

Redesign Struktur Beton Bertulang sebagai Struktur Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus pada Gedung Bpsi LHK Mataram

Muhammad Sufyan Ifansyah¹, Haryadi², Maya Saridewi Pascanawati³

^{1,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Indonesia

sufyanifan@gmail.com

ABSTRACT

Keywords:

SRPMK;
Earthquake;
ETABS;
Reduction factor;
Concrete structure.

Abstract: Multi-story building structures are highly susceptible to structural failure, particularly due to natural hazards such as earthquakes. An earthquake is a natural ground motion caused by the sudden release of energy within the Earth, generating seismic waves as a result of tectonic plate movement. This study aims to determine the reduction factor (R) for seismic loads in the Special Moment-Resisting Frame System (SMRFS) and to evaluate the structural design of the BPSILHK Mataram Building. The study was conducted through a literature review, collection of technical building data, determination of structural loads based on SNI 1727:2020, seismic load analysis in accordance with SNI 1726:2019, and reinforced concrete structural design referring to SNI 2847:2019. Structural analysis and design were performed using ETABS V.20 software by implementing the Special Moment-Resisting Frame System (SMRFS). The analysis stages included preliminary sizing of beams, columns, and slabs; structural load analysis; evaluation of beam-column joints; and verification of structural performance under seismic loading. The results showed that, based on SNI 1726:2019, the BPSILHK Mataram Building employs a Special Moment-Resisting Frame System (SMRFS) with a seismic response modification factor of $R = 8$, an overstrength factor of $\Omega_o = 3$, and a deflection amplification factor of $C_d = 5.5$. With a response modification factor of $R = 8$, the design seismic forces acting on the structure can be reduced because the SMRFS provides a high level of ductility. The resulting scale factor was 1.2263 g. The structural design results indicate that the BPSILHK Mataram Building was designed using the SMRFS and analyzed using ETABS V.20, referring to SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, and SNI 1727:2020. The building consists of two stories, with a total floor area of 881.1 m² and an overall height of 8.92 m.

Kata Kunci:

SRPMK;
Gempa;
ETABS;
Faktor reduksi;
Struktur beton.

Abstrak: Struktur gedung bertingkat memiliki resiko tinggi untuk terjadinya kegagalan struktur yang dapat diakibatkan oleh bencana alam seperti gempa bumi. Gempa bumi merupakan getaran alam yang terjadi pada lapisan permukaan bumi yang diakibatkan oleh terlepasnya energi dari dalam bumi secara tiba-tiba sehingga menciptakan gelombang seismik yang disebabkan oleh pergeseran lempeng bumi. Tujuan Dari Penelitian Ini Mengetahui faktor reduksi (R) besaran beban gempa pada metode SRPMK dan Mengetahui hasil perancangan struktur Gedung Khususnya pada Pembangunan BPSILHK Mataram. Penelitian dilakukan melalui studi literatur, pengumpulan data teknis bangunan, penentuan pembebanan struktur berdasarkan SNI 1727:2020, analisis beban gempa sesuai SNI 1726:2019, serta perencanaan struktur beton bertulang mengacu pada SNI 2847:2019. Analisis dan perencanaan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS V.20 dengan menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Tahapan analisis meliputi perencanaan awal dimensi balok, kolom, dan pelat, analisis pembebanan struktur, evaluasi hubungan balok-kolom, serta verifikasi kinerja struktur terhadap pembebanan gempa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Berdasarkan SNI 1726:2019, gedung BPSILHK Mataram menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan faktor reduksi gempa $R = 8$, faktor kuat lebih sistem $\Omega = 3$, dan faktor pembesaran defleksi $C_d = 5,5$. Dengan faktor reduksi $R = 8$, gaya gempa desain yang bekerja pada struktur dapat direduksi karena SRPMK memiliki tingkat daktilitas yang tinggi. Faktor skala yang diperoleh adalah 1,2263 g. Hasil perancangan menunjukkan bahwa struktur gedung BPSILHK Mataram direncanakan menggunakan SRPMK dan dianalisis dengan ETABS V.20, dengan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020. Gedung memiliki 2 lantai dengan luas 881,1 m² dan tinggi total 8,92 m.

Article History:

Received : 01-10-2026

Accepted : 30-11-2026



This is an open access article under the **CC-BY-SA** license

A. PENDAHULUAN

Indonesia berada pada wilayah tektonik aktif sehingga perencanaan bangunan tahan gempa menjadi salah satu aspek penting dalam perencanaan struktur beton bertulang. Gedung BPSILHK Mataram merupakan bangunan yang digunakan untuk fungsi perkantoran dan laboratorium penelitian sehingga sistem struktur harus mampu menerima beban gravitasi dan beban lateral akibat gempa. Berdasarkan skripsi, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dipilih karena memiliki tingkat daktilitas yang tinggi dan sesuai untuk kondisi wilayah dengan tuntutan seismik yang signifikan. Sistem ini mengandalkan perilaku lentur balok dan kolom serta kemampuan hubungan balok-kolom dalam menyalurkan gaya gempa.

Penelitian terdahulu yang dicantumkan dalam skripsi menunjukkan bahwa penggunaan SRPMK menghasilkan gaya gempa rencana yang lebih kecil dibandingkan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah karena SRPMK menggunakan faktor reduksi respons yang lebih besar. Beberapa penelitian juga membahas kinerja struktur beton bertulang, respons spektrum, detail penulangan, dan perilaku rangka pemikul momen akibat gempa. Penelitian ini memberikan studi kasus khusus pada Gedung BPSILHK Mataram dengan membahas secara terpadu pelat, balok, kolom, hubungan balok-kolom, serta pondasi.

Tujuan penelitian adalah menentukan faktor reduksi respons gempa R untuk sistem SRPMK sesuai SNI 1726:2019 serta mengevaluasi hasil perancangan struktur beton bertulang Gedung BPSILHK Mataram. Evaluasi meliputi dimensi awal elemen, pembebanan gravitasi dan lateral, desain tulangan pelat, balok dan kolom SRPMK, pemeriksaan hubungan balok-kolom, serta daya dukung tiang tunggal.

B. METODE

Penelitian menggunakan data teknis yang tercantum dalam skripsi. Gedung merupakan struktur beton bertulang dengan luas 881,1 m² dan tinggi total 8,92 m. Sistem struktur yang digunakan adalah SRPMK. Material beton yang digunakan memiliki kuat tekan $f'_c = 30$ MPa dan baja tulangan memiliki kuat leleh $f_y = 420$ MPa. Dimensi awal elemen ditentukan sebelum dilakukan pemodelan dan pemeriksaan desain struktur.

Tabel 1. Parameter utama perencanaan

Parameter	Nilai
Sistem struktur	SRPMK
Tinggi gedung	8,92 m
Luas gedung	881,1 m ²
Kuat tekan beton, f'_c	30 MPa
Kuat leleh tulangan, f_y	420 MPa
Faktor reduksi respons, R	8
Faktor kuat lebih, Ω	3
Faktor pembesaran simpangan, C_d	5,5
Perangkat lunak	ETABS V20

1. Pembebanan dan analisis gempa

Beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Berdasarkan data skripsi, beban hidup pelat untuk bangunan kantor adalah 400 kg/m². Beban mati tambahan pelat sebesar 376 kg/m² terdiri atas berat sendiri pelat, spesi, keramik, pluming, serta plafon dan penggantung. Analisis beban angin mengacu pada SNI

1727:2020. Analisis gempa menggunakan SNI 1726:2019 dengan parameter SRPMK $R = 8$, $\Omega = 3$, dan $Cd = 5,5$. Skripsi melaporkan faktor skala 1,2263 g dan berat struktur total sebesar 5.676,680 kN. Gaya gempa kemudian didistribusikan secara vertikal pada tingkat bangunan dan gaya-gaya hasil analisis digunakan sebagai dasar perencanaan elemen struktur.

2. Tahapan perancangan struktur

Perancangan diawali dengan penentuan dimensi awal berdasarkan bentang dan persyaratan dimensi elemen. Tebal pelat ditetapkan 120 mm. Kolom menggunakan dimensi 600 × 600 mm dan 500 × 500 mm. Pada lokasi yang berbeda, sedangkan balok SRPMK representatif berukuran 450 × 700 mm dengan bentang 6,0 m. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan lentur, geser, torsi, jarak tulangan, dan persyaratan pendetailan. Hubungan balok-kolom diperiksa terhadap keseimbangan gaya, geser joint, dan kebutuhan tulangan transversal. Daya dukung tiang dihitung berdasarkan data sondir/CPT.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain awal menghasilkan tebal pelat 120 mm. Pelat representatif memiliki bentang pendek 4,0 m dan bentang panjang 6,0 m dengan rasio bentang 1,5. Perencanaan dilakukan menggunakan metode koefisien momen. Tulangan yang digunakan adalah D10-200 pada kedua arah utama. Rekapitulasi skripsi juga menunjukkan penggunaan D8-200 sebagai tulangan susut pada lantai utama.

Tabel 2. Rekapitulasi tulangan pelat

Elemen	Tebal	Arah X	Arah Y
Pelat lantai utama	120 mm	D10-200	D10-200
Pelat atap	100 mm	D10-250	D10-250
Tulangan susut lantai utama	—	D8-200	D8-200

1. Desain balok SRPMK

Balok representatif berukuran 450 × 700 mm dengan bentang 6,0 m. Tulangan longitudinal yang digunakan adalah 5D22 pada bagian atas dan bawah daerah tumpuan serta 4D22 pada bagian atas dan bawah daerah lapangan. Tulangan tengah menggunakan 2D10. Sengkang digunakan 3D10-50 pada daerah tumpuan dan 3D10-150 pada daerah lapangan. Perencanaan mencakup pemeriksaan lentur, geser, dan torsi serta persyaratan pendetailan SRPMK.

Tabel 3. Tulangan balok SRPMK representatif

Daerah	Tulangan atas	Tulangan bawah	Sengkang
Tumpuan	5D22	5D22	3D10-50
Lapangan	4D22	4D22	3D10-150

2. Desain kolom SRPMK dan perilaku strong-column weak-beam

Kolom representatif berukuran 600 × 600 mm menggunakan 20D29 sebagai tulangan longitudinal. Tulangan transversal pada daerah pengekanan adalah 5D13-100, sedangkan daerah lapangan menggunakan 2D13-150. Pemeriksaan kolom mencakup pengaruh gaya aksial dan lentur dua arah serta kebutuhan tulangan geser. Pendetailan tersebut ditujukan untuk mempertahankan daktilitas dan mendukung konsep strong-column weak-beam pada sistem SRPMK.

Pemeriksaan hubungan balok-kolom menunjukkan bahwa lebar balok representatif 300 mm memenuhi persyaratan geometrik terhadap kolom 600 mm. Pemeriksaan keseimbangan gaya pada

joint yang dilaporkan dalam skripsi menghasilkan selisih gaya nol. Kuat geser nominal hubungan balok-kolom yang dihitung sekitar 2.366 kN pada kedua arah utama sebelum faktor reduksi diterapkan.

3. Faktor Reduksi Gempa dan Berat Struktur

Hasil utama terkait sistem gempa adalah faktor reduksi respons $R = 8$ untuk SRPMK. Faktor ini mencerminkan kemampuan sistem dalam memberikan perilaku daktil dan disipasi energi sesuai sistem struktur yang dipilih. Skripsi melaporkan faktor kuat lebih $\Omega = 3$, faktor pembesaran simpangan $Cd = 5,5$, berat struktur total 5.676,680 kN, dan gaya geser dasar ekuivalen sekitar 525,322 kN. Distribusi gaya gempa menunjukkan gaya tingkat yang semakin besar menuju tingkat atas.

Tabel 4. Hasil analisis gempa

Parameter	Hasil
Faktor reduksi respons, R	8
Faktor kuat lebih, Ω	3
Faktor pembesaran simpangan, Cd	5,5
Faktor skala	1,2263 g
Berat struktur total	5.676,680 kN
Gaya geser dasar, V	525,322 kN

4. Daya dukung pondasi

Perhitungan daya dukung tiang menunjukkan peningkatan kapasitas izin seiring bertambahnya diameter tiang. Kapasitas izin yang dilaporkan adalah sekitar 192,1 kN untuk diameter 200 mm, 406,9 kN untuk 300 mm, 718,6 kN untuk 400 mm, 1.202,4 kN untuk 500 mm, dan 1.799,5 kN untuk 600 mm. Berdasarkan hasil tersebut, tiang diameter 500 mm memiliki kapasitas izin lebih dari 1.200 kN untuk kondisi beban kolom yang besar, dengan tetap mempertimbangkan analisis kelompok tiang dan penurunan dalam desain akhir.

Hasil perancangan mendukung penggunaan SRPMK pada Gedung BPSILHK Mataram karena sistem ini menggunakan faktor reduksi respons yang tinggi dan mensyaratkan pendetailan daktil pada elemen struktur. Perancangan tidak hanya memeriksa kapasitas masing-masing elemen, tetapi juga memperhatikan keterkaitan antara pelat, balok, kolom, hubungan balok-kolom, dan pondasi. Dengan demikian, hasil perancangan dapat dipandang sebagai satu kesatuan sistem struktur yang direncanakan untuk menerima beban gravitasi dan beban lateral gempa.

D. KESIMPULAN

Perancangan ulang struktur Gedung BPSILHK Mataram menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus menghasilkan faktor reduksi respons $R = 8$, faktor kuat lebih $\Omega = 3$, dan faktor pembesaran simpangan $Cd = 5,5$. Faktor skala yang dilaporkan adalah 1,2263 g, dengan berat struktur total 5.676,680 kN dan gaya geser dasar sekitar 525,322 kN. Hasil desain menghasilkan pelat utama setebal 120 mm, balok SRPMK representatif 450×700 mm, serta kolom representatif 600×600 mm dengan konfigurasi tulangan seperti yang dirangkum dalam artikel. Pemeriksaan hubungan balok-kolom dan daya dukung pondasi juga telah dilakukan. Tiang diameter 500 mm memiliki daya dukung izin sekitar 1.202,4 kN. Secara keseluruhan, perancangan menunjukkan penerapan sistem SRPMK pada Gedung BPSILHK Mataram dengan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Almufid, & Santoso, E. (2021). Struktur SRPMK dan SRPMM pada bangunan tinggi. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 18(2), 190–199.
- Asroni, A., Muntafi, Y., & Setiawan, B. (2020). Desain portal beton bertulang sistem rangka pemikul momen khusus. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Asroni, A., Muntafi, Y., & Setiawan, B. (2020). Desain portal beton bertulang sistem rangka pemikul momen menengah. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Asroni, A. (2010). Kolom fondasi & balok T beton bertulang. *Graha Ilmu*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020: Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). PPPURG-SKBI-1.3.53.1987: Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung. Jakarta.
- Hidayat, T. (2022). Analisis kinerja struktur gedung bertingkat akibat beban gempa dengan metode respons spektrum dan time history (Studi kasus: Gedung Infrastruktur BASICS LIPI 3 Badung). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Islami, M. (2021). Perbandingan hasil perancangan struktur Gedung Hotel Golden Tulip Mataram dengan SRPMK dan SRPMM. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Kamila, I. (2022). Perencanaan gedung bertingkat beton bertulang sebagai struktur penahan gempa menggunakan sistem ganda rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural khusus. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Putra, A. (2022). Pengaruh kemiringan tanah pondasi terhadap perilaku struktur beton bertulang pada bangunan tinggi seragam akibat beban gempa. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Surendro, B. (2015). Rekayasa pondasi. *Graha Ilmu*.