 MPa. Sedangkan baja dengan mutu BJTP 240 MPa untuk tulangan polos dan mutu BJTS 400 MPa untuk tulangan ulir.
3. Penggunaan dimensi penampang beton sesuai struktur yang telah dibangun (eksisting).
4. Perhitungan struktur dan tulangan mengacu pada peraturan dan standar nasional yang berlaku, yaitu SNI 2847:2019 (Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung) dan SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung).
5. Beban yang dianalisis dibatasi pada beban statis (beban mati dan beban hidup standar). Beban khusus seperti beban gempa, angin ekstrem, atau beban dinamis lainnya tidak menjadi fokus utama kajian ini.
6. Analisis biaya hanya pada pekerjaan struktur yang akan merujuk pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) di wilayah Gianyar.
7. Struktur diasumsikan bekerja dalam kondisi elastis dan belum mengalami kerusakan atau deteriorasi signifikan pada elemen eksisting. Analisis tidak mencakup perkuatan atau retrofit struktur.
8. Perencanaan hanya membahas struktur dan analisis biaya tanpa meninjau metode pelaksanaan konstruksi maupun arsitektural.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 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. Luas tulangan beton yang diperlukan pada setiap elemen struktur bangunan Villa Serenity adalah:
 - Borepile (D300 mm): tulangan utama 9D16; tulangan spiral Ø8–150 mm
 - Pilecap 2 tiang (1200×900 ×600 mm): tulangan lentur arah Y 10D13; tulangan lentur arah X 8D13.
 - Pilecap 1 tiang (900×900 ×600 mm): tulangan lentur arah Y 8D13; tulangan lentur arah X 8D13; tulangan Sengkang Ø10-150.
 - Balok S1 (200×400 mm): tulangan lentur tumpuan atas 4D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 4D13; tulangan geser Ø8–100 mm pada tumpuan, Ø8–150 mm pada lapangan.
 - Balok S2 (200×300 mm): tulangan lentur tumpuan atas 3D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 3D13; tulangan geser Ø8–150 mm merata.

- Balok S3 (300×500 mm): tulangan lentur tumpuan atas 4D16, tumpuan bawah 3D16, lapangan atas 3D16, lapangan bawah 4D16; tulangan geser Ø10–140 mm merata.
- Balok S4 (300×550 mm): tulangan lentur tumpuan atas 3D16, tumpuan bawah 2D16, lapangan atas 2D16, lapangan bawah 3D16; tulangan geser Ø8–100 mm pada tumpuan, Ø8–250 mm pada lapangan.
- Balok B1 (300×500 mm): tulangan lentur tumpuan atas 4D16, tumpuan bawah 3D16, lapangan atas 3D16, lapangan bawah 4D16; tulangan geser Ø10–125 mm merata.
- Balok B2 (200×400 mm): tulangan lentur tumpuan atas 4D16, tumpuan bawah 2D16, lapangan atas 2D16, lapangan bawah 4D16; tulangan geser Ø10–100 mm pada tumpuan dan Ø10–125 mm pada lapangan.
- Balok B2A (200×400 mm): tulangan lentur tumpuan atas 2D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 2D13; tulangan geser Ø6–150 mm pada tumpuan, Ø6–250 mm pada lapangan.
- Balok B3 (200×300 mm): tulangan lentur tumpuan atas 3D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 3D13; tulangan geser Ø8–100 mm merata.
- Balok B4 (150×300 mm): tulangan lentur tumpuan atas 2D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 2D13; tulangan geser Ø8–100 mm merata.
- Balok B5 (200×250 mm): tulangan lentur tumpuan atas 2D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 2D13; tulangan geser Ø8–125 mm merata.
- Balok B6 (250×400 mm): tulangan lentur tumpuan atas 4D16, tumpuan bawah 3D16, lapangan atas 3D16, lapangan bawah 4D16; tulangan geser Ø10–65 mm rapat.
- Balok B7 (250×500 mm): tulangan lentur tumpuan atas 2D13, tumpuan bawah 2D13, lapangan atas 2D13, lapangan bawah 2D13; tulangan geser Ø8–125 mm pada tumpuan, Ø8–140 mm pada lapangan.
- Kolom KP (pedestal 300×650 mm, tinggi 1200 mm): tulangan longitudinal 10D16; tulangan geser Ø10–100 mm merata 2 kaki.

- Kolom K1 (300×650 mm): tulangan longitudinal 10D16; tulangan geser Ø10–125 mm merata dengan 2 kaki.
 - Kolom K2 (300×600 mm): tulangan longitudinal 10D16; tulangan geser Ø10–100 mm merata dengan 2 kaki.
 - Kolom K3 (250×600 mm): tulangan longitudinal 8D16; tulangan geser Ø8–100 mm merata dengan 4 kaki.
 - Kolom K4 (150×400 mm): tulangan longitudinal 10D13; tulangan geser Ø8–140 mm merata dengan 2 kaki.
3. Biaya konstruksi elemen struktur Villa Serenity diperoleh sebesar Rp2.746.612.000,00 .

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian sejenis dan penerapannya di lapangan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Bagi perencana, perlu dilakukan evaluasi mendalam terhadap rasio efisiensi tulangan, terutama pada elemen-elemen dengan selisih signifikan antara hasil analisis SAP2000 dan perhitungan manual. Hal ini dapat menjadi dasar dalam menyusun strategi pengendalian biaya proyek.
2. Bagi penelitian selanjutnya, dapat dilakukan kajian yang lebih mendetail pada elemen struktur lain yang belum dibahas dalam penelitian ini, seperti tangga, bordes, dan sambungan struktur, sehingga hasil analisis dapat lebih menyeluruh.
3. Bagi praktisi konstruksi, optimalisasi desain tulangan perlu dilakukan agar diperoleh struktur yang aman sekaligus ekonomis. Pemanfaatan perangkat lunak analisis seperti SAP2000 sangat membantu, namun verifikasi manual tetap diperlukan untuk menjaga akurasi dan kesesuaian dengan ketentuan SNI.
4. Hasil biaya dapat dijadikan acuan dalam penyusunan anggaran proyek secara keseluruhan dan menunjukkan bahwa penggunaan software analisis terintegrasi dapat memberikan perhitungan yang lebih efisien dan sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. PUPR, Statistik Sektor Konstruksi Nasional, Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi, 2021.
- [2] D. d. N. B. Purwanto, "Penerapan Proyek Nyata dalam Pembelajaran Teknik Sipil," *Teknik Sipil*, vol. II, no. 12, pp. 45-53, 2020.
- [3] M. A. & W. A. Huda, "Analisis Kekuatan Material pada Struktur Beton Bertulang Menggunakan Metode Finite Element," *Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. I, no. 9, pp. 45-52, 2021.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, Jakarta: BSN, 2019.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, SNI 2052:2017 Baja Tulangan untuk Beton, Jakarta: BSN, 2017.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1727:2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, Jakarta: BSN, 2020.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non-Gedung, Jakarta: BSN, 2019.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG), Jakarta: PU, 1983.
- [9] P. F. Smith, Structural Design for Low-Rise Buildings, Taylor & Francis, 2021.
- [10] A. H. D. D. & D. C. W. Nilson, Design of Concrete Structures (14th ed.), McGraw-Hill, 2010.
- [11] J. G. & W. J. K. MacGregor, Reinforced Concrete: Mechanics and Design (6th ed.), Pearson Education, 2012.
- [12] B. M. Das, Principles of Foundation Engineering (7th ed.), Cengage Learning., 2011.
- [13] J. E. Bowles, Foundation Analysis and Design (5th ed.), McGraw-Hill, 2001.

- [14] Computers and Structures, Inc., SAP2000 v22 User Manual, Berkeley, California: CSI, 2020.
- [15] G. Omura, Mastering AutoCAD 2018 and AutoCAD LT 2018, Wiley, 2017.
- [16] B. Handoko, Estimasi Biaya Proyek Konstruksi, Andi Offset, 2016.
- [17] I. M. Sudjana, Perhitungan RAB dan Harga Satuan dalam Proyek Konstruksi Bangunan, Bandung: Unikom Press, 2020.