



PERENCANAAN GEDUNG MADRASAH TSANAWIYAH PLUS TIGA BATUR

Ronny Junnaidy¹, Astuti Masdar², Avip Frasikha³, Zuly Nelriska Wati⁴

^{1,2,3,4,5}Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh, Jl. Khatib Sulaiman, Payakumbuh, Indonesia

Corresponding Author E-Mail: astutimasdar@sttpyk.ac.id

ABSTRAK

Perencanaan struktur Gedung Madrasah Tsanawiyah Plus Tiga Batur bertujuan untuk menghasilkan desain bangunan yang aman, efisien, dan sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Lokasi perencanaan terletak di Jorong Koto Tuo, Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan acuan utama SNI 1727:2020 tentang beban bangunan, SNI 2847:2019 tentang beton struktural, SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa, dan SNI 8900:2020 sebagai panduan desain sederhana beton bertulang. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa material utama yang digunakan adalah beton bertulang dengan mutu $f'c = 30$ MPa, baja tulangan ulir $f_y = 420$ MPa, dan baja polos $f_y = 280$ MPa. Dimensi elemen struktur yang memenuhi syarat kekuatan dan lendutan meliputi pelat atap 10 cm, pelat lantai typical 12 cm, balok utama 50×75 cm, balok anak 25×45 cm, dan kolom 60×60 cm. Pondasi yang digunakan adalah bored pile berdiameter 60 cm dengan tulangan utama 6D16 dan sengkang $\emptyset 10$. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur gedung aman terhadap beban gravitasi dan beban gempa sesuai dengan SNI 1726:2019. Dengan demikian, hasil perencanaan ini dapat menjadi acuan teknis bagi pembangunan gedung pendidikan sejenis.

Kata kunci : perencanaan struktur, beton bertulang, SAP2000, SNI 2847:2019, Madrasah Tsanawiyah Plus Tiga Batur.

ABSTRACT

The structural design of the Madrasah Tsanawiyah Plus Tiga Batur building aims to produce a safe, efficient, and code-compliant structure in accordance with Indonesian National Standards (SNI). The project site is located in Jorong Koto Tuo, Harau District, Lima Puluh Kota Regency. Structural analysis was performed using SAP2000 software based on SNI 1727:2020 for building loads, SNI 2847:2019 for structural concrete, SNI 1726:2019 for earthquake resistance, and SNI 8900:2020 as a guide for simplified reinforced concrete design. The main materials used are reinforced concrete with a compressive strength of $f'c = 30$ MPa, deformed steel reinforcement with $f_y = 420$ MPa, and plain steel reinforcement with $f_y = 280$ MPa. The structural elements that satisfy strength and deflection requirements consist of a 10 cm roof slab, 12 cm typical floor slab, 50×75 cm main beam, 25×45 cm secondary beam, and 60×60 cm column. The foundation system employs bored piles with a diameter of 60 cm, reinforced with 6D16 main bars and $\emptyset 10$ stirrups. The analysis results indicate that the structure is safe under both gravity and seismic loads in accordance with SNI 1726:2019. Therefore, this design can serve as a technical reference for the structural planning and construction of similar educational buildings.

Keyword : structural design, reinforced concrete, SAP2000, SNI 2847:2019, Madrasah Tsanawiyah Plus Tiga Batur.



1. PENDAHULUAN

Pembangunan fasilitas pendidikan yang aman dan berkelanjutan merupakan salah satu kebutuhan penting dalam mendukung peningkatan kualitas sumber daya manusia. Gedung sekolah sebagai fasilitas publik harus direncanakan dengan memperhatikan aspek kekuatan, kekakuan, stabilitas, serta ketahanan terhadap beban gempa agar mampu memberikan perlindungan bagi pengguna bangunan selama umur layan struktur.

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah dengan tingkat aktivitas seismik tinggi di Indonesia karena berada pada zona pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Eurasia serta dipengaruhi oleh keberadaan Sesar Sumatera. Kondisi tersebut menyebabkan bangunan gedung, khususnya fasilitas pendidikan yang memiliki tingkat okupansi tinggi, harus direncanakan sesuai prinsip bangunan tahan gempa berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019.

Berbagai penelitian dan perencanaan gedung pendidikan sebelumnya umumnya berfokus pada analisis kekuatan elemen struktur tanpa mengkaji secara rinci penerapan parameter gempa terkini berdasarkan SNI 1726:2019 serta integrasinya dengan sistem struktur beton bertulang pada bangunan sekolah di wilayah rawan gempa. Selain itu, masih terbatas referensi perencanaan gedung pendidikan di Kabupaten Lima Puluh Kota yang mempertimbangkan kondisi seismik lokal sebagai dasar desain struktur.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merencanakan struktur Gedung Madrasah Tsanawiyah Plus Tiga Batur menggunakan sistem struktur beton bertulang yang dianalisis dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 sesuai ketentuan SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, dan SNI 1726:2019. Kontribusi penelitian ini adalah menghasilkan desain struktur gedung pendidikan yang memenuhi persyaratan kekuatan, layanan, dan ketahanan gempa pada wilayah dengan risiko seismik tinggi sehingga dapat menjadi referensi teknis bagi pembangunan gedung pendidikan sejenis di Sumatera Barat

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Struktur Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan kombinasi antara beton dan baja tulangan yang bekerja bersama untuk menahan gaya tekan maupun gaya tarik

pada elemen struktur. Beton memiliki kuat tekan yang tinggi, sedangkan baja tulangan memiliki kemampuan menahan gaya tarik sehingga keduanya saling melengkapi dalam sistem struktur bangunan [1]. Perencanaan beton bertulang harus memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, stabilitas, serta ketahanan terhadap beban gempa sesuai standar yang berlaku [2].

2. Perencanaan Struktur Gedung

Perencanaan struktur gedung bertujuan menghasilkan bangunan yang aman, ekonomis, dan memenuhi fungsi pelayanan selama umur rencana bangunan. Dalam proses perencanaan diperlukan analisis terhadap beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang bekerja pada struktur [3]. Struktur gedung beton bertulang umumnya terdiri dari pelat, balok, kolom, dan pondasi yang direncanakan berdasarkan kombinasi pembebanan terfaktor [2].

3. Pembebanan Struktur

Pembebanan pada bangunan gedung mengacu pada ketentuan Standar Nasional Indonesia tentang beban minimum bangunan gedung. Beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa [4]. Kombinasi pembebanan digunakan untuk memperoleh kondisi kritis yang akan digunakan dalam analisis struktur sehingga struktur mampu menahan gaya-gaya yang terjadi secara aman.

4. Ketahanan Gempa

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki aktivitas seismik tinggi sehingga perencanaan bangunan tahan gempa menjadi sangat penting. Perencanaan ketahanan gempa dilakukan untuk mengurangi risiko keruntuhan bangunan akibat gempa bumi [5]. Analisis gempa pada struktur gedung dilakukan berdasarkan kategori risiko bangunan, klasifikasi situs tanah, serta respons spektrum gempa sesuai standar nasional.

5. Analisis Struktur dengan SAP2000

SAP2000 merupakan perangkat lunak analisis struktur yang banyak digunakan dalam perencanaan bangunan gedung. Program ini mampu melakukan analisis gaya dalam, deformasi, serta evaluasi kekuatan struktur berdasarkan kombinasi pembebanan yang ditentukan [6]. Penggunaan SAP2000



membantu perencana memperoleh hasil analisis yang lebih cepat dan akurat dibandingkan perhitungan manual.

4. METODE PENELITIAN

Lokasi perencanaan bangunan ruang kelas baru terletak di Jorong Koto Tuo, Nagari Koto Tuo, Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Metode penelitian mengacu pada alur berikut:

1. Pengumpulan data lapangan dan acuan standar.
2. Perhitungan preliminary design untuk menentukan dimensi awal balok, kolom, dan pelat.
3. Analisis pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
4. Pemodelan struktur menggunakan software analisis.
5. Desain penulangan elemen struktur.
6. Evaluasi keamanan berdasarkan kombinasi beban dan faktor reduksi kekuatan.
7. Penyusunan gambar rencana

Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang. Material struktur menggunakan beton dengan mutu $f_c = 25$ MPa dan baja tulangan $f_y = 420$ MPa untuk tulangan ulir serta $f_y = 280$ MPa untuk tulangan polos.

Berdasarkan SNI 1726:2019, bangunan pendidikan termasuk Kategori Risiko IV dengan Faktor Keutamaan Gempa (I_e) sebesar 1,50. Klasifikasi tanah diasumsikan sebagai Situs Sedang (SD) berdasarkan data kondisi tanah lokasi perencanaan.

Parameter gempa rencana diperoleh dari peta sumber dan bahaya gempa Indonesia sesuai SNI 1726:2019 yang meliputi percepatan spektral periode pendek (S_s), percepatan spektral periode 1 detik (S_1), koefisien situs, serta respons spektrum desain yang digunakan dalam analisis struktur. Adapun data gempa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Gempa

Parameter	Nilai
Kategori Risiko	IV
I_e	1,50
Situs	SC
S_s	1,0169
S_1	0,5383

Parameter	Nilai
SDS	0,814
SD1	0,525
KDS	D

Pembebanan struktur mengacu pada SNI 1727:2020 yang terdiri atas:

1. Beban mati (D)
2. Beban hidup (L)
3. Beban gempa (E)

Kombinasi pembebanan yang digunakan antara lain:

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L
3. 1,2D + L + E
4. 0,9D ± E.

Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk memperoleh gaya dalam berupa momen, gaya geser, dan gaya aksial yang digunakan dalam desain elemen struktur.

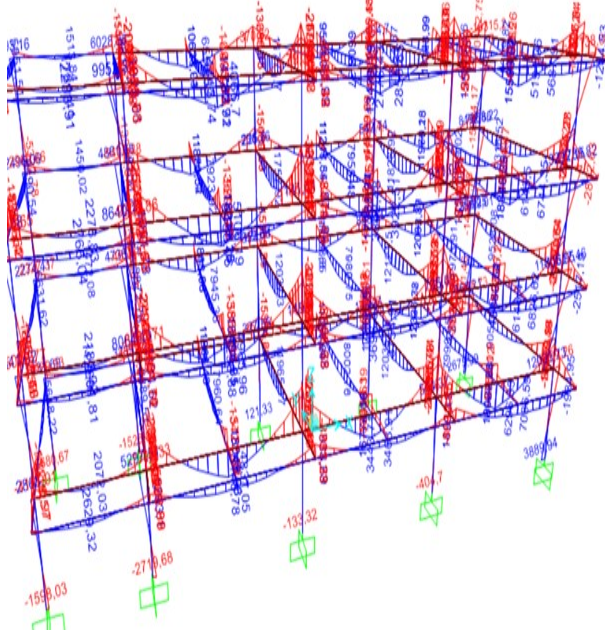
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan struktur meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang dihitung berdasarkan ketentuan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Perencanaan elemen struktur meliputi pelat, balok, dan kolom beton bertulang. Setiap elemen direncanakan berdasarkan kombinasi pembebanan terfaktor dan dikontrol terhadap kekuatan lentur, geser, serta kapasitas aksial sesuai SNI 2847:2019.

- a. Beban mati meliputi berat struktur, dinding, plesteran, lantai, plafon, dan instalasi.
- b. Beban hidup mengikuti SNI 1727:2020:
 - Ruang kelas: 192 kg/m²
 - Koridor: 479 kg/m²
- c. Beban gempa ditentukan dari SNI 1726:2019, termasuk penentuan kategori risiko, jenis tanah, dan spektrum desain.

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur yang direncanakan telah memenuhi syarat kekuatan, dengan nilai kapasitas rencana lebih besar dibandingkan dengan beban rencana yang bekerja. Gambar 1 menunjukkan hasil pemodelan dan keluaran analisis struktur gedung menggunakan SAP2000. Gaya dalam berupa momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial yang diperoleh dari analisis ini selanjutnya

digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dimensi dan penulangan setiap elemen struktur.



Gambar 1. Output SAP 2000

Pelat lantai direncanakan dengan tebal 12 cm berdasarkan rasio bentang dan kontrol lendutan. Pelat atap menggunakan tebal 10 cm mengikuti beban ringan dan kebutuhan struktur atap.

Balok induk (*main beam*) dipilih dimensi 35 × 70 cm karena dimensi awal tidak memenuhi momen rencana. Balok anak (*secondary beam*) direncanakan dengan ukuran 25 × 40 cm setelah kontrol momen dan geser.

Kolom direncanakan berdimensi 60 × 60 cm, berdasarkan kontrol kapasitas aksial dan momen, serta hubungan kekakuan balok–kolom.

Pondasi yang digunakan adalah bored pile diameter 60 cm sesuai kebutuhan daya dukung tanah dan beban struktur.

Hasil perencanaan penulangan elemen struktur disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan pembacaan dan evaluasi desain. Tabel 1 menyajikan hasil perencanaan penulangan pelat lantai dan pelat atap. Tulangan disusun dua arah untuk menahan momen lentur yang terjadi akibat beban gravitasi. Penulangan pelat disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Penulangan Pelat

Elemen Pelat	Tebal (cm)	Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y
Pelat Atap	10 cm	Ø10 - 150 mm	Ø10 - 150 mm
Pelat Lantai	12 cm	D13 - 150 mm	D13 - 150 mm

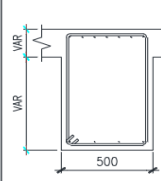
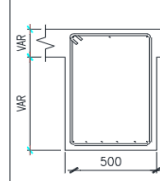
Berdasarkan Tabel 1, pelat atap direncanakan menggunakan tulangan Ø10 dengan jarak 150 mm pada kedua arah, sedangkan pelat lantai menggunakan tulangan D13 dengan jarak 150 mm.

Penulangan balok disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penulangan Balok

Jenis Balok	Dimensi (cm)	Tulangan Tarik	Tulangan Tekan	Sengkang Tumpuan	Sengkang Lapangan
Balok Induk	35 × 70	6D16	3D16	Ø10 - 100 mm	Ø10 - 150 mm
Balok Anak	25 × 40	8D16	4D16	Ø10 - 100 mm	Ø10 - 150 mm

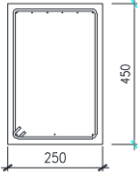
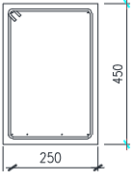
Dari **Tabel 3** dapat dilihat bahwa balok induk membutuhkan tulangan tarik yang lebih besar dibandingkan balok anak akibat momen lentur yang lebih besar. Penggunaan sengkang dengan jarak lebih rapat di daerah tumpuan bertujuan untuk menahan gaya geser maksimum yang terjadi pada daerah tersebut.

TYPE	B1	
	TUMPUAN	LAPANGAN
LOKASI		
POTONGAN SKALA 1 : 20		
DIMENSION BXH	500 X 750	500 X 750
TUL. ATAS	7 D 16	3 D 16
TUL. BAWAH	4 D 16	6 D 16
TUL. PINGGANG	-	-
SENGKANG	Ø10 - 100	Ø10 - 150

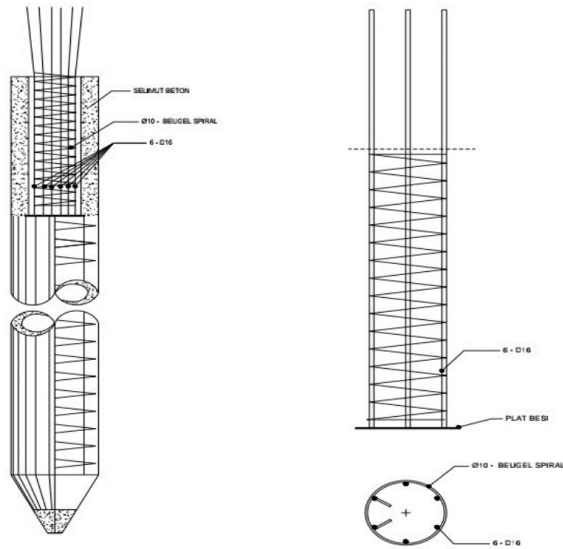
Gambar 2. Detail Penulangan Balok Penulangan Kolom disajikan pada **Tabel 4**

Tabel 4. Penulangan Kolom

Elemen Kolom	Tulangan Pokok	Sengkang Tumpuan	Sengkang Lapangan
Kolom 60 × 60 cm	16D22	Ø12 - 100 mm	Ø12 - 150 mm

TYPE	Balok Anak	
	TUMPUAN	LAPANGAN
LOKASI		
POTONGAN SKALA 1 : 20		
DIMENSION BXH	250 X 400	250 X 400
TUL. ATAS	6 D 16	2 D 16
TUL. BAWAH	3 D 16	4 D 16
TUL. PINGGANG	-	-
SENGKANG	Ø10 - 100	Ø10 - 150

Gambar 3. Detail Penulangan Kolom Pondasi bored pile berdiameter 60 cm direncanakan menggunakan tulangan utama 6D16 dengan sengkang Ø10. Konfigurasi ini dipilih untuk menjamin kemampuan pondasi dalam menahan beban aksial dan gaya lateral dari struktur atas.



Gambar 4. Detail Penulangan Pondasi

6. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pada perencanaan struktur Perencanaan Gedung Ruang Kelas Madrasah Tsanawiyah Tiga Batur digunakan mutu beton 25 MPa, baja tulangan ulir 420 MPa, dan baja polos 280 MPa. Setelah dilakukan proses analisis dan penyesuaian dimensi, diperoleh ukuran elemen struktur antara lain: pelat atap setebal 10 cm, pelat lantai 12 cm, balok induk berukuran 35 × 70 cm, balok anak 25 × 40

cm, serta kolom berpenampang 60 × 60 cm.

2. Penentuan tulangan pada masing-masing elemen struktur menghasilkan rekomendasi sebagai berikut:
 - Pelat atap direncanakan menggunakan tulangan Ø10 berjarak 150 mm.
 - Pelat lantai menggunakan tulangan D13 berjarak 150 mm.
 - Balok induk memerlukan tulangan tarik 6D16, tulangan tekan 3D16, serta sengkang Ø10–100 mm di daerah tumpuan dan Ø10–150 mm di daerah lapangan.
 - Balok anak menggunakan tulangan tarik 8D16, tulangan tekan 4D16, dengan sengkang Ø10–100 mm pada tumpuan dan Ø10–150 mm pada lapangan.
 - Kolom direncanakan menggunakan tulangan pokok 15D22 dengan sengkang Ø12–100 mm di tumpuan dan Ø12–150 mm di lapangan.
 - Pondasi bored pile berdiameter 60 cm direncanakan memakai tulangan utama 6D16 dengan sengkang Ø10

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Asroni, Struktur Beton Bertulang. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2010.
- [2] A. Asroni, Desain Struktur Beton Bertulang. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2017.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta, Indonesia: BSN, 2019.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Jakarta, Indonesia: BSN, 2019.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta, Indonesia: BSN, 2020.



- [6] Badan Standardisasi Nasional, SNI 8900:2020 Panduan Desain Bangunan Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa. Jakarta, Indonesia: BSN, 2020.
- [7] I. Dipohusodo, Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. Jakarta, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama, 1996.
- [8] W. C. Vis and G. Kusuma, Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang. Jakarta, Indonesia: Erlangga, 1993.
- [9] CSI, SAP2000 Integrated Software for Structural Analysis and Design. Berkeley, CA, USA: Computers and Structures Inc., 2020.
- [10] R. Park and T. Paulay, Reinforced Concrete Structures. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 1975. [19] J.O. Williams, "Narrow-band analyzer," disertasi Ph.D, Jurusan Teknik Informatika, ITS, Surabaya, Indonesia, 1993.