

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR GEDUNG KULIAH TERPADU TUJUH LANTAI TERHADAP GAYA GEMPA DI KOTA PONTIANAK

Nilam Apriani¹⁾, Aryanto²⁾, M.Yusuf³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)}Dosen Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: nilamapriani0904@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini meliputi analisis beban gempa, klasifikasi kategori desain seismik, dan pemodelan struktur. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan metode analisis dinamis dimana menggunakan metode ragam respons spektra guna mengevaluasi perilaku seismik bangunan. Gedung ini diklasifikasikan pada kategori klasifikasi desain seismik D, maka menggunakan Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pada struktur dilakukan Analisis struktur guna pengecekan terhadap perilaku struktur yang mempengaruhi pusat kekakuannya. Perangkat lunak berbasis metode elemen hingga digunakan dalam pemeriksaan analisis struktu gedung ini. Beban aksial (beban mati dan beban hidup) dan beban lateral (beban angin dan beban gempa) yang diperhitungkan dalam analisis ini sesuai dengan SNI 1726:2019 berisi perencanaan ketahanan gempa dan SNI 1727:2020 berisi beban minimum gedung. Hasil analisis menunjukkan bahwa balok, kolom, pelat lantai dan pondasi yang digunakan gedung ini mampu menahan beban aksial maupun beban lateral dengan penggunaan faktor skala gaya gempa, simpangan antar tingkat dan pengaruh P-Delta masih dalam batas ijin yang disyaratkan oleh peraturan yang berlaku. Sistem struktur memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan dan stabilitas terhadap gaya gempa yang terjadi di pontianak, sehingga dapat dirancang secara aman dan nyaman sesuai standar perencanaan.

Kata kunci : Analisis struktur, Gedung kuliah terpadu, Beban gempa, Pontianak, Struktur beton bertulang

ABSTRACT

This study encompasses seismic load analysis, seismic design category classification, and structural modeling. The structural analysis was carried out using a dynamic analysis approach, specifically the response spectrum modal method, to analyze the building's seismic characteristics. The building is classified under Seismic Design Category D, thereby requiring the use of a Special Moment Resisting Frame (SMRF) as the structural system. Structural analysis was performed to analyze the behavior of the structure, particularly its stiffness center. Finite element-based software was employed to perform the structural analysis of the building. The dead load, live load, wind load, and seismic load considered in this analysis are based on SNI 1726:2019 concerning seismic resistance and SNI 1727:2020 concerning minimum design loads for buildings. The results of the analysis indicate that beams, columns, floor slabs, and foundations are capable of resisting both axial and lateral loads. The application of the seismic scale factor, interstory drift evaluation, and P-Delta effect assessment demonstrate that the structure remains within the permissible limits specified by the relevant codes. The adopted structural system satisfies the requirements for strength, stiffness, and stability under seismic loading in Pontianak, ensuring that the building can be designed safely and comfortably in compliance with applicable design standards.

Keywords: Earthquake load, Integrated lecture building, Pontianak, Reinforced concrete structure, Structure analysis

I. PENDAHULUAN

Perancangan struktur bangunan harus memperhatikan faktor-faktor yaitu kekuatan, keamanan, kestabilan, estetika serta ekonomis. Dari beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan gedung bertingkat, penting untuk mempertimbangkan baik gaya aksial maupun gaya lateral (angin dan gempa) agar struktur mampu menahan beban-beban tersebut secara efektif. Perancangan Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu di Pontianak akan dijadikan sebagai objek penelitian kali ini.

Kota Pontianak merupakan wilayah dengan potensi gempa yang relatif lebih rendah dibandingkan wilayah lain seperti Sumatera, Sulawesi atau Jawa. Proses permodelan struktur bangunan ini menggunakan bantuan program software untuk menghitung gaya-gaya yang bekerja. Dasar yang memenuhi persyaratan dalam melakukan perancangan adalah SNI 1729:2019 yang memuat pedoman perencanaan tahanan gempa bagi struktur bangunan gedung maupun non-gedung. Data yang digunakan dalam perancangan sebagai berikut:

Kegunaan Gedung : Perkuliahan

Jumlah Lantai Gedung: 7 Lt + Lt. dak

Panjang Gedung : 48,5 m

Lebar Gedung : 18 m

Tinggi Lantai : Lt. 1 = 0 m
Lt. 2-7 = 3,96 m
Lt. dak = 3,7 m

Tinggi Total : 28,54 m

Spesifikasi Material

Kolom : 80 x 80

Balok Induk : 40/80

Balok Anak : 30/60

Tebal Pelat Lantai : 120 mm

Mutu Beton (f_c') : 25 MPa

Mutu Tul. Utama (f_y) : 420 MPa

Mutu Tul. Sengkang (f_y) : 280 MPa

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Perancangan ini mengambil proyek pembangunan gedung yang sedang berlangsung tetapi gedung ini memiliki empat lantai sehingga dimodelkan kembali gedung ini menjadi tujuh lantai dengan mengambil denah lantai yang tipikal pada gedung ini. Data penyelidikan tanah

menggunakan data sondir di daerah Pontianak. Lokasi gedung terletak di Kota Pontianak yang memiliki kondisi tanah lunak (SE).

Proses perencanaan dilakukan melalui beberapa tahap, antara lain pemodelan struktur dengan software, penerapan beban kerja pada bangunan seperti beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa, serta penentuan pengaturan dasar sistem bantalan beban seismik yang digunakan

Perencanaan beban gempa didasarkan pada SNI 1726:2019. Berikut titik lokasi yang digunakan dalam perancangan ini.

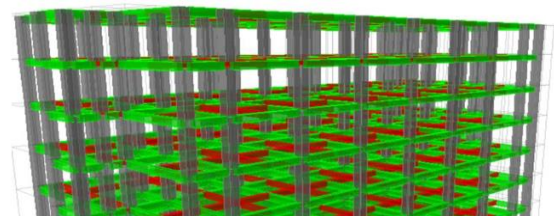
Tipe Bangunan : Gedung Kuliah Terpadu

Daerah : Kota Pontianak, Kalimantan Barat

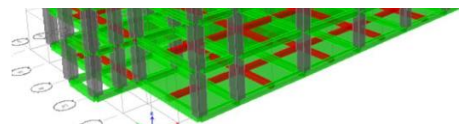
Koordinat Lintang: - 0,083333

Koordinat Bujur: 109,366667

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Pemodelan Struktur Gedung



Menentukan Kekuatan Gempa

Beban gempa pada perencanaan ini akan dianalisa menggunakan metode dinamis Respons Spektra. Analisis gempa didapat dari rekam jejak percepatan dari model *Single Degree of Freedom* yang dibebani gempa berupa pergerakan tanah. Rekaman riwayat merupakan nilai maksimal dari percepatan, kecepatan dan perpindahan dari periode yang berbeda sehingga menghasilkan kurva yang disebut Respon Spektrum. Berikut adalah hasil perhitungan dan analisa beban gempa.

- Kategori Risiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa

Berdasarkan Tabel 3; SNI 1726:2019; Hal-24 pengelompokkan kategori risiko struktur berdasarkan jenis penggunaan bangunan dan faktor keutamaan pada tabel 4 pada SNI 1726:2019 Hal-25. Kategori risiko bangunan sebagai berikut:

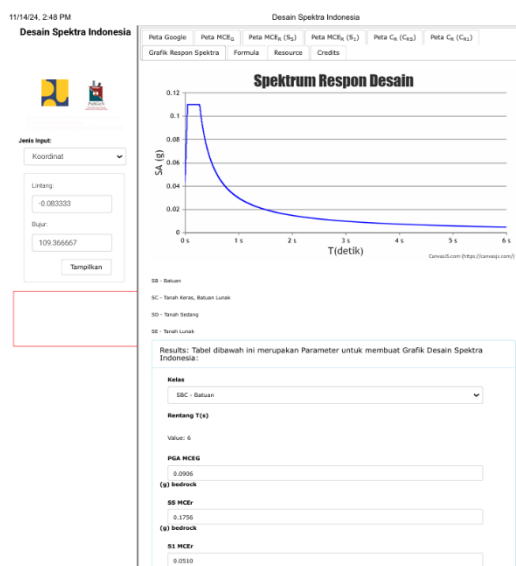
Fungsi Gedung : Gedung Sekolah dan Fasilitas Pendukung Lainnya

Kategori Risiko : IV

Faktor Keutamaan : 1,50

- Parameter Percepatan Gempa (S_s dan S_1)

Parameter ini didapatkan dari website puskim. Berikut data parameter ditunjukkan gambar 2.



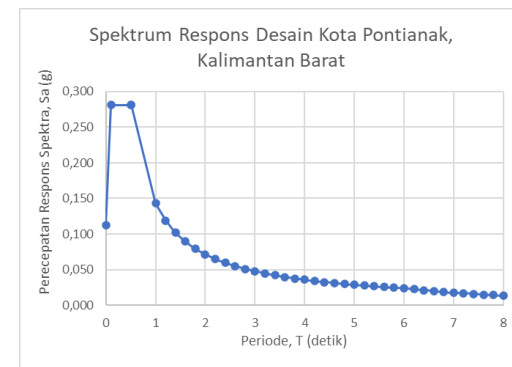
Gambar 2. Data P Parameter S_s dan S_1 online
Sumber : rsa.ciptakarya.pu.go.id

Dari gambar diatas didapat Parameter $S_1 = 0,051$ dan Parameter $S_s = 0,1756$

- Kelas Situs
Berdasarkan klasifikasi situs pada tabel 5 SNI 1726:2019, lokasi perencanaan gedung kuliah termasuk dalam kelas situs SE atau Tanah Lunak karena nilai N yang didapatkan sebesar 2,095 dimana nilai tersebut kurang dari 15.
- Parameter Respons Spektrum Percepatan Gempa Maksimum (MCER) dan Koefisien Situs
Berdasarkan pasal 6.2 SNI 1726:2019; Hal 34; terdapat beberapa parameter yang diperlukan

untuk menentukan respons spektrum desain. Berikut data parameternya ditunjukkan tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Situs dan Parameter RS



Koefisien Situs	
F_a	2,4
F_v	4,2
S_{MS}	0,421
S_{M1}	0,214
S_{DS}	0,281
S_{D1}	0,143

- Kurva Respons Spektrum Desain

Berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan selanjutnya akan mencari dan mendapatkan nilai dari periode getarnya. Berikut hasil perhitungan periode ditunjukkan tabel 2

Gambar 3. Spektrum Desain di Kota Pontianak dan Kalimantan Barat

Tabel 2. Nilai Periode dan Sa

Spektrum Respons Desain		
Batasan	T (detik)	Sa (g)
T < To	0	0
To	0	4,2
To < T < Ts	0,5	4,2
Ts	0,176	4,2
Ts < T < TL	1	0,143
	1,2	0,119
	1,4	0,102
	1,6	0,089
	1,8	0,079
	2	0,071
	2,2	0,065
	2,4	0,06
	2,6	0,055
	2,8	0,051
	3	0,048
	3,2	0,045
	3,4	0,042
	3,6	0,04
	3,8	0,038
	4	0,036
	4,2	0,034
	4,4	0,032
	4,6	0,031
	4,8	0,03
	5	0,029
T > TL	5,2	0,027
	5,4	0,026
	5,6	0,026
	5,8	0,025
	6	0,024
	6,2	0,022
	6,4	0,021
	6,6	0,02
	6,8	0,019
	7	0,017
	7,2	0,017
	7,4	0,016
	7,6	0,015
	7,8	0,014
	8	0,013

- Klasifikasi Desain Seismik

Berdasarkan nilai S_{D1} yang sudah didapatkan yaitu sebesar 0,143 dikategorikan termasuk dalam kategori desain seismik D sesuai dengan tabel 9 SNI 1726;2019.

- Sistem Pemikul Gaya Seismik

Berdasarkan tabel 12 pada SNI 1726:2019 istem pemikul gaya seismik yang digunakan dalam perancangan gedung kuliah terpadu 7 lantai adalah sistem rangka baja pemikul momen khusus berdasarkan kategori desain seismik yang sudah ditentukan. Berikut adalah parameter untuk sistem rangka baja pemikul momen khusus yang digunakan.

$$R = 8$$

$$CD = 5,5$$

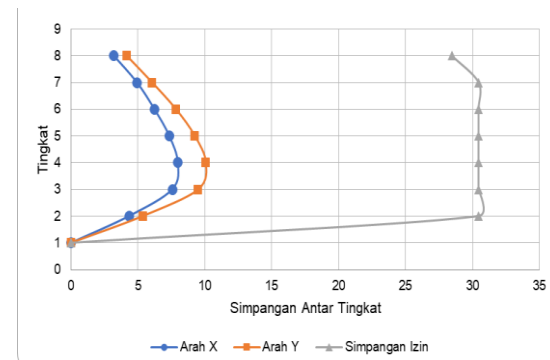
$$\Omega_0 = 3$$

- Faktor Skala Awal Gaya Gempa

Berdasarkan pasal 7.9.1.2 pada SNI 1726:2019 pada perhitungan hasil nilai faktor skala gempa untuk metode respons spektrum digunakan sebesar 1839,375 mm/s².

Pemeriksaan Faktor Skala Gaya Gempa

Berdasarkan pasal 7.9.1.4.1 SNI 1726-2019, menyatakan bahwa gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100% dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik



ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t , dimana V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen yang dihitung, Gaya Geser Dasar Seismik dan V_t adalah gaya geser dasar yang didapatkan dari hasil analisis kombinasi ragam.

Pada tahap awal perencanaan, penggunaan skala gaya gempa menghasilkan nilai geser basa dalam program $V_x = 1788.163$ kN dan $V_y = 1569.009$ kN. Sementara itu, dari hasil perhitungan geser basa setara diperoleh nilai yang lebih besar, Gambar 4. Pemeriksaan simpangan relatif yaitu $V_x = 2233,0326$ kN dan $V_y = 2085,978$ kN. Perbandingan menunjukkan bahwa nilai geser

dasar dari hasil analisis program belum memenuhi 100% dari geser dasar setara yang diperlukan. Oleh karena itu, penyesuaian dilakukan melalui perhitungan ulang skala gaya gempa hingga diperoleh nilai baru, yaitu 2296,9833 kN searah sumbu X dan 2445,432 kN searah sumbu Y.

Simpangan Relatif Tingkat

Dalam perhitungan struktural, deviasi relatif antar tingkat dalam desain ditentukan dengan menghitung nilai Δ . Nilai Δ ini diperoleh dari perbedaan terbesar antara penyimpangan lantai yang berada di atas dan lantai yang berada di bawah level yang ditinjau. Perhitungan ini penting karena mampu menggambarkan sejauh mana perbedaan pergerakan antar lantai ketika struktur menerima pengaruh beban gempa. Informasi ini menjadi dasar untuk menilai apakah penyimpangan yang terjadi masih memenuhi kriteria batas yang dipersyaratkan dalam standar perencanaan bangunan tahan gempa. Dengan cara ini, evaluasi tidak hanya berfokus pada kekuatan elemen struktural, tetapi juga pada kemampuan bangunan untuk tetap stabil dan memberikan kenyamanan bagi penghuni saat gempa bumi. Hasil perhitungan simpangan antar tingkat ini ditunjukkan dalam tabel 3 dan gambar 4.

Tabel. 3 Rekap Simpangan Relatif Tingkat

Lantai	Perpindahan		Perpindahan elastik		Simpangan antar tingkat		h	Simpangan Δ_{izin}	Cek
	δe_x	δe_y	δe_x	δe_y	Δ_x	Δ_y			
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)			
Lantai Atap	11,340	14,222	0,871	1,130	3,194	4,143	3700	28,462	OKE
Lantai 7	10,469	13,092	1,343	1,649	4,924	6,046	3960	30,462	OKE
Lantai 6	9,126	11,443	1,699	2,135	6,230	7,828	3960	30,462	OKE
Lantai 5	7,427	9,308	2,003	2,519	7,344	9,236	3960	30,462	OKE
Lantai 4	5,424	6,789	2,178	2,743	7,986	10,058	3960	30,462	OKE
Lantai 3	3,246	4,046	2,064	2,588	7,568	9,489	3960	30,462	OKE
Lantai 2	1,182	1,458	1,182	1,458	4,334	5,346	3960	30,462	OKE
Lantai 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	OKE

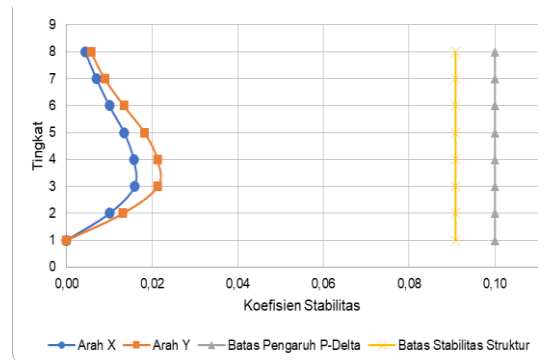
Pengecekan P- Delta

Mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019 pasal 7.8.7, pengaruh P-Delta terhadap struktur dapat diabaikan jika nilai koefisien stabilitas (θ) yang diperoleh tidak lebih dari 0,10 dan tidak melebihi nilai batas maksimum θ_{max} yang telah

ditetapkan dalam peraturan tersebut. Dengan kata lain, selama kondisi stabilitas struktur masih dalam kisaran aman sesuai dengan kriteria ini, perhitungan tambahan karena efek P-Delta tidak diperlukan. Hasil evaluasi pengaruh P-Delta disajikan pada tabel 4 dan gambar 5.

Tabel 4. Rekapitulasi Pengaruh P-Delta

Lantai	Simpangan antar tingkat		Beban Lantai			h	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur (θ_{max})	Cek
	Δ_x	Δ_y	P	V_x	V_y		θ_X	θ_Y			
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)	(mm)					
Lantai Atap	3,194	4,143	11685,644	628,465	626,901	3700	0,004	0,006	0,100	0,091	OKE
Lantai 7	4,924	6,046	22971,769	1114,258	1069,262	3960	0,007	0,009	0,100	0,091	OKE
Lantai 6	6,230	7,828	33605,483	1441,024	1349,825	3960	0,010	0,013	0,100	0,091	OKE
Lantai 5	7,344	9,236	44985,694	1694,011	1564,835	3960	0,013	0,018	0,100	0,091	OKE
Lantai 4	7,986	10,058	54753,681	1926,273	1775,941	3960	0,016	0,021	0,100	0,091	OKE
Lantai 3	7,568	9,489	64521,667	2121,007	1968,738	3960	0,016	0,021	0,100	0,091	OKE
Lantai 2	4,334	5,346	74824,435	2231,872	2085,978	3960	0,010	0,013	0,100	0,091	OKE
Lantai 1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,091	OKE



Gambar 5. Pemeriksaan pengaruh P-Delta

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis terdapat beberapa poin yang dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Gedung ini diklasifikasikan dalam kategori desain seismik D, sehingga pemilihan Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus.
2. Hasil analisis respons spektrum menunjukkan bahwa gaya geser dari model struktur telah memenuhi syarat pemeriksaan dan penerapan faktor skala gaya gempa.
3. Simpangan relatif tingkat yang terjadi masih dalam batas ijin yang disyaratkan, sehingga struktur dinyatakan kaku dan stabil terhadap gaya gempa.
4. Elemen struktur utama bangunan seperti pelat lantai, balok, kolom dan pondasi) menunjukkan

mampu menahan akibat kombinasi pembebanan yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, beban angin maupun beban gempa.

5. Gedung kuliah terpadu tujuh lantai di Pontianak ini dapat dirancang secara aman, nyaman dan sesuai dengan standar perencanaan struktur bangunan gedung yang berlaku.

Saran

Terdapat beberapa saran dari penulis dalam perencanaan gedung ini sebagai berikut

1. Perencana haruslah lebih dahulu memahami tahapan perhitungan dan susunan perencanaan pada struktur bangunan bertingkat.
2. Perencana harus memahami karakteristik dari setiap elemen struktur bangunan yang akan diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan.
3. Harus lebih memperhatikan Layout struktur seperti perletakan balok-kolom, pelat lantai, serta pondasi. Hal ini agar perencanaan dapat dilakukan dengan menghasilkan output yang efisien, dan ekonomis.
4. Perencana harus memiliki buku atau pedoman terkait perhitungan yang akan dilakukan, hal ini guna menghindari penggunaan rumus yang salah.
5. Perencana yang menggunakan bantuan program software hendaklah memahami fitur – fitur yang terdapat pada program, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan teknologi tanpa kekeliruan pemodelan.

REFERENSI

- Afif, M. (2022). *Perencanaan Struktur Gedung Rumah Susun Tahan Gempa di Kabupaten Kubu Raya Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Andreas, R. (2023). *Perencanaan Struktur Beton Gedung Kuliah 6 Lantai*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Handayani, L. (2015). *Perbandingan Respons Struktur Bertingkat*. Sorong: Universitas Muhamadiyah Sorong.
- Lesmana, Y. (2020). *Handbook Analisa dan Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang (SRPMB, SRPMM, & SRPMK) Berdasarkan SNI 28474-2019 & SNI 1726 - 2019*. Makasar: CV. Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y. (2020). *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang*. Makasar: CV. Nas Media Pustaka.

- Nabila, A. (2022). *Perencanaan Struktur Benton Bertulang Untuk Gedung Laboratorium Terpadu 5 Lantai*. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.
- Pratiwi, A. (2022). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung 7 Lantai Tahan*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Rusan Rangan, D. (2023). *Kapasitas Elemen Struktur Terhadap Beban Gempa*. Tohar Media.
- S, R. (2021). *Pengaruh Klasifikasi Kelas Situs Menurut SNI 1726-2019 Terhadap Keruntuhan Progresif Pada Struktur Gedung Tidak Beraturan*. Jurnal Sainstek Stt Pekanbaru.
- SNI 1726-2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta.
- SNI 1727-2020. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.
- SNI 2847-2019. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.