

PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN GEMPA GEDUNG FASILITAS PENDIDIKAN 11 LANTAI

¹Amin Marzuki*, ²Buyung Rajatman,

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:
ddy.kurniadi@unissula.ac.id

Abstrak

Desain gedung fasilitas pendidikan 11 (sebelas) lantai menjadi topik yang menarik, karena merupakan bangunan penting di pemerintahan yang memerlukan perencanaan yang matang dan detail. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis yang mendalam terhadap kebutuhan pengajar maupun pelajar, serta mempertimbangkan aspek keamanan dan kenyamanan. Dalam tugas akhir ini, akan dilakukan perancangan bangunan fasilitas pendidikan berlantai 11 (sebelas) dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut. Metode perancangan bangunan Gedung bertingkat tinggi mengarah pada beberapa peraturan supaya menciptakan struktur yang aman dan kuat diantaranya beban minimum yang di desain dan kriteria tertentu untuk bangunan gedung bertingkat dan bangunan lain.(SNI 1727 – 2020), Standar Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726 – 2019) dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan (SNI 2847 – 2019).

Kata Kunci: Perencanaan gedung fasilitas Pendidikan; Design; Struktur Aman dan Kuat; Perancangan Ketahanan Gempa.

Abstract

The design of an 11 (eleven) floor educational facility building is an interesting topic, because it is an important government building that requires careful and detailed planning. Therefore, it is necessary to carry out an in-depth analysis of the needs of teachers and students, as well as considering security and comfort aspects. In this final project, an 11 (eleven) floor educational facility building will be designed by considering these aspects. The design method for high-rise buildings refers to several regulations in order to create safe and strong structures, including minimum design loads and certain criteria for high-rise buildings and other buildings. (SNI 1727 – 2020), Earthquake Resistance Design Standards for Building Structures and Non-Building (SNI 1726 – 2019) and Structural Concrete Requirements for Buildings (SNI 2847 – 2019).

Keywords: Educational facility building planning; Design; Safe and Strong Structure; Earthquake Resilience Design

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Konstruksi merupakan pembangunan sarana maupun prasarana di bidang arsitektur, ataupun dapat dikatakan susunan atau contoh tata letak suatu bangunan gedung bertingkat maupun lainnya. Kontruksi gedung di Indonesia sangat dianjurkan menggunakan perencanaan struktur tahan gempa, karena Indonesia terletak pada wilayah lingkaran api pasifik (Pasific Ring of Fire) yang mana merupakan tempat bertemunya 3 lempeng tektonik. dunia yaitu,.Lempeng Indo – Australia, .Lempeng Pasific, dan..Lempeng Eurasia, sehingga Indonesia akan berisiko tinggi akan terjadinya bencana gempa bumi.

Dalam perancangan gedung dibutuhkan struktur tahan gempa yang bersumber pada pedoman peraturan SNI gempa terbaru, yaitu SNI 1726 – 2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Dengan ini, diharapkan dapat memberikan desain bangunan tahan gempa yang lebih baik dan aman. Objek kajian yang akan kita rencanakan adalah gedung bertingkat 11 lantai yang nantinya akan difungsikan sebagai Gedung Fasilitas Pendidikan.

Pada perencanaan Gedung Fasilitas Pendidikan 11 lantai ini di rancang berdasarkan peraturan SNI terbaru yang berlaku diantaranya yaitu, (SNI 2847 – 2019) tentang Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung, digunakan dalam perencanaan struktur beton bertulang. (SNI 1726 – 2019) tentang Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, digunakan untuk perencanaan gedung tahan gempa dengan menggunakan sistem gempa yang direncanakan menurut SNI tersebut yaitu sistem rangka pemikul momen khusus (SRMPK). (SNI 1727 – 2020) tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain, digunakan untuk menentukan beban - beban yang akan digunakan dalam perencanaan gedung. (SNI 2051 – 2017) tentang Baja Tulangan Beton, digunakan untuk menentukan baja tulangan yang akan digunakan dalam perencanaan struktur gedung tersebut.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dimensi dan penulangan kolom, balok dan plat lantai struktur Gedung Fasilitas Pendidikan 11 Lantai sesuai dengan peraturan SNI 2847:2019 ?.
2. Bagaimana merencanakan Gedung Fasilitas Pendidikan 11 Lantai yang tahan gempa dengan menganalisis reaksi struktur berupa gaya-gaya dalam, ragam getar, periode getar, serta simpangan antar lantai sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019 ?.
3. Bagaimana merancang pondasi dan pile cap bangunan Gedung Fasilitas Pendidikan 11 Lantai ?.

Batasan Masalah

1. Peraturan yang digunakan, antara lain :
 - a. “Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung” SNI 1726 - 2019.
 - b. “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung” SNI 2847 - 2019.

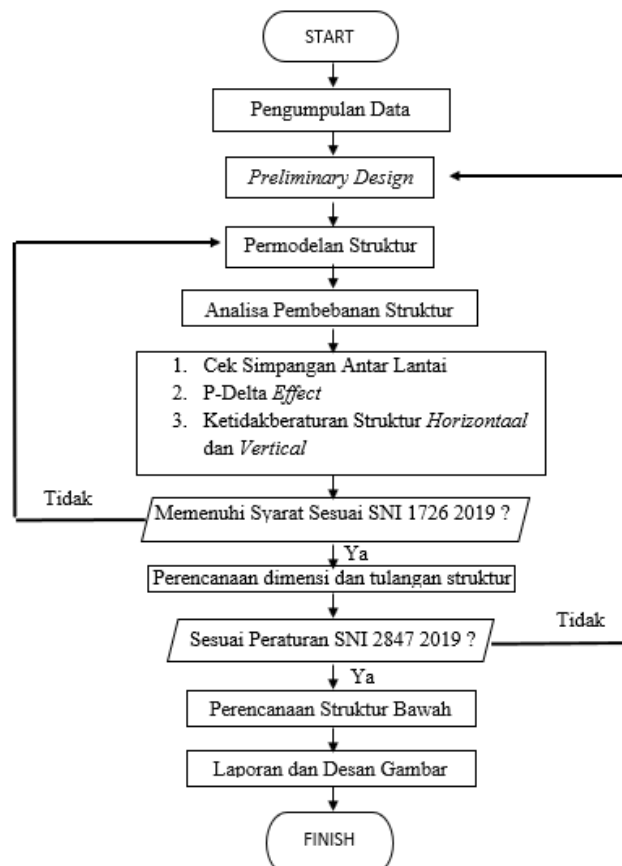
- c. “Peraturan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain” SNI 1727 - 2020.
- d. “Baja Tulangan Beton” SNI 2052 – 2017.
2. Perencanaan beban seismik fungsional menggunakan perhitungan respons spektrum dan perancangan menggunakan software ETABS.
3. Perencanaan ini membahas elemen struktur atas yang meliputi pelat, balok, kolom, lift, dan tangga.
4. Perencanaan ini membahas elemen struktur bawah yang meliputi pondasi dan pile cap.

Tujuan Kajian

1. Merancang dimensi dan penulangan kolom, balok dan pelat lantai struktur Gedung Fasilitas Pendidikan 11 Lantai berdasarkan pada peraturan SNI 2847- 2019.
2. Menganalisis Gedung Fasilitas Pendidikan 11 Lantai yang tahan gempa dengan perhitungan reaksi struktur berupa gaya-gaya dalam, ragam getar, periode getar, serta simpangan antar lantai sesuai peraturan SNI 1726- 2019.
3. Merancang struktur bawah pondasi dan pile cap gedung 11 lantai yang difungsikan sebagai Gedung Fasilitas Pendidikan.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan Kajian



Gambar 1. Gambar Diagram Alir

Standar yang Digunakan

Tabel 1. Peraturan SNI yang Digunakan

No	Peraturan	Acuan	Judul
1	SNI 1726:2019	ASCE 7-16	Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
2	SNI 1727:2019	AISC 360-16	Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Bangunan lain
3	SNI 2847:2020	ACI 318-14M	Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

3. HASIL DAN PEMBAHASAN***Preliminary Design***

Tabel 2 Dimensi Balok

No	Jenis	Panjang (mm)	Ukuran (mm)
1	G1	4650	350 x 600
2	G2	8300	450 x 750
3	G3	8000	450 x 750
4	G4	7300	350 x 700
5	G5	6000	350 x 650
6	B1	4650	200 x 350
8	B2	6000	250 x 400
9	B3	4000	200 x 300

Tabel 3 Dimensi Kolom

No	Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)
1	K1	800	800
2	K2	700	700

Beban Gravitasi

Tabel 3 Beban Mati

No	Jenis	Berat	Satuan
1	Beton Bertulang	24	kN/m ²
2	Beton Polos	22	kN/m ²
3	Dinding pasangan bata	2,5	kN/m ²
4	Curtain Wall kaca + rangka	0,6	kN/m ²
5	Keramik + finishing lantai	1,1	kN/m ²
6	MEP	0,5	kN/m ²
7	Plafond + Penggantung	0,2	kN/m ²

Tabel 4 Beban Hidup

No	Jenis	Berat	Satuan
1	Ruang Kelas	1,92	kN/m ²
2	Koridor diatas lantai pertama	3,83	kN/m ²
3	Koridor lantai pertama	4,79	kN/m ²

Beban Gempa

Tabel 5 Parameter Gempa

Parameter	Nilai	Satuan
I _e	1,5	
F _{pga}	1,4	g
PGA	0,406	g
PGAm	0,5684	
S _s	0,911	detik
S ₁	0,391	detik
C _t	0,0466	
x	0,9	
C _u	1,4	
T ₀	0,178539616	detik
T _S	0,89269808	detik
T _L	6	detik
ρ	1,3	
Δa	0,02	
Δ_{max}	0,015384615	

Tabel 6 Analisis Gempa

Parameter Gempa		Nilai	Keterangan
Faktor keutamaan gempa	I _e	1,5	
Faktor pembesaran defleksi	C _d	5,5	
Koefisien modifikasi respon	R	8	
Kategori desain struktur	K _{DS}	D	
Kelas situs tanah		SD	
Spektral percepatan periode pendek	S _s	0,911	Detik
Spektral percepatan periode 1 detik	S ₁	0,391	Detik
Koefisien situs	F _a	1,1712	
Koefisien situs	F _v	2,4360	
Percepatan desain periode pendek	S _{DS}	0,7113	Detik
Percepatan desain periode 1 detik	S _{D1}	0,6350	Detik
Periode awal	T ₀	0,1785	Detik
Periode	T _s	0,8927	Detik

Tabel 7 Analisis Spektrum

Parameter Gempa		Nilai	Keterangan
Parameter gempa	C_t	0,0466	
Parameter gempa	X	0,9	
Tinggi bangunan gedung	h	44	m
Periode fundamental pendekatan	T_s	1,4044	Detik
Periode maksimum	T_{max}	1,966	Detik
T_x mode	T_x	1,966	Detik
T_y mode	T_y	1,966	Detik
Perceptaan desain periode pendek	S_{DS}	0,7113	Detik
Percepatan desain periode 1 detik	S_{D1}	0,635	Detik
Panjang periode	T_L	6	RSA 2021

Tabel 8 Analisis Statik Ekuivalen

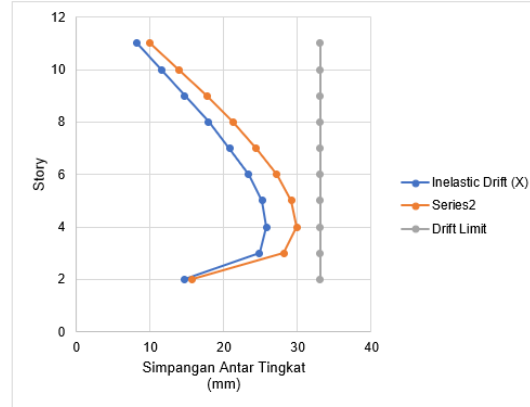
Koefisien respon seismik	Nilai
C_s	0,1334
$C_{s \max x}$	0,0606
$C_{s \max y}$	0,0661
$C_{s \min 1}$	0,0469
$C_{s \min 2}$	0,0367
$C_{s x}$ pakai	0,0606
$C_{s y}$ pakai	0,0661
K_x	1,358
K_y	1,275

Tabel 9 Analisis Faktor Skala

Faktor Skala	Nilai
SF awal	1,839
SF_x koreksi	1,378
SF_y koreksi	1,495
SF_x Baru	2,534
SF_y Baru	2,749
SF_x Simpangan	1,839
SF_y Simpangan	1,839

Simpangan Antar Tingkat

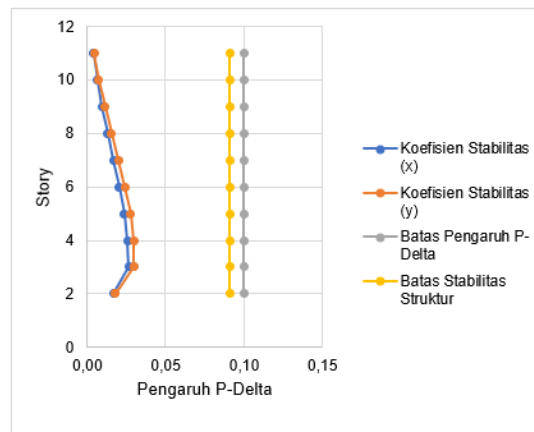
Penentuan sipangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang di tinjau, Apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pudat massa tingkat di atasnya. (SNI 1726 – 2019, pasal 7.8.6)



Gambar 1 Grafik Simpangan Antar Tingkat

Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen dtruktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkanya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10. (SNI 1726 – 2019, pasal 7.8.7)



Gambar 2 Grafik Pengaruh Efek P-Delta

Penulangan Balok

Hasil perencanaan penulangan balok dengan Panjang 4650 mm dan dimensi balok 350 x 600 sebagai berikut :

Tabel 9 Perennncanaan Tulangan Balok

Tulangan Longitudinal	
Tumpuan Atas	10 D22
Tumpuas Tengah	2 D22
Tumpuan Bawah	8 D22
Lapangan Atas	3 D22
Lapangan Tengah	2 D22
Lapangan Bawah	4 D22
Tulangan Tranversal/Sengkang	

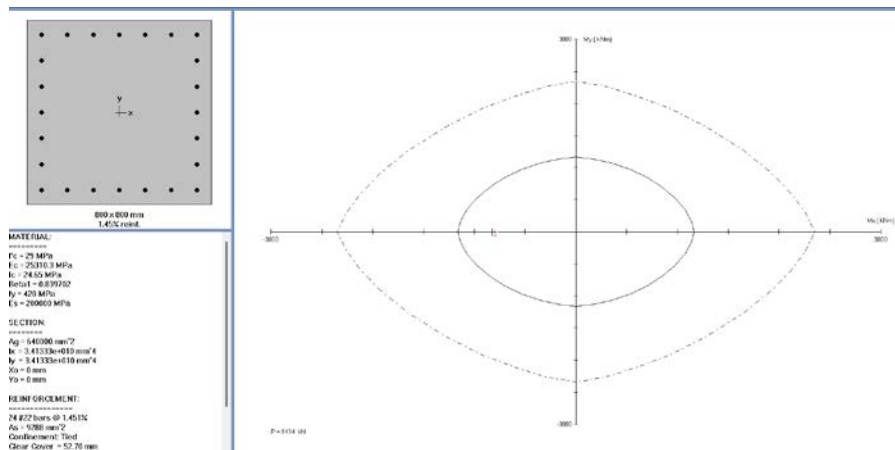
Sengkang Tumpuan	4 D10 – 100
Sengkang Lapangan	4 D10 - 150

Penulangan Kolom

Penulangan struktur kolom yang ditinjau yaitu kolom K1 800 x 800 dan merangka pada balok G1 dan G3 sebagai berikut :

Tabel 10 Perencanaan Penulangan Kolom

Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	24 D22
Tulangan Tranversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	6 D13 – 100
Sumbu Kuat	6 D13 – 100
Tulangan Tranversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	4 D13 – 100
Sumbu Kuat	4 D13 - 100



Gambar 4 Diagram Interaksi Kolom

4. KESIMPULAN

1. Kolom dengan dimensi 800 x 800, didapat tulangan utama 24D22 dengan sengkang 6D13 – 100 untuk tumpuan dan 4D13 – 100
2. Balok dengan dimensi 350 x 600. . Didapat tulangan tumpuan atas 10D19 dan area tumpuan bawah 8D19 dengan sengkang pada area tumpuan 4D13 - 100, sedangkan untuk area lapangan didapat 3D19 untuk area lapangan atas dan bawah didapat 4D19 dengan sengkang pada area lapangan 4D13 – 100.
3. Hasil perancangan elemen pelat dengan tebal pelat 120 mm didapat hasil tulangan D10 - 200
4. Kontrol bentuk ragam dan partisipasi massa bangunan telah terpenuhi pada 38 ragam . sehingga partisipasi massa bangunan telah terpenuhi (100%). Mode 1 dan 2 mengalami translasi, sedangkan mode 3 mengalami rotasi.

5. Kontrol simpangan antar tingkat aman karena tidak ada simpangan arah X maupun arah Y yang melebihi batas limit sebesar 30,769 mm. Nilai terbesar yaitu 29,869 mm pada lantai 4
6. Tidak terdapat nilai koefisien stabilitas arah X maupun Y yang melebihi batas pengaruh P-Delta dengan nilai 0,1 mm dan batas stabilitas struktur dengan nilai 0,0909 mm, sehingga menurut SNI 1726 – 2019, pasal 7.8.7 sudah memenuhi syarat kontrol P-Delta.

DAFTAR PUSTAKA

- Algazt, A. M., & Faqih, M. (2016). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4: Studi Kasus Gedung Baru Kampus 1 Universitas Teknologi Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. Volume 19, Nomor 1: 80-89. Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). PBI 1971 “Peraturan Beton Bertulang Indonesia”. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, Indonesia.
- Frinsilia Jaglien Liando dkk (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*. Volume 8, Nomor 4: 471-482. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Jeply Murdianan Guci dkk. (2021). Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa 11 Lantai Dengan Sistem Ganda. *Jurnal Sipil*. Volume 3, Nomor 2: 125-129. Tangerang: Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Mochammad Rizal Fadillah. (2020). Metode Analisis Perhitungan Bangunan Tahan Gempa (Studi Kasus Gedung E, F Universitas Muhammadiyah Sukabumi). *Jurnal Student Teknik Sipil*. Volume 2, Nomor 3. Sukabumi: Universitas Muhammadiyah Sukabumi.
- Nurul Hidayati dkk. (2023). Analisa Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal Pada Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*. Volume 12, Nomor 2: 235-243. Nusa Tenggara Barat: Universitas Muhammadiyah Nusa Tenggara Barat.
- Ramadhan, D. R., & Firmansyah, R. (2023). “Perancangan Ulang Gedung Fasilitas Pendidikan 10 Lantai”. Tugas Akhir Teknik Sipil: Universitas Islam Sultan Agung.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2017). SNI 2052:2017 “Baja Tulangan Beton”. BSN, Jakarta, Indonesia.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2019). SNI 1726:2019 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung”. BSN, Jakarta, Indonesia.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2019). SNI 2847:2019 “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan”. BSN, Jakarta, Indonesia.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2020). SNI 1727:2020 “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain”. BSN, Jakarta, Indonesia.