

Perencanaan Struktur Gedung Serbaguna Dan Musholla MTsN 2 Kota Bukittinggi

Aulia Laillatul Rahmi*^{id}, Helga Yermadona^{id}, Surya Eka Priana^{id}

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Bukittinggi, Indonesia

Abstrak. Struktur gedung serbaguna dan musala MTsN 2 Kota Bukittinggi memerlukan perencanaan yang aman, fungsional, dan sesuai standar sarana pendidikan. Permasalahan utamanya adalah belum tersedianya fasilitas gedung serbaguna dan musholla yang memadai di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur gedung dua lantai, dengan lantai dasar difungsikan sebagai gedung serbaguna dan lantai atas sebagai musholla. Sebagai bangunan bertingkat, perencanaan struktur memperhitungkan kekuatan dan stabilitas terhadap gaya lateral akibat gempa. Perhitungan mengacu pada SNI 1727:2019 tentang pembebanan gempa dan SNI 1727:2020 tentang beban bangunan. Pemodelan dilakukan secara numerik menggunakan SAP2000 v.22. Sistem struktur utama berupa rangka beton bertulang yang terdiri dari pelat, balok, kolom, sloof, dan pondasi. Material yang digunakan meliputi beton K-250 dan baja BJTD 400. Balok direncanakan dalam tiga tipe (B1, B2, B3) kolom dua tipe (K1 dan K2), dimensi sloof 25 × 50 cm, serta pondasi berupa pile cap 170 × 170 × 60 cm dengan pondasi sumuran diameter 1 m dan kedalaman 3,6 m. Hasil analisis menunjukkan seluruh elemen struktur memenuhi persyaratan kekuatan, stabilitas, dan keamanan berdasarkan kombinasi beban mati, hidup, dan gempa.

Kata kunci: Struktur Bertulang; Pemodelan; Analisis; SAP 2000 v.22; Gedung Bertingkat.

1. Pendahuluan

Pendidikan di Indonesia, khususnya Kota Bukittinggi, terus berkembang sehingga memerlukan sarana yang mendukung proses belajar dan pembentukan karakter. MTsN 2 Kota Bukittinggi sebagai lembaga pendidikan menengah membutuhkan fasilitas yang memadai, salah satunya berupa gedung serbaguna dengan musala untuk menunjang kegiatan akademik, non-akademik, dan ibadah. Saat ini, sekolah belum memiliki fasilitas yang memenuhi standar keamanan. Gedung lama yang tidak layak telah dirobohkan, sehingga diperlukan perencanaan ulang yang aman, fungsional, dan sesuai standar. Struktur bangunan pada gedung ini direncanakan dengan mempertimbangkan ketahanan terhadap gempa, karena lokasi geografis Indonesia berada di

* Penulis Korespondensi: auliaaillatulrahmi10@gmail.com

pertemuan lempeng-lempeng tektonik dunia, negara ini merupakan zona patahan yang aktif dan dikelilingi oleh cincin api yang dikenal pula sebagai *Ring of Fire*. Beban seismik merupakan total dari semua beban tetap yang dihadapkan pada suatu struktur, meniru dampak gerakan tanah akibat gempa bumi. (Wira Sanjani et al., 2022).

Menurut Mangkunegara (2002:163) “Keselamatan dan kesehatan dalam bekerja adalah suatu ide dan usaha untuk menjaga keutuhan fisik serta mental para pekerja secara khusus dan masyarakat secara luas, terkait dengan pekerjaan mereka dan budaya yang dimiliki, untuk membangun masyarakat yang adil dan makmur.” (Pangaribuan et al., 2022)

Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2019 dan terkait dengan SNI 1726:2019, yaitu metode desain struktur yang mempertimbangkan keselamatan terhadap gempa bangunan gedung dan non-gedung untuk memastikan kestabilan serta keamanan struktur saat terjadi gempa. Penelitian (Sodik & Andayani, 2021) mengeksplorasi penerapan SNI 1726:2019 pada konstruksi rangka momen beton bertulang Indonesia.

Superstruktur meliputi kolom, balok, plat lantai dan atap, berperan dalam mendukung beban yang berada pada bangunan. Sementara itu, substruktur terdiri dari sloof dan pondasi, berfungsi untuk menyerap beban superstruktur dan mentransfernya ke tanah yang solid. Desain struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v.22 untuk mempermudah perhitungan dan menghemat waktu serta usaha. Struktur tersebut diberikan beban tetap, yang sering disebut sebagai beban mati, dan beban sementra, yang mencakup beban hidup serta beban gempa yang muncul akibat gempa bumi.

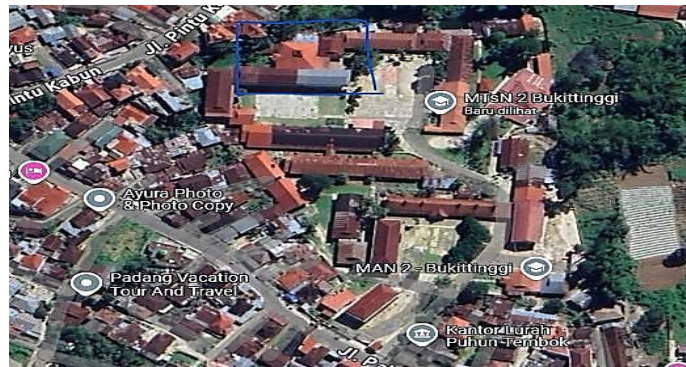
Berdasarkan UBC (*Uniform Building Code*) 1997, sasaran dari keselamatan terhadap gempa bumi pada bangunan adalah untuk menghindari kerusakan pada struktur dan mencegah terjadinya kehilangan nyawa. Struktur yang kokoh umumnya memiliki ukuran yang besar, namun kurang efisien ketika diterapkan pada gedung bertingkat.

Penelitian ini didasarkan pada kebutuhan mendesak akan sarana pendidikan yang representatif, aman, dan sesuai standar konstruksi. Perbandingan dengan penelitian terdahulu membahas persyaratan material, metode analisis, dan kombinasi beban dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat (Dwi Oktavianto & Nurul Rochmah, 2022). Menurut SNI 1726:2019, bangunan dibagi menjadi dua bagian, yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas (*upper structure*) merujuk pada bagian bangunan yang terletak di atas tanah. Sementara itu, struktur bawah (*lower structure*) mencakup elemen yang lebih rendah, termasuk semua bagian yang ada di bawah tanah (Wira Sanjani et al., 2022).

2. Metodologi Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan pada penelitian ini terletak di Jl. Pabidikan, pohon Pintu Kabun, Kecamatan Mandiangin Koto Selayan, Kota Bukittinggi, Sumatera Barat. Daerah ini termasuk wilayah yang rentan terhadap gempa karena letak di atas patahan Sumatera. Pemetaan dilaksanakan untuk mempelajari situasi lingkungan dan menganalisis faktor risiko gempa. Bangunan ini memiliki dua tingkat, di mana tingkat pertama berfungsi sebagai ruang serbaguna dan tingkat kedua sebagai tempat ibadah.



Gambar 1: Lokasi Penelitian

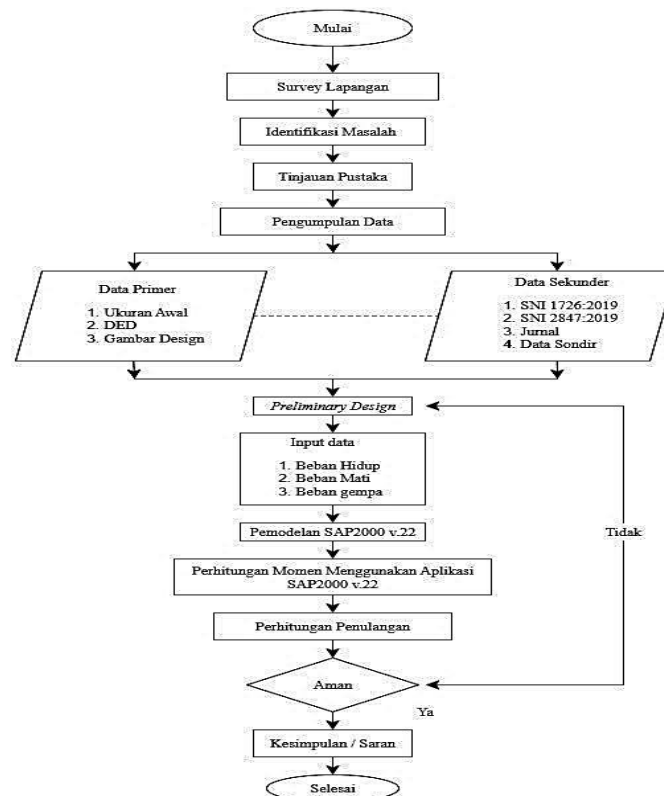
b. Metode Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang didapatkan dari buku, catatan, dokumen, serta desain dan data teknis yang berkaitan dengan perencanaan bangunan. Saat merancang struktur bangunan, penting untuk memperhatikan peraturan yang ada sesuai dengan kriteria standar yang ditetapkan di Indonesia. Metodologi yang diterapkan dalam studi ini adalah kuantitatif guna mengumpulkan data yang diterapkan dalam studi ini adalah metode kualitatif untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam mengenai penelitian ini. Langkah-langkah utama terdiri dari:

- a). *Preliminary design* yaitu, perencanaan bentuk dan sistem struktur untuk menentukan dimensi dan mutu material yang sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan. *Preliminary design* pada tahap ini dilakukan untuk bagian balok, kolom, pelat, yang digunakan untuk mengintegrasikan ukuran ke dalam pemodelan tiga dimensi dengan bantuan SAP 2000 v.22. Perhitungan ini mengacu pada ketentuan mengenai syarat-syarat struktur beton sesuai dengan SNI 2847:2019 (Wicaksana & Rosyidah, 2021)
- b). Pembebanan merupakan proses menentukan seluruh beban yang akan bekerja pada bangunan selama masa pakainya dengan menghitung beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), dan beban gempa (*earthquake load*) sesuai standar SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2019. Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, beban hidup, beban angin maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut.(Palit et al., 2016)
- c). Pemodelan analisa struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000 v.22 untuk memperoleh gaya-gaya dalam (momen, geser, aksial) dan mengetahui kekuatan dan kemampuan struktur dalam menahan beban yang akan bekerja sesuai dengan kombinasi pembebanan.

Struktur bangunan multifungsi dan tempat beribadah ini dirancang menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPMK). Menurut penelitian dari (Widianti et al., 2024) desain bangunan pasar Godean di Kabupaten Sleman telah diperbaharui dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Penekatan ini memberikan bangunan sifat duktil, yang berarti struktur tersebut mampu menyerap energi dengan sangat efektif dan dapat

menahan beban dengan baik saat terkena gempa. Desainnya didasarkan pada prinsip "*strong column - weak beam*", di mana kolom memiliki kekuatan lebih tinggi dibandingkan balok, sehingga deformasi plastis akan terjadi lebih dulu pada balok saat menerima beban gempa yang telah direncanakan. Selain itu, sambungan anantara kolom dan balok perlu dirancang untuk mencegah terjadinya keruntuhan yang prematur. Oleh karena itu, kolom dirancang lebih kokoh dibandingkan balok pada area sambungan balok kolom atau HBK (Febrianto et al., 2013).



Gambar 2: Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data

Bangunan yang direncanakan merupakan gedung serbaguna sekaligus musala dengan jumlah dua lantai. Lantai 1 memiliki tinggi 3 meter, sedangkan lantai 2 setinggi 5 meter dengan total luas bangunan mencapai 1080 m². Elemen struktur utama menggunakan dua jenis kolom, yaitu kolom berukuran 65 cm × 65 cm dan kolom berukuran 30 cm × 30 cm. Selain itu, balok yang digunakan terdiri dari beberapa dimensi, yakni balok B1 berukuran 40 cm × 60 cm, balok B2 35 cm × 50 cm, balok B3 30 cm × 45 cm. Plat lantai direncanakan dengan tebal 120 mm. Mutu beton yang digunakan adalah K-250 dengan kuat tekan (f_c') sebesar 21 MPa, sedangkan baja tulangan memiliki kuat leleh (f_y) sebesar 390 MPa atau setara dengan U-39. Adapun jenis tanah pada lokasi bangunan dikategorikan sebagai tanah sedang (D) yang menjadi acuan dalam perencanaan pondasi. Dengan data perencanaan tersebut, dapat dilihat bahwa struktur bangunan dirancang secara detail mulai dari jumlah lantai, dimensi kolom, ukuran balok,

hingga ketebalan plat lantai. Pemilihan mutu beton dan baja tulangan dapat memberikan jaminan kekuatan struktur agar mampu menahan beban sesuai fungsinya sebagai gedung serbaguna dan musala.

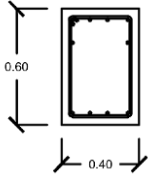
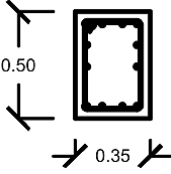
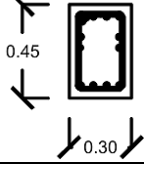
3.1.1 Hasil Perencanaan

Perencanaan ini ditinjau berdasarkan tabel kategori risiko bangunan gedung dan non gedung sesuai dengan peraturan beban gempa SNI 1726-2019 pasal 4.1.2). Gedung ini termasuk kedalam kategori risiko II, sehingga kategori desain seismik didapat D, maka gedung tersebut direncanakan menggunakan SRPMK. Berikut rekap penulangan pada balok, kolom, sloof, plat lantai, dan pondasi sumuran.

a). Balok

perencanaan penulangan balok pada struktur gedung serbaguna ini dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan kekuatan terhadap momen lentur maupun gaya geser. Rekapitulasi hasil perencanaan penulangan balok dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 : Rekapitulasi penulangan balok

Elemen	Detail Penulangan	Tumpuan	Lapangan	Tulangan Geser
Balok B1 40 × 60		6D16	4D16	D10-100
		4D16	6D16	D10-150
Balok B2 35 × 50		8D19	4D19	D10-100
		4D19	4D19	D10-150
Balok B3 30 × 45		8D12	4D12	D10-100
		4D12	8D16	D10-150

Pada perencanaan balok B1 berukuran 40 × 60 cm dengan tulangan utama 6D16, tumpuan 4D16, lapangan 6D16. Pada balok B2 memiliki dimensi dengan ukuran 35 × 50 cm dengan tulangan utama 8D19, tumpuan 4D19, Lapangan 4D19, dan tulangan geser. Sedangkan pada balok B3 memiliki dimensi dengan ukuran 30 × 45 cm dengan tulangan utama 8D12, tumpuan 4D12, lapangan 8D16, dan tulangan geser dari tiga tipe balok tersebut mempunyai jarak tulangan geser yang sama, yaitu dengan jarak Ø10-100 dan Ø10-150. Maka setiap balok direncanakan sesuai kebutuhan kekuatan dan fungsinya agar mampu menahan beban gempa dengan aman dan efisien.

Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan pembebanan maksimum dan minimum pada balok, serta rencana penulangan untuk balok B1 (40 × 60 cm),

balok B2 (35 × 50 cm), dan balok B3 (30 × 45 cm). Dibawah ini adalah rekapitulasi pembebanan maksimum dan minimum pada balok.

Tabel 2: Rekapitulasi perhitungan balok

Elemen	Mu (maks)	Mu (min)	Vu ⁺	Vu ⁻
B1	135.10 kNm	-192.42 kNm	81.607 kN	-163.214 kN
B2	159.05 kNm	-354.13 kNm	81.607 kN	-163.214 kN
B3	70.06 kNm	-154.38 kNm	44.2055 kN	-88.411 kN

Hasil analisis ini menunjukkan variasi beban maksimum dan minimum pada masing-masing balok, yang menjadi dasar penentuan kebutuhan tulangan utama maupun geser. Dimensi balok B1, B2, B3 direncanakan sesuai standar perencanaan struktur beton bertulang agar mampu menahan momen lentur dan gaya geser secara aman. Selain itu, pemilihan diameter serta jumlah batang tulangan didasarkan pada perhitungan kapasitas penampang terhadap beban rencana dan memenuhi ketentuan SNI 2847:2019. Rekapitulasi ini juga memperlihatkan distribusi tulangan pada daerah tumpuan dan lapangan, sehingga setiap elemen balok dapat bekerja optimal sesuai fungsinya.

b). Plat Lantai

Berdasarkan tabel rekapitulasi penulangan pada plat, setiap panel A, B, C, D direncanakan dengan tulangan baja berdiameter 10 mm pada jarak pemasangan 150 - 170 mm. Nilai koefisien, momen (Mu), dan luas tulangan (As) berbeda pada tiap arah tulangan (Lx, Ly, Tx dan Ty), namun secara keseluruhan penulangan plat dipilih agar plat mampu menahan momen lentur sesuai kebutuhan perencanaan serta menjamin kekuatan dan keamanan struktur bangunan. Dengan demikian, penulangan pada plat ini dirancang untuk memastikan plat mampu menahan momen lentur, menjaga kestabilan sehingga struktur bangunan aman dan layak digunakan.

Selain itu, variasi penulangan pada tiap arah menunjukkan bahwa beban yang diterima plat tidak selalu merata, melainkan berbeda sesuai posisi dan fungsinya dalam struktur. Tulangan pada arah tertentu dibuat lebih rapat karena menahan beban yang lebih besar, sedangkan pada arah lain cukup dengan jarak lebih renggang. Hal ini menunjukkan bahwa desain penulangan telah mengikuti standar perencanaan yang berlaku sehingga dapat memberikan efisiensi penggunaan material, namun tetap mengutamakan aspek kekuatan dan keamanan bangunan secara keseluruhan.

Tabel 3: Rekapitulasi penulangan plat

Panel plat	Arah tulangan	Koefisien	Mu	As	Tulangan
A	Lx	63	5	217.222	D10-150 mm
	Ly	34	2.74	117.226	D10-170 mm
	Tx	63	-7	217.222	D10-150 mm
	Ty	34	-2.74	-117.226	D10-170 mm
B	Lx	62	5	213.773	D10-150 mm
	Ly	35	2.82	120.674	D10-170 mm
	Tx	62	-5	213.773	D10-150 mm
	Ty	35	-2.82	120.674	D10-170 mm
C	Lx	44.8	4.56	195.051	D10-150 mm
	Ly	37.7	3.84	182.362	D10-170 mm

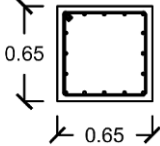
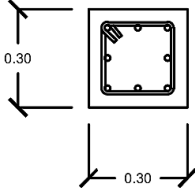
Panel plat	Arah tulangan	Koefisien	Mu	As	Tulangan
D	Tx	44.8	-4.56	-195.051	D10-150 mm
	Ty	37.7	-3.84	-182.362	D10-170 mm
	Lx	53	5.339	230.756	D10-150 mm
	Ly	38	3.87	165.443	D10-170 mm
	Tx	53	5.339	230.756	D10-150 mm
	Ty	38	3.87	165.443	D10-170 mm

Dari tabel 3 terlihat bahwa kebutuhan tulangan pada masing-masing panel plat, baik arah x maupun y, telah ditentukan sesuai dengan hasil perhitungan momen rencana (M_u). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa perencanaan penulangan plat sudah memenuhi syarat kekuatan dan keamanan struktur.

c). Kolom

Menurut Nawy 1998, "Kolom adalah bagian vertikal dari suatu struktur rangka bangunan yang menempati posisi terpenting dalam keseluruhan sistem struktur bangunan gedung yang menerima beban tekan dan lentur. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melewati pondasi" (Hidayat et al., 2023). Pada perencanaan ini ada 2 tipe kolom, yaitu kolom K1 dengan dimensi 65×65 cm dengan tulangan utama 5D19, tumpuan 6D16, lapangan 6D16, sedangkan pada kolom K2 memiliki dimensi sebesar 30×30 cm menggunakan tulangan utama 3D16, tumpuan 2D16, lapangan 3D16, serta kedua tipe kolom memiliki jarak tulangan geser sebesar $\emptyset 10$ -100 dan $\emptyset 10$ -170 mm. Sehingga kedua kolom tersebut direncanakan untuk memberikan kekuatan dan kestabilan struktur bangunan secara optimal. Dinding geser pada umumnya bersifat kaku, sehingga *deformasi* (lendutan) horizontal menjadi kecil. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, gaya gempa sebagian besar akan terserap oleh dinding geser tersebut. Perencanaan dinding geser sebagai elemen struktur penahan beban gempa pada gedung bertingkat dilakukan dengan konsep gaya dalam, kemudian setelah itu direncanakan penulangan dinding geser (Nugroho, 2017). Berikut adalah rekapitulasi penulangan pada kolom:

Tabel 4: Rekapitulasi penulangan kolom

Elemen	Detail Penulangan	Tumpuan	Lapangan	Tulangan Geser
Kolom K1		5D19	6D16	D10-100
65 x 65		6D16	5D16	D10-150
Kolom K1		3D16	2D16	D10-100
30 x 30		2D16	3D16	D10-150

Pada pembebanan kolom K1 dengan gaya aksial maksimum 226,047 kN, momen lentur terbesar 179,2433 kNm pada sumbu X, dan 0,2931 kNm pada sumbu Y. Beban geser maksimum pada tumpuan kolom K1 sebesar 18,3699 kN dan lapangan 9,4345 kN. sedangkan pada kolom K2 dengan gaya aksial maksimumnya sebesar 75,663 kN, momen terbesar 14,2609 kNm pada sumbu Y, serta beban geser 10,79 kN di tumpuan dan 5,395 kN di lapangan.

d). Sloof

Menurut Teguh Pudjo Muljono (2007), dalam buku Struktur Beton bertulang, Sloof merupakan :balok yang menghubungkan antar pondasi setempat (misalnya pondasi batu kali atau *footplat*) dan yang berfungsi untuk meratakan beban struktur atas dan menjaga kedudukan relatif antar pondasi agar tidak bergeser” (Dewobroto, 2007). Sloof dengan dimensi 25 cm × 50 cm dan panjang 6m menggunakan mutu beton $f_c' = 25$ MPa dan baja tulangan $f_y = 390$ Mpa. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa momen negatif sebesar 51,10 kNm dan momen positif sebesar 25,55 kNm dapat ditahan dengan tulangan 3D16 ($A_s = 602,88 \text{ mm}^2$) yang lebih besar dari kebutuhan minimum, sehingga dinyatakan aman. Momen rencana pada tumpuan dan lapangan masing-masing sebesar 80,84 kNm, lebih besar dari momen rencana (M_u), sehingga memenuhi. Kontrol regangan tekan diperoleh 0,00255, masih dibawah batas 0,003, sehingga syarat terpenuhi. Untuk gaya geser maksimum 39,73 kN dapat ditahan oleh kapasitas penampang 198,22 kN, sehingga sloof ini aman terhadap momen dan geser. Tabel rekapitulasi sloof dapat dilihat dibawah ini:

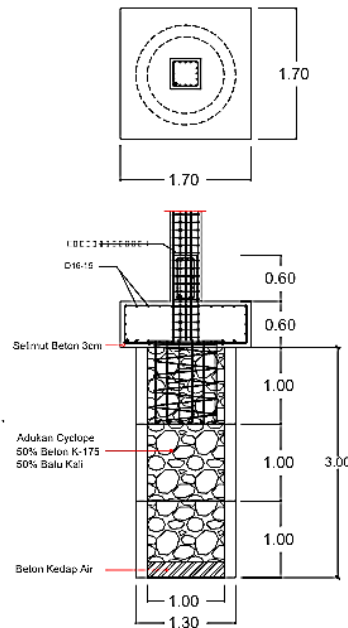
Tabel 5: Rekapitulasi perhitungan sloof

Elemen	M_u (maks)	M_u (Min)	V_u^+	V_u^-
S1	25.55 kN/m	-51.10 kN/m	39.73 kN/m	19.86 kN/m

Berdasarkan hasil pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa nilai momen dan gaya geser rencana masih berada dalam kapasitas penampang sloof. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan dimensi beserta tulangan yang digunakan sudah memadai dan memenuhi persyaratan keamanan struktur.

e). Pondasi

Pondasi 170 cm × 170 cm × 60 cm



Gambar 3: Detail Pondasi Sumuran

Perencanaan pondasi ini menerima memiliki kedalaman 3,60 meter dipilih berdasarkan kondisi tanah dan kebutuhan struktur terhadap beban besar. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa pondasi ini telah memenuhi syarat kekuatan dan stabilitas struktur. Untuk merencanakan pondasi, untuk mencegah gagalnya fungsi pondasi harus dirancang sesuai dengan kondisi tanah yang aman, dan mampu memberi daya dukung beban bangunan tanpa muncul degradasi secara berlebih (Simalango et al., 2021). Dengan demikian, pondasi dinyatakan aman dan layak, serta mampu menyalurkan beban ke tanah dasar secara efektif. Adapun tabel rekapitulasi perhitungan pondasi sebagai berikut:

Tabel 6: Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Pondasi

Elemen	Pu (kNm)	Mu (kNm)
Pondasi 170 × 170 × 60 cm	885,158 kN	193,6237 kN

Berdasarkan tabel rekapitulasi perhitungan penulangan pondasi, $m_{amo}=pu$ menahan gaya aksial (Pu) sebesar 885,158 kN dan momen lentur (Mu) sebesar 193,6237 kNm, sehingga pondasi tersebut mampu mendukung beban struktur di atasnya secara aman sesuai kebutuhan perencanaan. Jika tanah pendukung pondasi berada pada kedalaman 30 meter dibawah permukaan tanah, caisson terbuka dapat digunakan, namun jika tekanan atmosfer dibawah 3 kg/cm², maka caisson bertekanan harus dipakai. Apabila tanah pendukung berada pada kedalaman sekitar 40 meter di bawah permukaan tanah, tiang pancang baja atau tiang pancang dapat digunakan (Anshar, 2022). Oleh, karena itu pondasi ini dinyatakan aman dan mampu untuk menyalurkan beban ke tanah dasar secara efisien.

f). Beban Gempa (*Earthquake*)

Beban gempa mengacu pada semua beban ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menyerupai pengaruh pergerakan tanah akibat gempa. Beban gempa termasuk gaya-gaya dalam struktur yang terjadi karena gerakan tanah akibat gempa dan ini adalah semua beban statik ekuivalen yang berpengaruh terhadap pergerakan tanah pada gedung (Nasution et al., 2020). Beban lateral dan beban gravitasi didistribusikan ke setiap tingkat lantai yang kemudian disalurkan kepada semua balok dan kolom dengan pendetailan yang khusus di wilayah gempa tinggi (Mahendrayu & Kartini, 2019). Di Indonesia terdapat peraturan perencanaan bangunan tahan gempa yang selalu diperbaharui dari tahun ke tahun. Pembaharuan SNI 1726:2019 mengacu pada ASCE 7-16 dan didasari dengan pemutakhiran Peta Gempa Nasional yang menghasilkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia.

4. Kesimpulan

Dari perhitungan struktur yang sudah dihitung oleh penulis hasil perencanaan pada Perencanaan Gedung Serbaguna dan Musholla MTsN 2 Kota Bukittinggi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Struktur Atas

a). Perencanaan balok menggunakan 3 tipe dimensi balok, yaitu balok B1 dengan ukuran 40 cm × 60 cm, balok B2 35 cm × 50 cm, dan balok B3 berukuran 30 cm × 45 cm. Pemilihan dimensi balok tersebut didasarkan pada kebutuhan daya dukung terhadap beban yang bekerja, baik beban mati maupun beban hidup, sehingga diharapkan mampu memberikan kekuatan dan kestabilan pada bangunan. Dengan adanya variasi ukuran balok, distribusi beban pada struktur dapat lebih optimal sesuai dengan fungsi ruang yang direncanakan. Balok 40 cm × 60 cm. Pada balok B1 tulangan lentur yang digunakan adalah 6 D 16 untuk tulangan tarik dan 4 D 16 untuk tulangan tekan. Tulangan geser yang digunakan Ø10-100 untuk tumpuan dan Ø10-150 untuk lapangan. Balok 35 cm × 50 cm pada balok B2 tulangan lentur yang digunakan adalah 12 D 19 untuk tulangan tarik dan 6 D 19 untuk tulangan tekan. Tulangan geser yang digunakan Ø10-100 untuk tumpuan dan Ø10-150 untuk lapangan. Serta, balok 30 cm × 45 cm Pada balok B2 tulangan lentur yang digunakan adalah 8 D 16 untuk tulangan tarik dan 4 D 12 untuk tulangan tekan. Tulangan geser yang digunakan Ø10-100 untuk tumpuan dan Ø10-150 untuk lapangan.

b). Tebal pelat lantai ditetapkan sebesar 120 mm dengan plat dak tebal 100 mm untuk mendukung kinerja balok secara keseluruhan. Selain itu, kolom yang digunakan dalam perencanaan terdiri dari kolom berukuran 65 cm × 65 cm dan 30 cm × 30 cm. Plat lantai tulangan yang dipakai arah x = D10-150, arah y = D10-170.

c). Selain itu, pada perencanaan kolom digunakan dua tipe dimensi, yaitu kolom (K1) 65 cm × 65 cm. Tulangan pokok 16 D 19. Tulangan geser untuk tumpuan digunakan D13-100 untuk tumpuan dan D10-150 untuk lapangan. Kolom (K2) 30 cm × 30 cm. Tulangan pokok 8 D 16. Tulangan geser untuk tumpuan digunakan D13-100 untuk tumpuan dan D10-150 untuk lapangan.

b. Struktur Bawah

a). Sloof dengan dimensi 25 cm × 50 cm dan panjang 6m menggunakan mutu beton $f_c' = 25$ MPa dan baja tulangan $f_y = 390$ Mpa. Hasil perhitungan

menunjukkan bahwa momen negatif sebesar 51,10 kNm dan momen positif sebesar 25,55 kNm dapat ditahan dengan tulangan 3D16 ($A_s = 602,88 \text{ mm}^2$) yang lebih besar dari kebutuhan minimum, sehingga dinyatakan aman.

b). Sedangkan untuk pondasi sumuran direncanakan dengan ukuran $170 \text{ cm} \times 170 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ dengan kedalaman 3,60 meter. Tulangan arah $x = D10-150$ dan arah $y D10-170$, agar dapat memberikan kestabilan dan kekuatan pondasi dalam menopang struktur bangunan secara keseluruhan.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk perencanaan struktur gedung serbaguna dan musholla yang aman, fungsional, serta sesuai standar teknis, sehingga dapat dijadikan acuan pada proyek sejenis maupun sebagai bahan referensi akademis. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan karena perhitungan hanya difokuskan pada aspek perencanaan struktur tanpa mempertimbangkan faktor pelaksanaan di lapangan, keterbatasan variasi material, serta kondisi tanah yang lebih kompleks. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar dilakukan kajian yang lebih mendalam terkait analisis biaya, metode pelaksanaan, serta simulasi beban gempa dengan variasi kondisi tanah dan model struktur yang lebih beragam, sehingga hasil perencanaan dapat lebih komprehensif, realistis, dan aplikatif.

7. Referensi

- Anshar, M. (2022). Tinjauan Ulang Perencanaan Struktur Gedung Smp Muhammadiyah Kota Payakumbuh. In *Ensiklopedia Social Review*. <https://scholar.archive.org/work/sspmue22xfh3hepyb4mi3qlqni/access/wayback/http://jurnal.ensiklopediaku.org/ojs-2.4.8-3/index.php/sosial/article/download/811/737>
- Dewobroto, W. (2007). *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*. Elex Media Komputindo.
- Dwi Oktavianto, & Nurul Rochmah. (2022). Perencanaan Struktur Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan (Ojk) Kawasan Regional 4 Dengan Metode Beton Pracetak. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 229–239. <https://doi.org/10.22225/pd.11.2.5367.229-239>
- Febrianto, et al (2013). Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Tinggi Berdasarkan Sni 03-1726-2010. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(1), 132–147.
- Hidayat, et al (2023). Perencanaan Struktur Gedung Lokal Pengawasan Makanan Dan Obatn Kota Payakumbuh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(2), 65–71.
- Mahendrayu, B., & Kartini, W. (2019). Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk) Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Graha Siantar Top Surabaya. *Kern: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2).
- Nasution, et al. (2020). Desain Elemen Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk). *Jurnal KOMPOSITS*, 1(1). <https://ojs.umb-bungo.ac.id/index.php/JKTS/article/view/300>
- Nugroho, F. (2017). Pengaruh Dinding Geser Terhadap Perencanaan Kolom Dan Balok Bangunan Gedung Beton Bertulang. *Jurnal Momentum ISSN 1693-752X*, 19(1).
- Palit, et al (2016). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(4), 131325.
- Pangaribuan, M., Doda, D. V. ., & Kawatu, P. A. T. (2022). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. 1(2), 282.
- Simalango, et al (2021). Studi Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi (Perbandingan Antara Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Sumuran). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 4(1), 21–29.

- Sodik, et al. (2021). Pengaruh Penerapan SNI 1726: 2019 terhadap Desain Struktur Rangka Momen Beton Bertulang di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 17(1), 1-12.
- Wicaksana, A., & Rosyidah, A. (2021). Perbandingan Perancangan Bangunan Tahan Gempa Menggunakan SNI 1726: 2012 Dan SNI 1726: 2019. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 18(1), 88-99.
- Widianti, et al (2024). Perencanaan Ulang Struktur Atas Bangunan Pasar Godean Kabupaten Sleman. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 5(4), 29-35.
- Wira Sanjani, G., Yermadona, H., & Kurniawan, D. (2022). Perencanaan Struktur Atas Gedung Kuliah Universitas Mohammad Natsir Bukittinggi. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(3), 8-19. <https://doi.org/10.33559/err.v1i3.1231>