

DESAIN STRUKTUR BANGUNAN RUMAH TINGGAL DUA LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

I Gede Sudiratmaja Adhi Wicuddha¹, I Made Jaya², I Wayan Intara³, Putu Ogi Suryadinata⁴

¹ Mahasiswa Program studi Diploma 3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri
Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2, 3, 4} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta
Selatan, Badung, Bali–80364

Email korespondensi: adhiwicuddha@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is a country with a high level of seismic activity, making earthquake-resistant design a crucial requirement in building construction. Residential houses, as a primary necessity for society, are often designed without adequate structural calculations, which makes them vulnerable to damage during earthquakes. This study aims to redesign a two-story residential building by applying the Special Moment Resisting Frame (SMRF) system in accordance with SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, and SNI 1727:2020. The case study is located in Jimbaran, Badung Regency, Bali, which is categorized as a moderate-to-high seismic zone. The research method used is descriptive analysis with structural modelling carried out in ETABS v22. The data utilized include existing architectural drawings, material properties, and seismic parameters based on site coordinates. The analysis considers gravitational loads (dead and live), environmental loads (wind), and earthquake loads using both equivalent static and response spectrum dynamic methods. The results show that the optimal dimensions of structural elements are 300×300 mm columns, 250×350 mm beams, and 120 mm slabs. Structural performance checks indicate that the fundamental period, base shear, inter-story drift, and mass participation ratio satisfy the requirements of SNI. The reinforcement design also complies with the minimum provisions of SNI 2847:2019. Therefore, the proposed design enhances the safety and seismic resilience of residential buildings.

Keywords: SMRF, reinforced concrete, two-story residential house, ETABS, earthquake, SNI 2847:2019.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi, sehingga perencanaan struktur bangunan harus memperhatikan standar ketahanan gempa. Rumah tinggal, sebagai kebutuhan utama masyarakat, umumnya masih dirancang tanpa perhitungan struktur yang memadai. Hal ini mengakibatkan banyak rumah tinggal rentan mengalami kerusakan ketika terjadi gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan desain ulang struktur rumah tinggal dua lantai dengan menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai ketentuan SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2020. Lokasi studi berada di Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali, yang termasuk wilayah dengan tingkat kegempaan sedang hingga

tinggi. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan melakukan pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak ETABS v22. Data yang digunakan meliputi gambar arsitektur existing, data material, serta parameter gempa berdasarkan koordinat lokasi. Analisis dilakukan terhadap pembebanan gravitasi (mati dan hidup), beban lingkungan (angin), serta beban gempa baik statik ekuivalen maupun dinamik respons spektrum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi optimal elemen struktur adalah kolom 300×300 mm, balok 250×350 mm, dan pelat 120 mm. Kontrol kinerja struktur menunjukkan bahwa nilai periode fundamental, base shear, simpangan antar lantai, dan partisipasi massa memenuhi ketentuan SNI. Perencanaan tulangan juga sesuai dengan persyaratan minimum SNI 2847:2019. Dengan demikian, desain ini dapat meningkatkan keamanan dan ketahanan rumah tinggal terhadap gempa bumi.

Kata Kunci: SRPMK, beton bertulang, umah tinggal dua lantai, ETABS, gempa, SNI 2847:2019.

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik, yang menyebabkan tingginya aktivitas seismik. Kondisi ini menjadikan Indonesia rawan gempa bumi dengan intensitas bervariasi. Dampak gempa bumi sering menimbulkan kerusakan bangunan, terutama rumah tinggal yang konstruksinya umumnya tidak dirancang dengan standar perencanaan struktur tahan gempa.

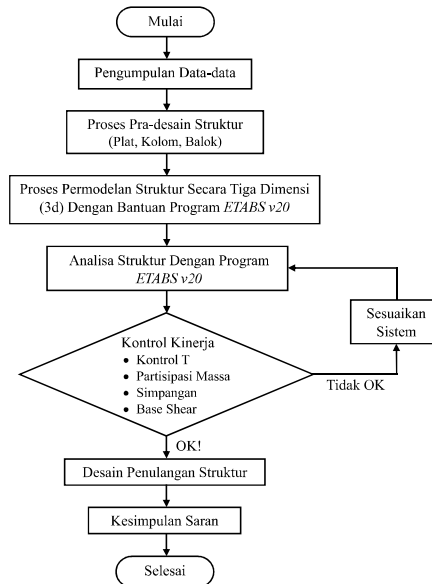
Rumah tinggal sangat vital sebagai tempat berlindung masyarakat, tetapi mayoritas masih dibangun tanpa perhitungan teknis sesuai standar. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian desain ulang agar rumah tinggal mampu memenuhi persyaratan ketahanan gempa sesuai standar nasional.

Penelitian ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) karena sistem ini memiliki daktilitas tinggi, mampu menyerap energi gempa, serta diwajibkan untuk bangunan dengan kategori desain seismik D sesuai SNI 1726:2019.

METODE PENELITIAN

- Studi Literatur: SNI dan teori gempa.
- Pengumpulan Data: gambar arsitektur existing, dimensi bangunan, dan data tanah di lokasi.
- Pradesain Struktur: penentuan dimensi awal balok, kolom, dan pelat.
- Pemodelan Struktur: menggunakan perangkat lunak ETABS 2017, dengan sistem SRPMK sebagai sistem utama penahan gaya lateral.
- Pembebanan: sesuai dengan SNI 1727:2020 untuk beban mati, hidup, dan atap; serta SNI 1726:2019 untuk beban gempa dengan data SDS dan SD1 berdasarkan lokasi.

- Analisis Struktur: meliputi gaya gempa nominal, kontrol gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai.
- Kontrol Kinerja Struktur: periode, partisipasi massa, drift, base shear.
- Desain Penulangan: balok, kolom, dan pelat mengacu pada SNI 2847:2019.

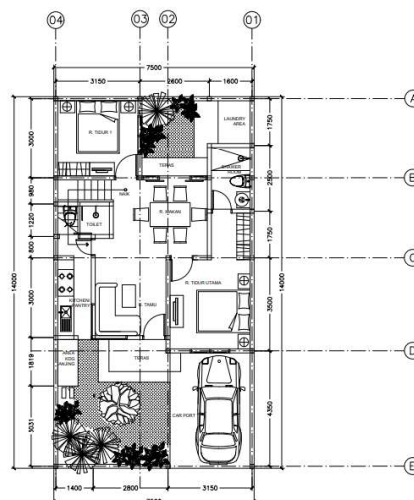


Gambar 1. Bagan Alir Metode Pelaksanaan Tugas Akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

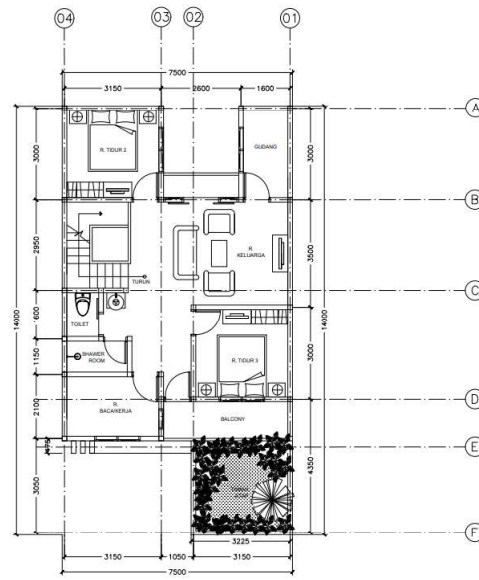
Data Arsitektur

Bangunan dua lantai: lantai 1 = 105 m², lantai 2 = 86,8 m², tinggi antar lantai = 3,5 m. Atap: baja ringan dengan penutup genteng tanah liat.



Gambar 2. Gambar Denah Arsitektur Lantai 1.

Sumber: Dokumen Proyek



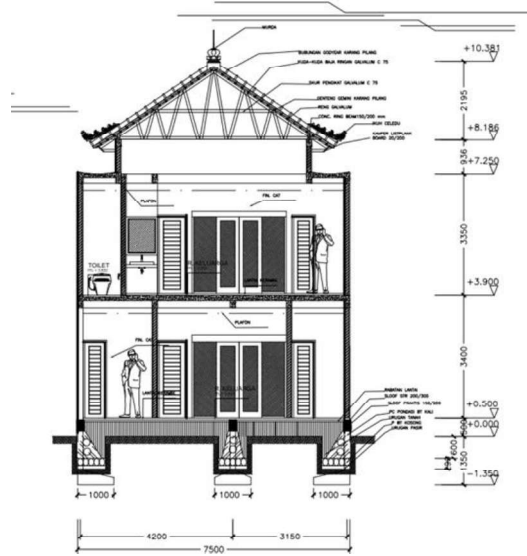
Gambar 3. Gambar Denah Arsitektur Lantai 2.

Sumber: Dokumen Proyek



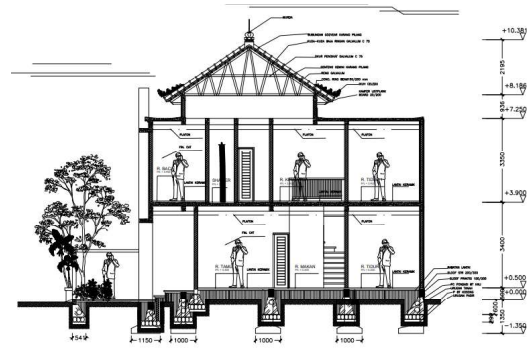
Gambar 4. Gambar Tampak Depan Arsitektur.

Sumber: Dokumen Proyek



Gambar 5. Gambar Potongan A-A.

Sumber: Dokumen Proyek



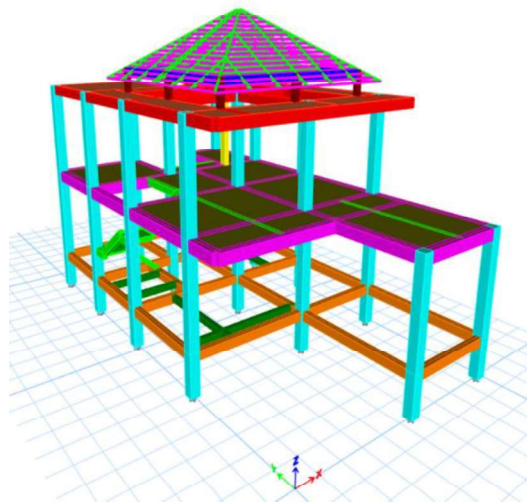
Gambar 6. Gambar Potongan B-B.

Sumber: Dokumen Proyek

Permodelan Struktur di ETABS

Pemodelan struktur dilakukan dengan mendefinisikan material beton bertulang dengan mutu $f'_c = 25$ MPa dan baja tulangan dengan mutu $f_y = 400$ MPa. Properti material ini diinput sesuai SNI 2847:2019. Grid struktur disusun berdasarkan denah arsitektur bangunan agar posisi kolom dan balok sesuai dengan tata letak ruang.

Model 3D dihasilkan dari ETABS v22 untuk memverifikasi kesesuaian dimensi, keterhubungan antar elemen, serta memastikan semua elemen terdefinisi dengan benar (kolom, balok, dan pelat). Hasil pemodelan menunjukkan struktur telah terhubung secara monolit dan siap dianalisis lebih lanjut.



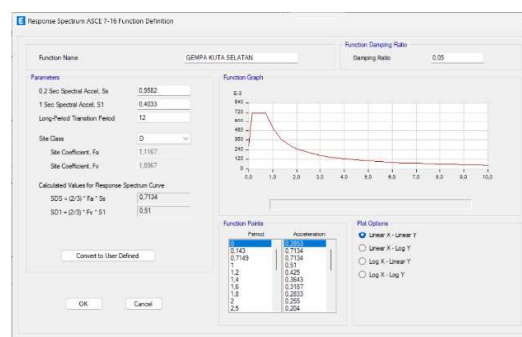
Gambar 7. Tampilan Perspektif Hasil Permodelan Keseluruhan.

Analisis Beban Gempa

Analisis beban gempa dilakukan menggunakan dua pendekatan yaitu metode statik ekuivalen dan analisis dinamik respons spektrum. Parameter percepatan spektrum desain (SDS dan SD1) diperoleh dari koordinat lokasi bangunan di Jimbaran, Badung, berdasarkan peta gempa Indonesia 2017 (SNI 1726:2019).

Metode statik ekuivalen digunakan untuk menghitung gaya geser dasar minimum, sedangkan metode dinamik respons spektrum digunakan untuk memperoleh respons struktur terhadap berbagai periode getar. Hasil analisis respons spektrum menunjukkan nilai percepatan desain yang bervariasi sesuai periode getar struktur.

Grafik respons spektrum memperlihatkan hubungan antara periode (T) dengan percepatan spektrum (S_a), yang menjadi dasar dalam evaluasi periode fundamental dan gaya geser dasar struktur.



Gambar 8. Respon Spektrum Kuta Selatan.

Kontrol Kinerja Struktur

Hasil analisis gaya geser dasar dari ETABS dibandingkan dengan perhitungan manual sesuai SNI 1726:2019. Selisih nilai tidak lebih dari 10%, sehingga model dapat diterima. Kontrol simpangan antar lantai menunjukkan nilai $\Delta < 0,02hsx$, yang berarti masih dalam kategori aman. Tambah tabel rekapitulasi gaya geser dasar dan simpangan antar lantai.

- Periode Fundamental: $T = 0,538$ s (X), $0,498$ s (Y).
- Partisipasi Massa: 98,51% (X), 94,18% (Y) $\rightarrow$ memenuhi $\geq 90\%$.
- Base Shear: 15.695 Kgf ($\approx 153,8$ kN), setelah penskalaan faktor 1,37 memenuhi syarat.
- Simpangan antar lantai: drift maksimum 26,33 mm (X) $< 51,54$ mm (izin).

Hasil Perencanaan Dimensi dan Penulangan

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kebutuhan tulangan sebagai berikut:

- Balok:
 - Dimensi: 250×350 mm
 - Tulangan tarik (tumpuan): 10D13 (5 atas, 3 bawah, 2 extra)
 - Tulangan tarik (lapangan): 8D13 (3 atas, 3 bawah, 2 extra)
 - Tulangan geser: Ø10-75 mm di daerah tumpuan, Ø10-110 mm di lapangan

TYPE	B1		BA1		RB1	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN						
DIMENSI B x H	250 x 350	250 x 350	150 x 250	150 x 250	200 x 300	200 x 300
TUL. ATAS	5 D13	3 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
TUL. BAWAH	3 D13	3 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
SENGKANG	#10-75	#10-110	#10-75	#10-100	#10-60	#10-100
TUL. EXTRA	2 D13	2 D13	—	—	2 D13	2 D13

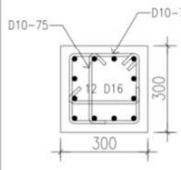
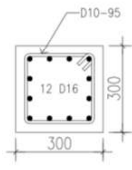
Gambar 9. Detail Penulangan Balok.

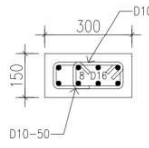
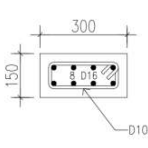
TYPE	RB2		S1		SP1	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN						
DIMENSI B x H	150 x 200	150 x 200	200 x 300	200 x 300	150 x 200	150 x 200
TUL. ATAS	2 D13	2 D13	4 D13	2 D13	2 D13	2 D13
TUL. BAWAH	2 D13	2 D13	2 D13	4 D13	2 D13	2 D13
SENGKANG	#10-60	#10-75	#10-60	#10-100	#10-60	#10-75
TUL. EXTRA	—	—	2 D13	2 D13	—	—

Gambar 10. Detail Penulangan Balok (Lanjutan).

- Kolom:
 - Dimensi: 300×300 mm
 - Tulangan pokok: 12D16

- Tulangan geser: Ø10-75mm di daerah tumpuan, Ø10-95 mm di lapangan

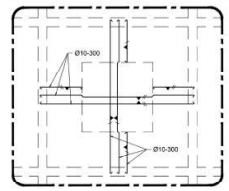
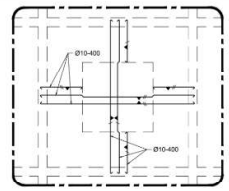
TYPE	K1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
DIMENSI	300 x 300	300 x 300

TYPE	K2	
	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
DIMENSI	150 x 300	150 x 300

Gambar 11. Detail Penulangan Kolom.

c. Pelat:

- Tebal: 120 mm
- Tulangan utama: Ø10-300 mm dua arah

PLAT LANTAI 2 TEBAL PLAT = 120 MM	PLAT ATAP TEBAL PLAT = 100 MM
	
SLAB SECTION	SLAB SECTION

Gambar 12. Detail Penulangan Plat Lantai 2 & Plat Atap.

Evaluasi Kinerja Struktur

Hasil desain menunjukkan bahwa struktur mampu menahan gaya gempa rencana dengan daktilitas tinggi sesuai kategori SRPMK. Penulangan yang dihasilkan efisien serta dapat diaplikasikan pada konstruksi rumah tinggal, dengan elemen-elemen struktur yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan detailing sesuai SNI 2847:2019.

Penempatan sengkang rapat pada daerah sendi plastis semakin meningkatkan daktilitas struktur, sehingga desain ini memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan kondisi existing yang belum memperhatikan ketentuan SRPMK.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Redesain struktur rumah tinggal dua lantai dengan sistem SRPMK memenuhi ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.
2. Kontrol kinerja struktur menunjukkan simpangan antar lantai dalam batas aman.
3. Detail penulangan balok, kolom, dan pelat sesuai ketentuan desain beton bertulang dan efisien untuk diaplikasikan.
4. Sistem SRPMK direkomendasikan untuk rumah tinggal di wilayah rawan gempa karena mampu meningkatkan ketahanan struktur terhadap beban lateral.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2019). “SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung”.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). “SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung”.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2020). “SNI 1727:2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”.
- [4] CSI. (2017). “ETABS Integrated Software for Structural Analysis and Design”.
- [5] Moehle, J. (2015). *Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings*. McGraw-Hill.
- [6] Chopra, A. K. (2017). *Dynamics of Structures*. Pearson.