

ANALISIS KAPASITAS ELEMEN STRUKTUR GEDUNG KANTOR REKTORAT IAKN TORAJA TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN METODE PUSHOVER

Semuel Rante Kapa^{1*}, Parea R. Rangan², Bastian A. Ampangallo³

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Kampus II Kakondongan, Indonesia

¹samuelrante@gmail.com; ²pareausanrangan68@gmail.com; ³bastianartanto@vmail.com

*samuelrante@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Gempa, Struktur baja, Analisis Pushover, Kurva Kapasitas, Batas Kinerja.

Indonesia merupakan daerah yang rawan terjadi gempa, sehingga dibutuhkan desain bangunan yang tahan gempa. Desain bangunan berbasis gempa rencana pada bangunan yang dianggap sebagai beban static, besarnya dibesarkan secara bertahap sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan disatu atau lebih lokasi di struktur tersebut.

Penelitian ini membahas tentang gedung Rektorat IAKN Toraja yang terletak di jalan poros Makale-Makassar km. 10. Gedung ini merupakan bangunan 3 lantai dengan luas 33 m X 22m yang dilakukan penelitian dengan menggunakan metode Pushover untuk mencari kurva kapasitas, batas kinerja dan berapa besar gaya maksimum akibat beban gempa dengan menggunakan software SAP2000 V22. Standar analisis mengacu SNI 1726:2012, SNI 1727:2013, SNI 1729 2015, ATC 40 dan FEMA 356 .

Hasil penelitian berdasarkan Kurva kapasitas struktur gedung di lihat nilai displacemen dilihat dari kurva demand FEMA 356, Perpindahan hasil pushover maksimum arah X sebesar 216,000167 mm dan Perpindahan hasil pushover maksimum arah Y sebesar 216,043849mm. Sedangkan berdasarkan ATC-40, perpindahan pushover maksimum arah X sebesar 72.985 mm dan arah Y sebesar 94,772 mm. Nilai base shear dilihat dari performance point dengan metode ATC-40 arah X sebesar 323351,2 Kg dan arah Y sebesar 231711,73 Kg, dengan FEMA 356 arah X sebesar 593561,54 Kg dan arah Y sebesar 308400,98 Kg . Titik kinerja berdasarkan peraturan ATC 40 struktur bangunan berada pada level kategori IO karena nilai maksimum total drift dan maksimum in-elastik drift arah x yang sama dengan nilai 0,005 , namun pada arah Y nilai maksimum total drift sebesar 0,005 dan maksimum in-elastik drift sebesar 0,007.

Keywords:

Earthquake, Steel Structure, Pushover Analysis, Capacity Curve, Performance Limit

ABSTRACT

Indonesia is the earthquake prone area, so this building needs earthquake resistance design. It's design has a durable capacity to withstand earthquake causing loads.

The research explain about an IAKN Toraja rectorate building which located on jln Makale-Makassar km 10. This building have 3 storey building which an area of 33 M x 22 m. This research using pesover method to find the capacity curve , the maximum displacement of the pushover performance limits and the maximum force due to earthquake loads using SAP2000 V22 software. The standard of analysis refers to SNI 1726:2012, SNI 1727:2013, SNI 1729 2015, ATC 40 and FEMA 356.

The results of the research based on the building structure capacity curve, the displacement value is seen from the FEMA 356 demand curve, the maximum displacement of the pushover results in the X direction is 216,000167 mm and the maximum pushover displacement in the Y direction is 216.043849mm. Meanwhile, based on ATC-40, the maximum pushover displacement in the X direction is 72,985 mm and the Y direction is 94,772 mm. The value of the base shear seen from the performance point with the ATC-40 method in the X direction is 323351.2 Kg and the Y direction is 231711.73 Kg, with FEMA 356 in the X direction is 593561.54 Kg and the Y direction is 308400.98 Kg. The performance point based on the ATC regulation 40 of the building structure is at the level of the IO category because the maximum value of total drift and maximum inelastic drift in the x direction are the same as 0.005 , but in the Y direction the maximum total drift value is 0.005 and the maximum inelastic drift is 0.007

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.



I. Pendahuluan

Tingginya potensi gempa bumi di Indonesia disebabkan oleh letak geografis yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia . Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat ada 5 kabupaten yang ada di Sulawesi Selatan rawan gempa bumi. Kelima kabupaten tersebut merupakan jalur sesar Walanea, yaitu kabupaten Sidrap, Pindrang, Bone, Gowa dan Balukumba. Akan tetapi pada tahun 2018 sampai awal tahun 2021 di provinsi Sulawesi Tengah dan di Sulawesi Barat beberapa kali terjadi gempa dan bahkan berakibat Tsunami. Jarak kedua provinsi tersebut cukup jauh dari Tana Toraja, namun getaran gempa yang sangat kuat dapat dirasakan sampai ke Tana Toraja. Berdasarkan kejadian yang telah terjadi, keruntuhan bangunan akibat bencana gempa bumi mengakibatkan kerugian materi dalam jumlah yang cukup besar dan menelan korban jiwa . Oleh karena itu, untuk meminimalisir terjadinya kerusakan dan keselamatan penghuni terjamin (life safety) maka perlu dilakukan analisis pendekatan untuk perhitungan beban lateral yang disebabkan oleh pengaruh gempa bumi.

Analisis pushover merupakan salah satu unsur Performance Based Seismic Design yang memanfaatkan program komputer untuk menganalisis perilaku keruntuhan bangunan terhadap gempa. Analisis pushover menunjukkan bahwa daktalitas portal berbeda dalam arah yang lain. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Tirta Ayu Ananda (2017) dengan judul Perencanaan Alternatif Gedung Struktur Baja Menggunakan Bresing dengan Analisis Pushover pada Gedung Kuliah UINSU Medan. Dari penelitian di dapatkan nilai simpangan pada tingkat paling atas gedung model 1 ($X=0,011523m$. $Y=0,01416m$), model 2 ($X= 0,005326m$. $Y=0,007404m$), model 3 ($X=0,005602m$. $Y=0,006612m$) dan nilai gaya geser dasar pada arah x setiap model,(model 1= $370.3995kN$), (model 2= $295.5219 kN$), (model 3 = $426.5512 kN$). Selain itu penelitian tentang struktur baja dengan metode pushover pernah juga dilakukan oleh Muhamad Gigih Realdy dan Rika Nuraini (2019) dengan judul penelitian Evaluasi Kinerja struktur Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Pushover Analysis dengan Metode FEMA 356 dan FEMA 440 yang menghasilkan nilai perpindahan FEMA 356 push X dan push Y sebesar 0,253 m , dan nilai perpindahan FEMA 440 push X dan push Y sebesar 0,186m.

Analisis ini akan membahas tentang Bangunan Rektorat IAKN Toraja yang berada di Tana Toraja. Bangunan Rektorat IAKN Toraja memiliki 3 lantai dengan luas 33 m X 22 m dan menggunakan struktur portal baja. Bangunan tersebut merupakan bangunan yang tinggi yang dibangun berfungsi sebagai gedung Rektorat IAKN Toraja. Dalam analisis ini nantinya diharapkan dapat memberikan kurva kapasitas, beban maksimum dan batas kinerja dari bangunan dengan menggunakan analisis Pushover dengan bantuan program komputer. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan

judul : ANALISIS KAPASITAS ELEMEN STRUKTUR GEDUNG KANTOR REKTORAT IAKN TORAJA TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN METODE PUSHOVER.

II. Metode

A. Data Primer dan Data Sekunder

Lokasi pembangunan 3 lantai gedung kantor Rektorat Kampus IAKN Toraja, jln. Poros Makale-Endrekang KM 10 dan berada pada ketinggian 1100 MDPL dan berada pada titik koordinat Lo:119°53'45.61 La:-3°10'21.36



Gambar 1. Lokasi Proyek

B. Metode yang Digunakan

Untuk menganalisis kembali struktur gedung kantor Rektorat IAKN Toraja, penelitian ini menggunakan data pendekatan kuantitatif. karena output dari analisa penelitian dengan menggunakan bantuan Software SAP2000 V22 berupa kurva kapasitas.

Dalam pengerjaan dan perhitungan analisis beban gempa terhadap gedung Kantor Rektorat IAKN Toraja, penulis melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

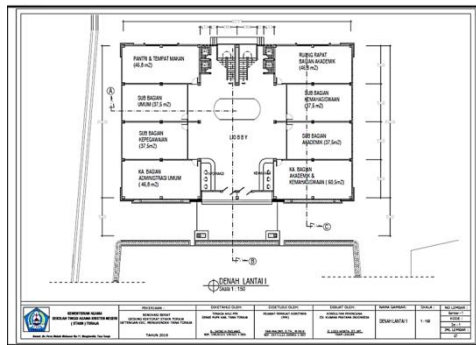
1. Melakukan konsultasi dengan dosen yang berkaitan dengan judul penelitian yang mau diambil.
2. Mencari dan membaca referensi yang berkaitan dengan judul penelitian untuk mendapatkan gambaran dan pengetahuan mengenai penelitian yang mau dikerjakan nanti.
3. Mencari sumber data sekunder dari gedung Rektorat IAKN Toraja yang akan dijadikan studi penelitian berupa as built drawing dan laporan akhir kontraktor.
4. Review gambar – gambar eksisting bangunan penelitian dan mulai melakukan pengecekan dimensi struktur (balok, kolom dan plat).
5. Permodelan struktur 3D dengan bantuan program SAP 2000 V22.
6. Menghitung pembebanan (beban mati, beban hidup, beban mati tambahan, beban angin dan beban hujan), menghitung beban lateral.
7. Melakukan kontrol analisis hasil perhitungan pembebanan dengan hasil perhitungan yang diperoleh dari SAP2000 V22.
8. Apabila hasil kontrol analisis (ok) maka dilanjutkan analisis pushover, apabila (belum ok) maka melakukan pengecekan kembali dimensi struktur.
9. Input parameter FEMA 365 terdapat data yang didapatkan dari SNI Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012) ataupun PUSKIM.
10. Kurva Kapasitas untuk mendapatkan hubungan antara gaya geser dasar (base shear) dan simpangan atap (roof displacement).
11. Distribusi sendi plastis diharapkan terjadi pada balok utama dan kolom. Untuk balok dikenakan beban momen arah sumbu lokal 3 (M3), sedangkan pada kolom dikenakan beban gaya aksial (P) dan momen (M) sumbu lokal 2 dan sumbu lokal 3 (PM2M3).
12. Kemudian hasil dari distribusi sendi plastis dievaluasi dengan metode ATC-40 untuk menghasilkan batas kinerja struktur.

13.Selanjutnya hasil dari evaluasi dengan 2 (dua) metode tersebut akan disimpulkan dan memberikan saran untuk hasil penelitian yang telah dikerjakan serta evaluasi yang sifatnya lebih membangun untuk penelitian selanjutnya.

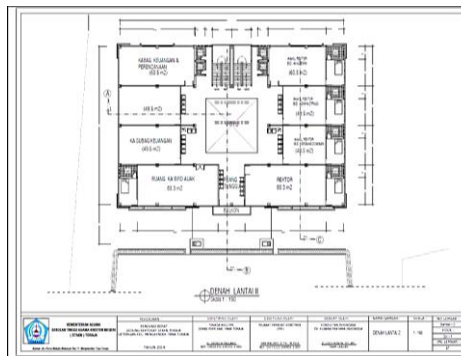
III. Hasil dan Pembahasan

A. Data struktur bangunan

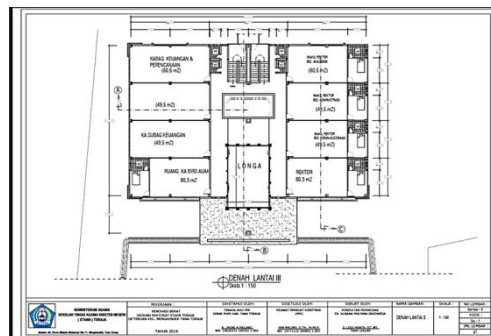
Pada penelitian ini dilakukan analisis elem struktur dengan menggunakan sistem analisis Puhover. Berikut adalah denah yang akan di analisis dengan metode Pushover.



Gambar 2. Denah Lantai 1



Gambar 3. Denah Lantai 2



Gambar 4. Denah Lantai 3

B. Data geometrik gedung

Dari geometri bangunan gedung rektorat IAKN Toraja terletak di jalan poros Makale – Makassar KM 10, Sebagai berikut:

1. Jenis Bangunan = Bangunan bertingkat
2. Jenis Struktur = Rangka Baja
3. Fungsi = Kantor rektorat kampus

4. Lokasi = Mengkendek, Tana Toraja, Sulawesi Selatan
5. Tinggi Struktur = 18 m
6. Luas gedung = 726 m²
7. Jumlah Lantai = 3 lantai

C. Data material

Data-data material yang digunakan dalam menganalisis elemen struktur gedung yang terletak di jalan poros Makale- Makassar KM 10 yaitu sebagai berikut:

1. Mutu Baja Struktur = BJ 37
2. Tegangan leleh minimum baja (fy) = 240 Mpa
3. Tegangan putus minimum baja (fu) = 370 Mpa
4. Berat jenis baja = 7850 Kg/m³
5. Modulus elastis baja (Es) = 200.000 Mpa
6. Modulus geser (G) = 80.000 Mpa
7. Koefisien poisson (μ) = 0,3
8. Koefisien muai panjang (α) = 12 x 10⁻⁶ °C

D. Data elemen struktur

Data elemen struktur gedung rektorat IAKN Toraja adalah sebagai berikut:

1. Tebal plat yang digunakan pada struktur gedung adalah 12 cm atau 0,12 m dengan di bantu dengan plat bondek
2. Dimensi baja pada struktur gedung adalah:

Tabel 1. Data Penampang Balok dan Kolom pda Gedung

Tipe	Size (mm)
Kolom	Baja H 300 . 300 . 10 . 15
Balok Induk	Baja IWF 300 . 150 . 6,5 . 9
Balok Anak	Baja IWF 150 . 75 . 5 . 7

E. Dari data-data penampang di atas digunakan sebagai data dalam mendesain gedung di dalam SAP 2000 V22.

F. Pembebanan struktur

1. Analisis beban mati (Dead Load/DL)

Beban mati merupakan seluruh bagian dari komponen struktur bangunan yang bersifat tetap dan tidak terpisahkan dari bangunan tersebut selama masa layanan. Beban mati yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini adalah beban yang di ambil dari susunan data pembebanan pada hasil desain struktur Gedung Rektorat IAKN Toraja yang berada di Mengkendek. Pembebanan yang digunakan mengacupada pada peraturan pembebanan Indonesia Rumah dan gedung SNI 1727: 2013 beban mati untuk portal baja meliputi:

Tabel 2. Beban mati berdasarkan SNI 1727:2013

Baban Mati	Berat Beban
Beton Bertulang	2400 Kg/m ³
Beton tak bertulang	2200 Kg/m ³
Berat Jenis Baja	7850 Kg/m ³
Dinding dan plesteran	300 Kg/m ³
Tebal 15 cm	200 Kg/m ³
Tebal 10 cm	
Plafond, Langit-langit+ Pengantung	11 Kg/m ³
Plafond	18 Kg/m ³
Keramik	24 Kg/m ³
Spesi	21 Kg/m ³
Mekanikal dan Elektrikal	25 Kg/m ³

Sumber SNI 1727 :2013

- Total Beban Mati (qDL) lantai 1 adalah
= 283611,348 Kg
=283,611 Ton
- Total beban mati plat tangga 2
= 1881,6 Kg + 127,373 Kg + 111,451 Kg
= 2120,424 Kg
- Total beban mati pada tangga yaitu
=berat plat tangga 1 +berat plat tangga 2 + berat bordes
=2128,41 Kg + 4362,24 Kg +2050,76 Kg
=8541,41 Kg
- Beban Mati Tambahan
Beban keramik dan spesi= luas lantai . berat keramik dan spesi
= 726 m² . 45 Kg/ m²
= 32670 Kg

Mekanikal dan elektrikal= luas lantai. Berat mekanikal dan elektrikal
= 726 m² . 25 Kg/m²
= 18150 Kg
Plafon = Luas lantai . berat Pafon
= 726 m² . 18 Kg/ m²
= 13068 Kg

2. Beban hidup (Life Load / LL)

Berdasarkan SNI 1726:2012, faktor reduksi beban hidup untuk gedung tersebut adalah 0,8 disesuaikan dengan fungsi bangunan sebagai kantor. Berdasarkan SNI 1726:2012 diasumsikan beban hidup 250 Kg/m².

a) Perhitungan beban hidup(LL) lantai 3 (plat atap)

Luas atap = 146,68 m²
Beban jenis air hujan = 1000 Kg/ m³
Tebal genangan air hujan = 0.05 m
Beban air hujan = Luas atap . Beban jenis air hujan .
Tebal genangan air hujan
= 146,68 m² . 1000 Kg/ m³ . 0.05 m
= 7334 Kg

b) Perhitungan beban hidup pada lantai 2

Luas lantai 2 = 786,5 m²
Beban hidup lantai 250 Kg/m² = luas .tebal plat .beban hidup
= 786,5m².0,12.250Kg/m²
= 23595 Kg
Luas tangga = panjang . lebar
= 5,6 m . 4,96 m
= 27,28 m²
Beban hidup pada tangga = luas . beban hidup
= 27,28 m² . 100 Kg/m²
= 2728 Kg
Total bebaan hidup pada lantai 2 adalah
= 23595 Kg + 2728 Kg
= 26323 Kg

c) Perhitungan Beban Hidup (LL) lantai 1

Luas lantai = 726 m²
Beban hidup lantai 250 Kg/m² = luas .tebal plat .beban hidup
= 726m² .0,12 . 250Kg/m²
= 21780 Kg
Luas tangga = panjang . lebar
= 5,6 m . 4,96 m
= 27,28 m²
Beban hidup pada tangga = luas . beban hidup
= 27,28 m² . 100 Kg/m²
= 2728 Kg

Total beban hidup pada lantai 1 adalah
 $=21780 \text{ Kg} + 2728 \text{ Kg}$
 $=24508 \text{ Kg}$

Tabel 3. Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup

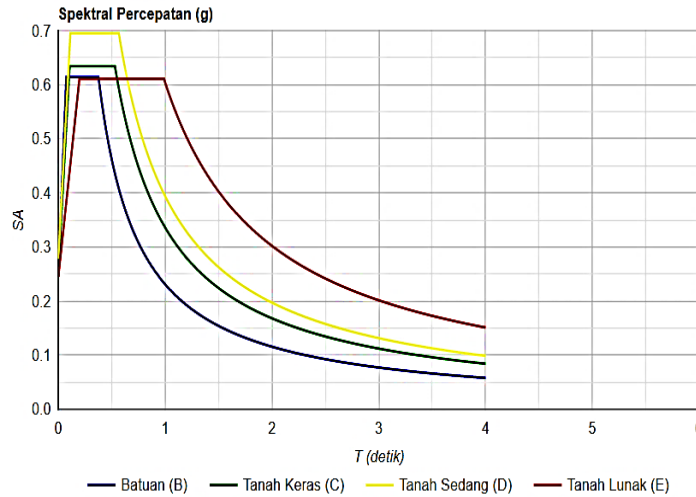
No.	Lantai	Beban Mati		Beban Hidup	
		Kg	Ton	Kg	Ton
1	Lantai 1	283611	283,611	24508	24,508
2	Lantai 2	332381,55	332,381	26323	26,323
3	Lantai 3 (atap)	124131,33	124,131	7334	7,334
Σ			740,123		58,165

G. Analisa Beban gempa

- Menentukan kategori resiko bangunan dan faktor keutamaan

Dalam mendapatkan nilai S_s dan S_1 maka dilakukan pencarian secara dengan menggunakan webside http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia2011/ dengan menggunakan koordinat lokasi penelitian Lo:119°53'45.61 La:-3°10'21.36 . Maka didapatkan nilai S_s dan S_1 sebagai berikut:

$S_s = 0,921g$
 $S_1 = 0,347g$



Sumber: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia2011/

Gambar 4. Grafik Respon Spektra

Jenis Batuan Tanah Sedang (D)	
Variabel	Nilai
PGA (g)	0.351
S_s (g)	0.921
S_1 (g)	0.347
C_{RS}	1.157
C_{R1}	1.045
F_{PGA}	1.149

Gambar 5. Parameter Grafik Desain Spektra

- Menentukan kategori resiko bangunan (kategori I sampai IV) dari tabel berikut :
Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.

Tabel 4. Faktor keutamaan diambil dari kategori resiko bangunan

Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk Perumahan,Rumah toko, Pasar, Gedung perkantoran, Gedung apartemen.	II
--	----

(Sumber SNI 1726-2012 . Hal. 15 dari 138)

- Menentukan faktor keutamaan gempa (Ie) dari tabel berikut.

Tabel 5. Faktor Keutamaan Gempa(Ie)

Kategori Resiko Bangunan	Ie
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,25

(Sumber SNI 1726-2012 . Hal. 15 dari 138)

- Menentukan Koefisien Situs Fa dan Fv

Tabel 6. Koefisien situs, Fa berdasarkan SNI 1726 : 2012.

Kelas Situs	Parameter respon spetral percepatan gempa terpetakan pada periode pendek , T=0,2 detik, Ss				
	Ss ≤ 0,25	Ss =0,5	Ss = 0,75	Ss =1,0	Ss ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

Catatan : gunakan interpolasi linear untuk angka Ss
(Sumber : SNI 1726 : 2012 , Tabel; hal. 22)

Dengan interpolasi di dapat nilai Fa

0,75	0,921	1,0
1,2	Fa	1,1

$$Fa = 1,2 - (1,2-1,1) \times \frac{0,171}{0,25}$$

$$Fa = 1,132$$

Tabel 7. Koefisien situs, Fv berdasarkan SNI 1726 : 2012.

Kelas Situs	Parameter respon spetral percepatan gempa terpetakan pada periode pendek , T=1 detik, S1				
	S1 ≤ 0,1	S1 =0,2	S1 = 0,3	S1 =0,4	S1 ≥ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

Catatan : gunakan interpolasi linear untuk angka Ss
(Sumber : SNI 1726 : 2012 , Tabel; hal. 22)

Dengan interpolasi di dapat nilai Fv

0,3	0,347	0,4
1,8	Fv	1,6

$$F_v = 1,8 - (1,8 - 1,6) \times \frac{0,047}{0,1}$$

$$F_v = 1,706$$

Menentukan percepatan spektral desain SDS dan SDI berdasarkan SNI 1726 : 2012, hal. 22.

$$SDS = \frac{2}{3} (F_a \cdot S_s)$$

$$= \frac{2}{3} (1,131 \cdot 0,921)$$

$$= 0,695 \text{ g}$$

$$SDI = \frac{2}{3} (F_v \cdot S_I)$$

$$= \frac{2}{3} (1,706 \cdot 0,347)$$

$$= 0,395 \text{ g}$$

5. Rekapitulasi Perhitungan Beban Seismik Efektif

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitunganeban Seismik Efektif

Tingkat Lantai	Beban Mati Kg	Beban Hidup Kg	Beban Hidup 30 % Kg	Beban Total (1D + 0,3 L) Kg
3 (atap)	124131,33	7334	2200,2	126331,53
2	332381,55	26323	7896,9	340278,45
1	283611	24508	7352,4	290963,4
	Beban Seismik Efektif			757573,38

6. Menentukan Periode Fundamental

Brdasarkan SNI 1726 :2012 , periode fundamental struktur harus ditentukan dari :

$$T = C_t \cdot H_n^x$$

Koefisien C_t dan x ditentukan dari tabel 15 SNI 1726 :2012.

Tabel 9. Koefisien C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen dimana angka pemikul 100% gaya seismic yang diisyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa.		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing tertekang terhadap tekuk.	0,0731 ^a	0,75
Semua system struktur lain	0,0488 ^a	0,75

Tabel 10. koefisien untuk batas dari periode yang dihitung

Parameter percepatan respon sprektal desain pada 1 detik, SD1	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Periode minimum (Tmin)

$$T_{min} = C_t \cdot H_n^x$$

$$= 0,0724 \cdot 11,25^{0,8}$$

$$= 0.502 \text{ detik}$$

Periode Maksimum (Tmax)

$$T_{max} = C_u \cdot T_{min}$$

$$= 1,4 \cdot 0,502$$

$$= 0,703 \text{ detik}$$

7. Menghitung geser dasar Seismik

$$V = C_s \cdot W_t$$

- Tingkat daktalitas struktur ,

$$R = 8$$

- Faktor Keutamaan Struktur,

$$I = 1$$

$$C_{Shitung} = \frac{SDS}{\left(\frac{R}{T}\right)} = \frac{0,695}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,087$$

$$C_{Smax} = \frac{SDI}{T\left(\frac{R}{T}\right)} = \frac{0,395}{0,703\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,07$$

$$C_{Smin} = 0,044 \cdot SDS \cdot I_e \geq 0,01$$

$$= 0,044 \cdot 0,695 \cdot 1 \geq 0,01$$

$$= 0,031 \geq 0,01$$

Kontrol : $C_{Smin} < C_s < C_{Smax}$
 $0,031 < 0,087 < 0,07$ (maka digunakan $C_{Smax}=0,07$)

Sehingga, gaya geser dasar seismik :

$$V = C_s \cdot W_t$$

$$= 0,07 \cdot 757573,38$$

$$= 53030,137 \text{ Kg}$$

8. Melakukan gaya Lateral Ekuivalen

Gaya gempa lateral (F_x) yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan :

$$F_x = C_v \cdot V_x$$

$$\text{Dengan : } C_{v_x} = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_i^n W_i \cdot h_i^k}$$

Dimana :

K = eksponen yang terkait dengan struktur sebagai berikut:

- Untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 0.,5 s atau kurang , k=1
- Untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 2,5 s atau lebih , k = 2

$$T = 0,703 \text{ detik} \rightarrow T = 1 - \left(\frac{0,703 - 0,5}{2,5 - 0,5} \right) \cdot (1 - 2) = 0,919$$

Sehingga gaya lateral yang bekerja di lantai 3 (atap)

$$C_{3 \cdot x-y} = \frac{126331,53 \cdot 10,8^{0,919}}{4157359,742} = 0,271$$

$$F_{3 \cdot x-y} = 0,271 \cdot 53030,137 \text{ Kg} = 14371,167 \text{ Kg}$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Beban Mati dan Beban Hidup

Lantai	Tinggi Dari Lantai		Berat W_i (Kg)	Momen $W_i \cdot h_i^k$ (Kg m)	Lateral $F_{i \cdot x-y}$ (Kg)
	h_i (m)	h_i^k (m)			
3	10,8	8,907	126331,53	1125234,94	14371,167
2	7,2	6,136	340278,45	2087948,569	28410,909
1	3,6	3,245	290963,4	944179,233	12821,623
				4157359,742	

IV. Kesimpulan

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan evaluasi elemen struktur tahan gempa dengan bantuan SAP2000 V22 yang telah di uraikan dalam bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan:

1. Kurva kapasitas struktur gedung di lihat dari Displacemen dan Base Shear
2. Nilai displacemen dilihat dari kurva demand FEMA 356, Perpindahan hasil pushover maksimum arah X sebesar 216,000,167 mm dan Perpindahan hasil pushover maksimum arah Y sebesar 216,043849mm. Sedangkan berdasarkan ATC-40, perpindahan pushover maksimum arah X sebesar 72.985 mm dan arah Y sebesar 94,772 mm.
3. Nilai base shear dilihat dari performance point dengan metode ATC-40 arah X sebesar 323351,2 Kg dan arah Y sebesar 231711,73 Kg, dengan FEMA 356 arah X sebesar 593561,54 Kg dan arah Y sebesar 308400,98 Kg.
4. Berdasarkan hasil grafik analisis pushover, struktur bangunan dalam kondisi aman. Hal ini ditunjukkan displacement performance point pada evaluasi kinerja tidak ada yang melebihi syarat pada SNI-1726-2012. Pada dasarnya kondisi yang dihasilkan dari titik kinerja berdasarkan peraturan ATC 40 struktur bangunan berada pada level kategori IO (Immediate Occupancy Level) karena nilai maksimum total drift dan maksimum in-elastik drift arah x yang sama dengan nilai 0,005 , namun pada arah Y nilai maksimum total drift sebesar 0,005 dan maksimum in-elastik drift sebesar

0,007. Hal ini berarti saat terjadi gempa rencana terlampaui, gedung masih aman dan dapat langsung dipakai.

B. Saran

Evaluasi kapasitas struktur tahan gempa dengan analisa pushover dengan bantuan program SAP2000 V22 telah dilakukan dan untuk menyempurnakan penelitian ini kedepannya perlu adanya saran sebagai berikut :

1. Pada tugas akhir ini analisis yang digunakan adalah analisis statik non-linier (pushover) maka perlu peninjauan lanjut dengan dinamik non-linier yaitu NLTHA (non-linier time history analysis) yang berdasarkan dengan konsep PBSD (performance based seismic design) yang dipadukan dengan teknik analisis yang lebih muktahir.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan profil baja, serta mutu baja yang berbeda. Apakah akan mempengaruhi tingkat pelayanan dan performance point dari struktur.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bresing baja pada balok yang mengalami kelenturan tidak kuat.

Daftar Pustaka

- [1] Agustian, Rian. 2020. Evaluasi Keruntuhan Struktur Srpm Baja Dengan Bracing Konsentrik Akibat Getaran Gempa Berulang Dan Pengaruh Rangka Beban Gravitasi. Jurnal teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
- [2] ASCE. 2000. FEMA 356 - *Prestandard And Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings*. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [3] ATC-55 Project. 2005. FEMA 440 - *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012). Standar Nasional Indonesia.
- [5] Darmawati, Vivi Dwi Kinerja. 2019. Struktur Gedung Kuliah Dengan Metode Pushover. Jurnal sipil Universitas Jember.
- [6] Dewobroto, Wiryanto. 2007. Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. Jurnal teknik sipil Universitas Pelita Harapan, Jakarta.
- [7] Nugroho Fajamr. 2016. PENERAPAN ANALISIS PUSHOVER UNTUK MENENTUKAN KINERJA STRUKTUR PADABANGUNAN EKSISTING GEDUNG BETON BERTULANG. Jurnal Momentum. Vol.18 No.2 Agustus 2016
- [8] Markup, Lalu. 2013. SEISMIC HAZARD UNTUK INDONESIA. Jilid 1 Penerbit Graha Ilmu.