

Tinjauan Perencanaan Bangunan Tahan Gempa pada Gedung Perpustakaan Universitas Sulawesi Barat

Irma Jenia Pratiwi¹, Safia Nurjannah², Hanafi Ashad³, Toni Utina⁴, Muhammad Syarif BP⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹irmajenia20@gmail.com; ²safianurjannah@gmail.com; ³hanafi.ashad@umi.ac.id;
⁴toni.utina@umi.ac.id; ⁵muhammad.syarif@umi.ac.id

ABSTRAK

Pada Januari Tahun 2021 gempa bumi terjadi di Majene Sulawesi Barat dengan kekuatan 5,9 dan 6,2 Skala Richter. Guncangan kuat yang terjadi menyebabkan kerusakan parah pada struktur gedung. Karena suatu peraturan terbaru muncul dan diberlakukan, maka hal tersebut mengakibatkan perlunya dilakukan peninjauan ulang bangunan-bangunan yang sudah berdiri untuk dikaji menggunakan peraturan terbaru. Tujuan dalam penelitian ini yaitu membandingkan struktur bangunan 4 lantai beton bertulang existing dengan analisis baru menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus. Dalam perencanaan ini semua perhitungan didasarkan pada peraturan baru, seperti peraturan pembebanan pada SNI 1727-2018, beban gempa SNI 03-1726-2019 dan tata cara perhitungan struktur beton pada SNI 03-2748-2019. Dalam penelitian ini juga digunakan bantuan program ETABS v18 untuk mempermudah proses analisis gaya gempa dan gaya dalam elemen yang bekerja pada struktur. Berdasarkan hasil analisis terdapat perbedaan dimensi komponen struktur primer dan tulangan yang digunakan pada hasil analisis dengan keadaan existing seperti meningkatnya jumlah tulangan pada balok induk sebesar 33,61% untuk tulangan longitudinal tumpuan atas yang disebabkan karena pada analisis baru ini beban-beban yang bekerja lebih besar dibandingkan existing baik dari segi beban hidup, beban mati gedung itu sendiri maupun beban gempa yang telah dihitung.

Kata Kunci: Struktur tahan gempa, gedung, momen, beban, ETABS

ABSTRACT

In January 2021, an earthquake occurred in Majene, West Sulawesi, with a magnitude of 5.9 and 6.2 on the Richter Scale. The strong shock that occurred caused severe damage to the structure of the building. Because a new regulation emerged and was enforced, this resulted in the need for a review of existing buildings to be reviewed using the latest regulations. The purpose of this study is to compare the existing 4-story reinforced concrete building structure with a new analysis using the special moment resisting frame system method. In this planning all calculations are based on new regulations, such as the loading regulations on SNI 1727-2018, earthquake load SNI 03-1726-2019 and procedures for calculating concrete structures in SNI 03-2748-2019. In this study, the ETABS v18 program was also used to facilitate the process of analyzing seismic forces and forces in the elements acting on the structure. Based on the results of the analysis, there are differences in the dimensions of the primary structural components and the reinforcement used in the results of the analysis with existing conditions such as the increase in the amount of reinforcement in the main beam by 33.61% for the longitudinal reinforcement of the upper support due to the fact that in this new analysis the working loads are greater. compared to existing both in terms of live load, dead load of the building itself and the calculated earthquake load.

Keywords: Earthquake resistant structures, buildings, moments, loads, ETABS

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki resiko tinggi terhadap kejadian gempa bumi adalah Indonesia, hal ini sebagai akibat interaksi antara 3 Lempeng raksasa yang mengelilingi Indonesia yaitu lempeng Samudera Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Samudera Pasifik. gempa bumi merupakan pergerakan tanah secara tiba-tiba yang disebabkan oleh pelepasan energi yang tersimpan lama di dalam bumi. (BNPB, 2012)

Indonesia sebagai daerah rawan gempa telah mengalami beberapa kali gempa besar diantaranya adalah gempa Aceh (26/12/2004), dengan kekuatan sebesar 9,1 skala magnitudo yang telah menelan kurang lebih 150 ribu jiwa dan gempa Maluku (21/01/2007) dengan kekuatan sebesar 7,5 skala magnitude.

Beberapa waktu lalu di kawasan Majene Sulawesi Barat, gempa mengguncang Kawasan tersebut sebanyak dua kali berturut-turut dimana gempa bumi pertama terjadi pada tanggal (14/01/2021) dengan kekuatan sebesar 5,9 skala magnitudo dan gempa bumi kedua terjadi pada tanggal (15/01/2021) dengan kekuatan sebesar 6,2 skala magnitudo, menyebabkan kerusakan di wilayah kota Majene Sulawesi Barat, seperti ambruknya gedung kantor gubernur Sulawesi Barat yang hanya menyisakan 10% bagian saja, tidak hanya itu beberapa rumah milik warga juga rusak baik tingkat ringan maupun tingkat berat dan bahkan memakan korban jiwa. Dari kejadian tersebut maka sangat disarankan bagi masyarakat untuk memilih konstruksi bangunan tahan gempa Ketika akan membangun hunian ataupun bangunan lainnya.

Sebagai bahan tugas akhir penulis tertarik meninjau kembali gedung perpustakaan universitas Sulawesi Barat dimana dalam perencanaan gedung perpustakaan tersebut menggunakan

acuan /peraturan SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung), SNI 03-1726-2002 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung) dan SNI 03-1727-1989 (Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, maka dapat dikemukakan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana mendesain bangunan tahan gempa pada gedung perpustakaan universitas Sulawesi Barat menggunakan SNI 1726-2019 dan SNI 1727:2018?
2. Bagaimana perbandingan hasil desain perencanaan yang ditinjau dengan hasil desain existing yang ada pada gedung perpustakaan universitas Sulawesi Barat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Dapat mendesain struktur bangunan tahan gempa pada gedung perpustakaan universitas Sulawesi Barat menggunakan SNI 1726-2019 dan SNI 1727:2018.
2. Untuk mengetahui perbandingan hasil desain perencanaan yang ditinjau dengan hasil desain existing yang ada pada gedung perpustakaan universitas Sulawesi Barat.

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mencari data dan informasi yang mendukung perancangan struktur. Data yang dikumpulkan dalam tugas akhir ini yaitu data sekunder. Data sekunder ini meliputi data umum bangunan, data tanah, gambar bangunan, spesifikasi material, data element struktur, data gempa dan literatur penunjang yang diperlukan dalam Perancangan Gedung Perpustakaan Universitas Sulawesi Barat.

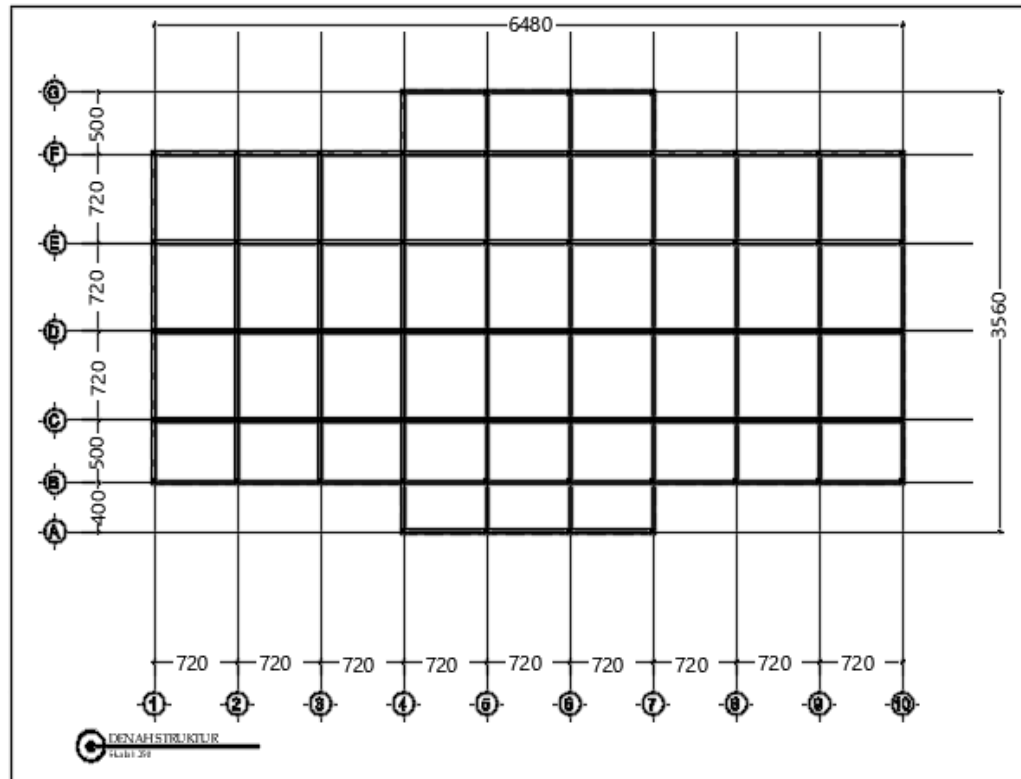
2.1.1 Lokasi dan Data

Data Bangunan

1. Nama Gedung: Gedung Perpustakaan Universitas Sulawesi Barat
2. Fungsi: Gedung Perpustakaan
3. Lokasi Bangunan:
Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH,
Talumung Kabupaten Majene
Sulawesi Barat

4. Jumlah Lantai : 4 Lantai
5. Tinggi Gedung : 14,5 m
6. Luas Banguna : 1918 m²
7. Jenis Pondasi : Pondasi sumur dan bor pile

2.1.2 Denah Struktur



Gambar 1 Denah perencanaan struktur perpustakaan Universitas Sulawesi Barat

2.1.3 Spesifikasi Material

1. Mutu beton (f'_c): 24,9 Mpa
2. Mutu baja tulangan (f_y): 400 Mpa

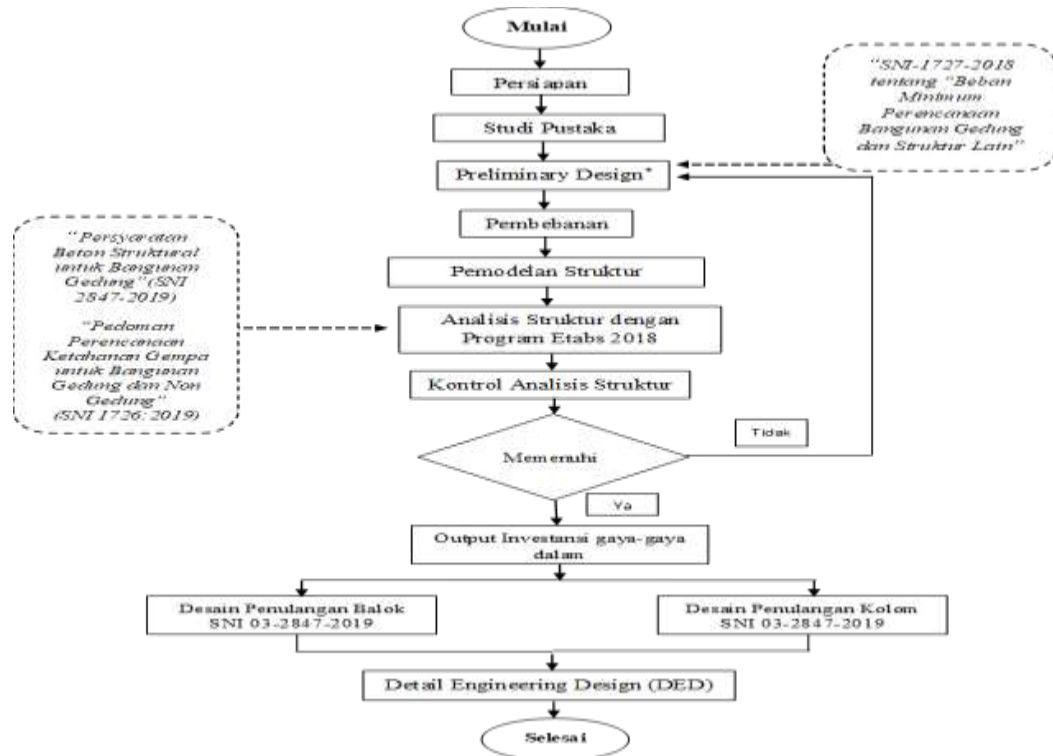
2.1.4 Data Elemen Struktur Existing

1. Balok induk 1 : 30 cm x 60 cm
2. Balok Induk 2 : 30 cm x 50 cm
3. Balok Anak 1 : 25 cm x 50 cm
4. Balok Anak 2 : 20 cm x 40 cm
5. Kolom Utama : 60 cm x 60 cm
6. Kolom 1 : 50 cm x 50 cm
7. Kolom 2 : 45 cm x 50 cm
8. Kolom 3 : 30 cm x 30 cm

2.1.5 Standar dan Referensi

1. (SNI 2847, 2019) : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung
2. (SNI 1726, 2019) : Tata cara perencanaan ketahan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
3. (RSNI 1727, 2018) : Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain

2.2 Diagram Alir Perencanaan Gedung



Gambar 2 Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data-data Perencanaan

3.3.1 Hasil Investigasi Tanah

Investigasi tanah yang beralokasikan

pada gedung perpustakaan universitas Sulawesi barat sebelumnya telah dilakukan penelitian dengan menggunakan pengujian sondir.

Tabel 1 Hasil investigasi tanah pada gedung perpustakaan universitas sulawesi barat

Jenis Pengujian	Titik	Kedalaman m	Pembacaan Manometer (Kg/cm ²)
Uji Penetrasi	T01	4.4	Cw = 250
Lapangan	T02	4.4	Cw = 250
dengan Alat	T03	3.6	Cw = 250
Sondir	Spesifikasi		Qc ≥ 250 Kg/cm2

3.2 Preliminary Design

Preliminary Design adalah merupakan suatu tahap dalam Analisis untuk dapat memperkirakan ukuran atau dimensi pada perencanaan suatu struktur awal yang dimana selanjutnya akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan bantuan software atau aplikasi untuk mendapatkan dimensi yang lebih efisien dan juga memenuhi spesifikasi atau peraturan yang disyaratkan. Adapun pada perencanaan ini didapatkan hasil Analisis pada dimensi dari struktur utama pada point-point berikut, yang dianalisis dengan mengacu pada syarat atau

peraturan SNI terbaru yakni sebagai berikut:

3.2.1. Perencanaan Dimensi Balok Induk dan Balok Anak

Tinggi balok ditentukan berdasarkan (SNI 2847, 2019) Tabel 9.3.1.1. dengan kondisi perlekatan sederhana dengan rumus h_{min} untuk balok induk dan anak sebagai berikut:

$$h_{min} = \frac{l}{16} \quad (1)$$

dan untuk balok anak

$$h_{min} = \frac{l}{21} \quad (2)$$

Untuk f_y lebih dari 420 Mpa, persamaan perlu dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$, untuk lebar balok akan ditentukan berdasarkan (SNI 2847, 2019) Pasal 18.6.2.1, yaitu :

$$b = \frac{2}{3} h \quad (3)$$

Akan tetapi, lebar balok tidak boleh kurang dari nilai paling kecil di antara dua minimal yang ditentukan, yaitu:

$$b \text{ min } 1 = 0,3 h \quad \text{dan} \quad (4)$$

$$b \text{ min } 2 = 250 \text{ mm}$$

Perencanaan balok juga harus mempertimbangkan syarat pada (SNI 2847, 2019), Pasal 18.6.2.1., yaitu Bentang bersih, L_n , harus minimal $4d$, adapun dimensi balok induk dan anak dari hasil perhitungan preliminary design dengan mengacu pada aturan (SNI 2847, 2019) dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Rekap dimensi balok

No	Type Balok	Bentang L (cm)	Tinggi h (cm)	Lebar b (cm)	h pakai (cm)	b pakai (cm)	Dimensi b/h (cm)
1	BI1	720	45	30	60	30	30 x 60
2	BI2	500	31	21	50	30	30 x 50
3	Ba1	500	24	16	50	25	25 x 50
4	Ba2	400	19	13	40	20	20 x 40

Dari tabel di atas dapat dilihat bawah ada 4 macam ukuran atau dimensi balok yang didapatkan dari hasil analisis perencanaan balok berdasarkan (SNI 2847, 2019)

3.2.1 Perencanaan Pelat

Pelat yang akan direncanakan yaitu pelat S1 dengan ukuran $5 \times 3,6$ m merupakan pelat dua arah, Tebal pelat dua arah ditentukan berdasarkan (SNI 2847, 2019)

$$L_n = 500 - \frac{1}{2} 30 + 30 = 470 \text{ cm} \quad (5)$$

$$S_n = 360 - \frac{1}{2} 25 + 30 = 333 \text{ cm} \quad (6)$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{470}{333} = 1,41 < 2 \quad (7)$$

Untuk nilai β kurang dari 2 maka termaksud dalam pelat dua arah, Tebal minimum untuk pelat dua arah ditentukan berdasarkan pada (SNI 2847, 2019) Pasal 8.3.1.1.

$$\text{Tebal minimum } t_{pm} = \frac{L_n}{33} \quad (8)$$

Tabel 3 Rekapitulasi dimensi pelat

Kode plat	Dimensi				β	arah	t min (cm)	t rencana (cm)
	p (cm)	l (cm)	L_n (cm)	S_n (cm)				
S1	500	360	470	332.5	1.41	1	10.47	12
S2	400	360	370	332.5	1.11	2	8.73	12
S3	360	360	330	332.5	0.99	3	7.97	12

Dari tabel di atas dapat dilihat bawah ada 3 macam ukuran atau dimensi Plat yang didapatkan dari hasil perhitungan perencanaan balok berdasarkan (SNI 2847, 2019)

3.2.2 Perencanaan Dimensi Kolom

Data Perencanaan kolom

1. Tebal pelat : 12 cm
2. Tinggi setiap lantai : 400 cm
3. Dimensi kolom awal : 80 cm x 80 cm
4. Mutu beton (f'_c) : 24,9 Mpa

5. Beban mati : 167738,4 kg
 6. Beban hidup : 67184,64 kg
- Pembebanan pada kolom akan memperhitungkan dua beban aksial, yaitu beban mati struktur dan beban hidup struktur. direncanakan sesuai dengan (RSNI2 1727, 2018)

$$W_u = 1,2 DL + 1,6 LL \quad (9)$$

Untuk luas kolom dapat dihitung berdasarkan peraturan SNI 2847:2019 Pasal 9.3.2.2 sebagai berikut:

$$A = \frac{W_u}{0,3 \times f'c} \quad (10)$$

Adapun untuk dimensi kolom yang didapatkan dari hasil perhitungan

preliminary design yang mengacu pada aturan (SNI 2847, 2019) dapat dilihat pada tabel 4 berikut

Tabel 4 Rekapitulasi dimensi kolom

Kode Kolom	Tinggi lantai (cm)	Dimensi (cm)	
		b	h
Ku	400	60	60
K1	400	50	50
K2	400	45	45
K3	205	30	30

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa ada 4 macam ukuran atau dimensi kolom yang didapatkan dari hasil perhitungan perencanaan balok berdasarkan (RSNI2 1727, 2018).

3.3 Identifikasi Beban Pada Struktur

3.3.1 Beban Mati (DL)

Beban mati atau berat sendiri (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen structural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom dan lainnya akan dihitung secara otomatis dengan menggunakan Perangkat lunak ETABS Versi 18.(Dedy, 2013)

3.3.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

1. Beban mati pada pelat lantai
 - a. Keramik : 0,24 kN/m²
 - b. Spesi : 0,21 kN/m²

- c. Penggantung : 0,07 kN/m²
- d. Instalasi MEP : 0,25 kN/m²
- e. Ducting/plumbing : 0,30 kN/m²
- f. Plafon : 0,11 kN/m²

2. Beban mati pada pelat atap

- a. Spesi : 0,21 kN/m²
- b. Ducting/Plumbing : 0,30 kN/m²
- c. Instalasi MEP : 0,25 kN/m²

3. Beban dinding

- a. Dinding Lt 1-3 : 10,0 kN/m²
- b. Dinding Lt 4 : 6,30 kN/m²

3.3.3 Beban Hidup (LL)

Beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung ini didasarkan pada fungsi dari gedung dan fungsi tiap ruang itu sendiri sebagaimana yang telah diatur dalam (RSNI2 1727, 2018)

Tabel 5 Parameter percepatan respon spektrum desain

Fungsi Gedung: Perpustakaan	Besar Beban Hidup	Peraturan Pembebanan
Ruang baca	60 (2,87)	kN/m ² SNI 1727:2018
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	kN/m ² SNI 1727:2018
Ruang pertemuan	100 (4,79)	kN/m ² SNI 1727:2018
Ruang Kepala/Kantor	50 (2,4)	kN/m ² SNI 1727:2018
Lobby	100 (4,79)	kN/m ² SNI 1727:2018

Sumber: SNI 1727-2018

Tabel diatas merupakan nilai besarnya beban hidup yang digunakan pada perencanaan perpustakaan universitas sulawesi barat, yang mengacu pada SNI 1727-2018

3.3.4 Beban Gempa Rencana

Analisis beban gempa pada perancangan bangunan ini ditentukan berdasarkan (SNI 1726, 2019) yang digunakan adalah gempa periode ulang 2500 tahun, yakni 2% kemungkinan gempa rencana terlampaui dalam 50 tahun umur bangunan (Januar et al., 2019).

Tabel 6 Parameter percepatan respon spektrum desain

Parameter Respon Spektrum Desain		
Kategori risiko struktur bangunan		IV
Faktor keutamaan gempa	Ie	1,50
Percepatan batuan dasar pada periode pendek	Ss	1,5165 g
Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik	S1	0,6087 g
Kelas situs tanah	SC	Tanah keras
Koefisien situs percepatan batuan dasar periode pendek	Fa	1,2
Koefisien situs percepatan batuan dasar periode 1 detik	Fv	1,4
parameter respon percepatan	S _{MS}	1,8198 g
	S _{M1}	0,8523 g
parameter percepatan spektral desain	S _{DS}	1,2132 g
	S _{D1}	0,5682 g
periode getar fundamental struktur	T ₀	0,0937 detik
	T _s	0,4683 detik
	T _L	8 detik
spektrum percepatan desain	Sa	0.071 g
Kategori desain seismik	KDS	D
Faktor pengali gempa	SF	1838,746 mm/s ²

Sumber: SNI 1727:2018

Data pada tabel diatas merupakan nilai-nilai parameter atau koefisien yang digunakan untuk menghitung besarnya beban gempa pada perencanaan yang berdasarkan pada SNI 1726-2019

Kontrol Partisipasi

Setelah dilakukan pemodelan dan analisis dengan program bantuan ETABS, hasil analisis struktur harus dikontrol terhadap suatu batas-batas tertentu sesuai dengan peraturan (SNI 1726, 2019) untuk menentukan kelayakan sistem struktur adapun yang harus dikontrol adalah sebagai berikut:

3.4.1 Kontrol Partisipasi Struktur

Sesuai dengan (SNI 1726, 2019) pasal 7.9.1, perhitungan respons dinamik struktur harus didasarkan pada partisipasi massa paling kecil sebesar 90%. Hasil partisipasi massa pada struktur diperoleh menggunakan program bantu ETABS Menurut SNI 1726:2019 pasal 7.9.4.1 periode fundamental struktur (T) yang digunakan adalah $T_c = C_u T_{min}$ jika $T_c > C_u T_{min}$.

Karena nilai periode arah x dan y lebih dari nilai batas atas periode, maka

Versi 18 yang disajikan pada tabel 5 berikut.

3.4.2 Kontrol Periode Getar Struktur

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 1726:2019, periode fundamental struktur harus ditentukan dari $T_a = C_t h_n$.

- Periode Minimum:

$$T_{min} = C_t \times h_n^x \quad (11)$$

$$T_{min} = 0,0466 \times 14,05^{0,9} \\ = 0,503 \text{ detik}$$

- Periode Maksimum:

$$T_{max} = C_u \times T_{min} \quad (12)$$

$$T_{max} = 1,4 \times 0,503 \\ = 0,704 \text{ detik}$$

- Periode Arah X dan Y (ETABS):
Arah X = 1,570 detik Arah Y = 0,775 detik

periode struktur yang digunakan = 0,704 detik

3.4.3 Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.1 nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 100% nilai respon statik.

Cs hitung

$$Cs = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (13)$$

$$Cs = \frac{1,2132}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,2275$$

Cs maksimum

$$Cs = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (14)$$

$$Cs = \frac{0,5682}{0,704 \left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,2275$$

Cs minimum

$$Cs = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$Cs = 0,044 \cdot 1,2132 \cdot 1,5 \geq 0,01$$

Kontrol: Cs Minimum < Cs hitung < Cs

Maksimum = 0,0801 < 0,2275 < 0,1514

Berdasarkan kontrol maka Cs yang digunakan adalah sebesar 0,227

Tabel 7. Berat efektif struktur

W		
Story	UX (kg)	Uyv (kg)
Total	8490766	8490766

Pada tabel 7. Merupakan data berat keseluruhan bangunan yang di ambil dari hasil pembebanan menggunakan program Etabs Versi 18, data tersebut dapat di gunakan untuk menghitung Base shear dari perencanaan struktur.

Berdasarkan tabel di atas, maka perhitungan base shear adalah sebagai berikut :

$$V = Cs \times W \quad (15)$$

$$= 0,2275 \times 8490765.6$$

$$= 11920,0277 \text{ kN}$$

Dari hasil analisis Menggunakan Program ETABS didapatkan nilai gaya geser dasar akibat beban gempa (base shear) sebagai berikut :

Arah X = 7904,5205 kN

Arah Y = 283,3382 kN

Kontrol :

Untuk gempa arah X

$$V_{\text{dinamik}} \geq 100\% V_{\text{statik}}$$

$$7904,5205 \geq 100\% \times 11920,0277$$

$$7904,5205 \text{ kN} \leq 11920,0277 \text{ kN}$$

(tidak memenuhi)

Untuk gempa arah Y

$$V_{\text{dinamik}} \geq 100\% V_{\text{statik}}$$

$$283,3382 \geq 100\% \times 11920,0288$$

283,3382kN ≤ 11920,0277 kN (tidak memenuhi)Diperlukan faktor

pembesaran gempa sebesar:

$$FS_x = \frac{11920,0277}{7904,5205} = 1,508$$

$$FS_y = \frac{11920,0288}{283,3382} = 42,067$$

Berdasarkan faktor pembesaran gempa maka didapatkan nilai gaya geser dasar (base shear) setelah koreksi adalah sebesar

Arah X = 11920,0277 kN

$$V_{\text{dinamik}} \geq 100\% V_{\text{statik}}$$

$$11920,0277 \geq 100\% \times 11920,0277 \text{ kN}$$

(Memenuhi)

Arah Y = 11920,0288 kN

$$V_{\text{dinamik}} \geq 100\% V_{\text{statik}}$$

$$11920,0288 \geq 100\% \times 11920,0288 \text{ kN}$$

(Memenuhi)

3.4.4 Kontrol Batas Simpang Antar Lantai (Drift)

Nilai dari simpangan antar lantai diperoleh menggunakan program bantuETABS yang selanjutnya akan dikontrol simpangan ijinnya untuk penentuan story drift digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta_i \leq \Delta_a \quad (16)$$

Besar simpang ijin lantai tingkat paling bawah:

$$- h_{sx} = 4000 \text{ mm}$$

$$- \Delta_a = 0,010 h_{sx} = 0,010 \times 4000 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$$

Berdasarkan pasal 7.12.1.1, untuk struktur kategori seismik D-F, nilai Δa

harus dibagi dengan $\rho = 1,3$ Sehingga nilai Δa menjadi :
 $\Delta a = 40 \text{ mm} / 1,3 = \text{mm}$

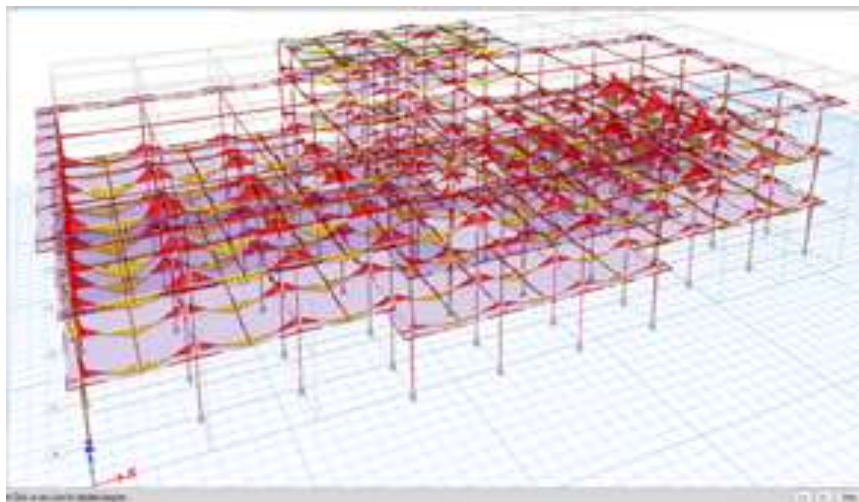
Tabel 8 Hasil pengecekan simpang antar lantai

Lantai	Simpangan arah X (mm)	Simpangan arah Y (mm)	Drift arah X (mm)	Drift arah Y (mm)	Batas Izin	Cek arah X	Cek arah Y
Lt.4	30.694	0.989	10.478	0.077	30,77	Tidak ok	ok
Lt. 3	26.216	0.912	9.656	0.279	30,77	Tidak ok	ok
Lt. 2	16.56	0.633	9.082	0.253	30,77	Tidak ok	ok
Lt. 1	7.478	0.38	7.478	0.38	30,77	Tidak ok	ok
Base	0	0	0	0	30,77	ok	ok

Data simpang antara lantai didapatkan berdasarkan hasil pembebanan struktur secara horizontal dan vertical, jika dari data simpang tersebut tidak memenuhi syarat yang ditentukan maka perencanaan dari struktur tersebut harus dihitung atau dianalisis kembali.

3.5 Hasil Analisis Perbandingan

Berdasarkan analisis dan pemodelan struktur yang telah dilakukan dengan program bantuan menghasilkan gaya-gaya dalam seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah yang selanjutnya akan digunakan pada perencanaan penulangan pada struktur primer seperti balok & kolom. hasil analisis struktur ini didapatkan menggunakan program bantuan ETABS Versi 2018.



Gambar 3 Gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur

Pada hasil analisis perhitungan, akibat adanya beberapa perubahan aturan/acuan dalam perencanaan, menyebabkan adanya perubahan terhadap hasil ukuran besaran dimensi

dan kebutuhan jumlah serta diameter tulangan pada elemen struktur gedung, seperti yang ditunjukkan pada tiap poin-poin di bawah ini.

3.5.1 Perbandingan Base Shear

Pada perbandingan base shear antara perencanaan existing dan Analisis baru besar nilai perbandingan persentase base shear antara perencanaan existing dan perencanaan baru yakni sebesar 87,36 % untuk gempa arah X dan 86,85% untuk gempa arah Y.

3.5.2 Perbandingan Penulangan

Perbandingan penulangan yang dimaksud yakni penulangan pada balok dan kolom yang ada pada struktur gedung antara perencanaan existing dan Analisis baru yang dimana perbandingan tersebut dapat kita lihat pada tabel 13 dan tabel 14 yang disajikan dibawah.

Tabel 14 Perbandingan tulangan pada balok

Tipe Balok	Jenis Tulangan	Area Tulangan		Existing	Analisis baru	Perbandingan (%)
Dimensi (mm)				300 x 600	450 x 600	
BI 1	Tulangan Longitudinal	Tumpuan	Atas	6 D22	7 D25	33,61
			Tengah	4 D16	2 D25	18,12
			Bawah	4 D22	6 D25	48,35
		Lapangan	Atas	4 D22	6 D25	48,35
			Tengah	4 D16	2 D25	18,12
			Bawah	6 D22	7 D25	33,61
	Tulanga Transversal	Tumpuan		4D10-200	4D13-100	40,87
		Lapangan		4D10-300	4D13-150	40,87
Dimensi (mm)				300 x 500	300 x 550	
BI 2	Tulangan Longitudinal	Tumpuan	Atas	4 D19	4 D22	25,44
			Tengah	4 D16	2 D22	5,78
			Bawah	2 D19	4 D22	62,72
		Lapangan	Atas	2 D19	4 D22	62,72
			Tengah	4 D16	2 D22	5,78
			Bawah	4 D19	4 D22	25,44
	Tulanga Transversal	Tumpuan		4D10-200	4D13-100	40,87
		Lapangan		4D10-300	4D13-150	40,87
Dimensi (mm)				250 x 500	350 x 500	
BA 1	Tulangan Longitudinal	Tumpuan	Atas	5 D19	5 D22	25,41
			Tengah	2 D16	2 D22	47,10
			Bawah	3 D19	4 D22	44,05
		Lapangan	Atas	3 D19	5 D22	55,23
			Tengah	2 D16	2 D22	47,10
			Bawah	5 D19	4 D22	6,77
	Tulanga Transversal	Tumpuan		3D10-100	3D13-100	40,70
		Lapangan		3D10-150	3D13-150	40,70
Dimensi (mm)				200 x 400	300 x 500	
BA 2	Tulangan Longitudinal	Tumpuan	Atas	3 D19	5 D22	55,23
			Tengah		2 D22	
			Bawah	2 D19	4 D22	62,72
		Lapangan	Atas	2 D19	5 D22	70,17
			Tengah		2 D22	
			Bawah	3 D19	5 D22	44,05
	Tulanga Transversal	Tumpuan		2D10-100	3D10-100	33,47
		Lapangan		2D10-150	3D10-150	33,47

Tabel 15 Perbandingan tulangan pada kolom

Tipe Kolom	Jenis Tulangan		Existing	Analisis Baru	Perbandingan (%)
	Dimensi (mm)		600 x 600	600 x 600	
K Utama	Tulangan Longitudinal		16 D19	20 D25	53.79
	Tulangan	Tumpuan	4D10-100	4D13-100	40.87
	Transversal	Lapangan	4D10-125	4D13-150	40.87
	Dimensi (mm)		500 x 500	500 x 500	
K1	Tulangan Longitudinal		16 D19	20 D22	40.34
	Tulangan	Tumpuan	4D10-100	4D10-100	0
	Transversal	Lapangan	4D10-125	4D10-150	0
	Dimensi (mm)		450 x 450	450 x 450	
K2	Tulangan Longitudinal		12 D16	16 D22	60.33
	Tulangan	Tumpuan	4D10-100	4D10-100	0
	Transversal	Lapangan	4D10-125	4D10-150	0
	Dimensi (mm)		300 x 300	400 x 400	
K3	Tulangan Longitudinal		8 D16	12 D22	52.73
	Tulangan	Tumpuan	4D10-150	4D10-100	0
	Transversal	Lapangan	4D10-150	4D10-150	0

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan struktur yang telah dihitung pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hasil perencanaan sesuai dengan perumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Dalam mendesain bangunan tahan gempa pada Gedung Perpustakaan dan Auditorium Universitas Sulawesi Barat yang mengacu pada SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2018 dengan program bantu ETABS 2018 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan dimensi komponen struktur primer dan juga penggunaan tulangan yang digunakan pada hasil analisis dengan keadaan existing dikarenakan pada Analisis baru ini beban-beban yang bekerja lebih besar dibandingkan existing baik dari segi beban hidup, beban mati gedung itu sendiri maupun beban gempa yang telah dihitung.
- 2) Hasil perbandingan Analisis perencanaan eksisting dan Analisis baru
 - a) Gaya gempa yang bekerja pada struktur bangunan gedung perpustakaan dan auditorium

universitas sulawesi barat dengan perencanaan existing dan analisis baru didapatkan hasil perbandingan sebesar 87,36% untuk gaya gempa arah x dan 86,85% untuk gaya gempa arah y.

- b) Hasil perbandingan Untuk besarnya beban hidup yang bekerja pada struktur gedung dengan persentasi terbesar mengalami kenaikan sebesar 65,18%
- c) Pada parameter respon spektrum yang digunakan dalam perencanaan existing dan analisis baru memperoleh perbandingan 10,98% untuk parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek, 32,15% untuk percepatan batuan dasar pada periode 1 detik, 16,67% untuk koefisien situs Fa, dan 28,57% untuk koefisien kelas situs Fv.
- d) Untuk perbandingan dimensi balok antara perencanaan existing dengan analisis baru mengalami kenaikan 37,5% untuk lebar pada balok induk 1, untuk balok anak 1 dan 2 mengalami kenaikan sebesar 16,67% pada lebar balok.
- e) Untuk perbandingan dimensi kolom antara perencanaan existing dengan analisis baru mengalami kenaikan

sebesar 25% untuk penampang kolom 3.

- f) Perbandingan Hasil perhitungan tulangan balok dengan persentasi terbesar ada pada tulangan longitudinal pada balok anak 1 didapatkan perbandingan sebesar 53,6% antara perencanaan existing dan analisis baru pada tumpuan atas, sedangkan pada tumpuan bawah perbandingan tulangan sebesar 38% untuk tulangan transversal didapatkan perbandinga sebesar 75%.
- g) Perbandingan Hasil perhitungan tulangan kolom dengan persentasi terbesar ada pada Perbandingan tulangan longitudinal pada kolom utama didapatkan perbandingan sebesar 54,48% antara perencanaan existing dan analisis baru, sedangkan pada tulangan transversal tumpuan didapatkan perbandinga sebesar 98,07% dan 73,07% untuk tulangan transversal lapangan.

4.2 Saran

- 1) Dalam analisis sebaiknya perbandingan desain perencanaan bukan hanya pada struktur primer saja tetapi secara keseluruhan baik itu struktur sekundernya.
- 2) Ketelitian dalam penginputan dan pengolahan data dalam perhitungan struktur sangat diperlukan agar output yang diperoleh sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Daftar Pustaka

- BNPB. (2012). Menuju Indonesia Tangguh Menghadapi Tsunami. *Masterplan Pengurangan Risiko Bencana Tsunami*, 146. <https://bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/578.pdf>
- Dedy. (2013). Perencanaan Gedung Enam Lantai Dinas Pendidikan Kota Semarang. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 2017.
- Januar, R., Banu, H., Handono, D., & Pandaleke, R. (2019). Perencanaan Bangunan Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 201–208.
- RSNI2 1727. (2018). RSNI2 1727:2018 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Badan Standarisasi Nasional*, 196. www.bsn.go.id
- SNI 1726. (2019). Sni 1726-2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, 8, 254.
- SNI 2847. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726:2019)*. BSN. Jakarta., 8, 695.