



## Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Terhadap Gempa Dengan Analisis Static Non-Linear (*Pushover*)

Husnuto Fikri<sup>1</sup>, Muhammad Zardi<sup>1</sup>, Amalia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

\*Email korespondensi: [husnutofikri16@gmail.com.ac.id](mailto:husnutofikri16@gmail.com.ac.id)<sup>1</sup>

Diterima Juni 2022; Disetujui Januari 2023; Dipublikasi Januari 2023

**Abstract:** The research is evaluating the Banda Aceh Pratama Tax Office building, using the Pushover Analysis method which refers to the Applied Technology Council (ATC-40, 1996) using the SAP2000 program. The purpose of this study was to determine the structural performance of the Banda Aceh Pratama Tax Office building structure and to determine the pattern of building collapse after pushover analysis. A pushover analysis was carried out because this building is located in an earthquake-prone area based on the 2017 earthquake map on SNI 03-1726-2019 with spectrum response analysis. This research was conducted using quantitative data analysis method with secondary data which includes shop drawings and structural data. Based on the results of the analysis of the response spectrum, the performance level of the structure according to ATC-40 in the structure of the x and y directions, for the maximum value of total drift obtained 0.0055 and the maximum value of total inelastic drift obtained 0.0035 so that the Banda Aceh Pratama Tax Service Office building is included in Immediate Occupancy (IO) level category based on  $Dt/H < 0.01$  limit according to ATC-40.

**Keywords:** ATC-40, Pushover Analysis, SAP2000, performance level evaluation, spectrum response.

**Abstrak:** Penelitian yang dilakukan adalah mengevaluasi gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Banda Aceh, dengan menggunakan metode *Pushover Analysis* yang mengacu pada *Applied Technology Council* (ATC-40, 1996) menggunakan bantuan program SAP2000. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja struktur gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Banda Aceh dan mengetahui pola keruntuhan gedung setelah dianalisis *pushover*. Dilakukan analisis *pushover* karena gedung ini terletak di daerah yang rawan gempa berdasarkan peta gempa tahun 2017 pada SNI 03-1726-2019 dengan analisis respon spektrum. Penelitian ini dilakukan dengan metode analisis data kuantitatif dengan data sekunder yang meliputi *shop drawing* dan data struktur. Berdasarkan hasil analisis ragam spektrum respons, level kinerja struktur sesuai ATC-40 pada struktur arah x dan y, untuk nilai maksimum total drift didapatkan 0,0051 dan nilai maksimum total inelastik drift didapatkan 0,0031 sehingga gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Banda Aceh termasuk dalam kategori level Immediate Occupancy (IO) berdasarkan batasan  $Dt/H < 0,01$  menurut ATC-40.

**Kata kunci :** ATC-40, *Pushover Analysis*, SAP2000, evaluasi level kinerja, respon spektrum.

Provinsi Aceh merupakan provinsi paling barat pulau Sumatera, maka Aceh merupakan salah satu daerah yang terletak pada lempeng aktif yaitu lempeng patahan pulau Sumatera. Hal ini menyebabkan frekuensi gempa di Aceh cukup tinggi, baik gempa kecil, sedang maupun besar. Tercatat gempa bumi pernah melanda Aceh pada tahun 2004 dengan kekuatan 9,1 SR, tahun 2008 dengan kekuatan 7,2 SR, pada tahun 2016 dengan kekuatan 6,5 SR, gempa bumi yang baru-baru ini melanda Aceh yakni pada 17 April 2021 dengan kekuatan 5,5 SR dan beberapa gempa lainnya.

Sebagian besar struktur tahan gempa yang ada dirancang dengan analisis linier (elastis) (Isleem et al., 2022; C. Rahmawati et al., 2018; Cut Rahmawati & Zainuddin, 2016). Struktur bangunan tahan gempa didesain sesuai dengan standar desain bangunan yang digunakan dan tidak secara langsung mencerminkan kinerja gempa bangunan tersebut. Kinerja struktur dibagi menjadi dua yaitu, analisis seismik statik nonlinier (*pushover*) dan analisis seismik dinamik nonlinier. Analisis nonlinier sangat cocok digunakan, karena pada saat struktur mengalami gempa besar akan terjadi plastisitasi di beberapa tempat, sehingga bangunan tidak lagi linier, melainkan nonlinier.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian yang dilakukan terdiri dari evaluasi terhadap salah satu gedung di Banda Aceh yaitu gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Banda Aceh, dengan menggunakan metode analisis *Pushover* mengacu pada *Applied Technology Council* (ATC-40, 1996).

Gedung KPP Pratama Banda Aceh baru saja selesai dibangun dan memiliki tinggi 20 m dan berlantai 3 lantai. Metode *pushover* dilakukan

karena gedung ini berada di kawasan rawan gempa berdasarkan peta gempa tahun 2017 pada SNI 03-1726-2019.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui level kinerja struktur kantor pelayanan pajak Pratama Banda Aceh setelah di analisis menggunakan metode *Pushover* dengan bantuan program SAP200.

## TINJAUAN KEPUSTAKAAN

### Pembebanan Struktur

Berdasarkan SNI 03-1727-2020, beban adalah suatu gaya atau aksi lain akibat berat seluruh bahan bangunan, penghuni dan bendanya, pengaruh lingkungan, perbedaan gerak, dan gaya penahan akibat perubahan dimensi. Beban yang digunakan pada struktur gedung ini meliputi beban mati, beban hdiup, beban angin yang mengacu pada SNI 03-1727-2020 dan beban gempa mengacu pada SNI 03-172-2019.

kombinasi pembebanan sesuai SNI 03-2847-2019 pasal 5.3.1 yang digunakan sebagai berikut:

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau S atau R)
3. 1,2 D (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr atau S atau R)
5. 1,2 D + 1,0 L + 1,0 E
6. 0,9 D + 1,0 W
7. 0,9 D + 1,0 E

### Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen

1. Geser dasar seismik

Geser dasar gempa (V) pada arah yang ditentukan harus ditentukan menurut rumus dalam Pasal 7.8.1 SNI 03-1726-2019.

$$V = C_s W \quad (1)$$

Nilai koefisien respon gempa  $C_s$  dalam Pasal 7.8.1.1 SNI 1726:2019 harus berdasarkan rumus penentuan sebagai berikut:

$$C_s = S_{D1}/(T(R/I_e)) \quad (2)$$

Nilai  $C_s$  yang dihitung tidak boleh melebihi  $T > T_L$  :

$$C_s = (S_{D1}T_L)/(T^2(R/I_e)) \quad (3)$$

$C_s$  tidak boleh kurang dari,  $C_s = 0,044S_{Ds}I_e \geq 0,01$

## 2. Periode fundamental

Berdasarkan pasal 7.8.2.1 SNI 03-1726-2019, periode fundamental struktur harus dengan persamaan berikut:

$$T_a = C_t h_n^x \quad (4)$$

Nilai koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dalam Tabel 17 dan 18 pada SNI 03-1726-2019.

## 3. Simpangan antar lantai

Berdasarkan Pasal 7.8.6 SNI 03-1726-2019, simpangan pusat massa harus ditentukan menurut rumus berikut:

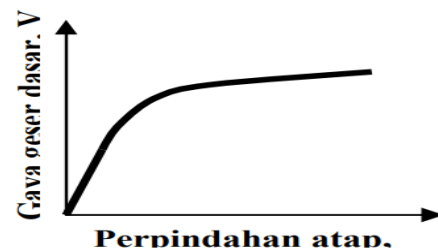
$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_{xe}}{I} \quad (5)$$

## Static Non-Linear (Pushover Analysis)

Analisis *pushover* adalah analisis statik non-linear yang mengasumsikan bahwa aksi gempa yang diusulkan pada struktur gedung dapat menangkap beban statis pusat gravitasi setiap lantai dan nilainya meningkat secara bertahap hingga melebihi beban (sendi plastis) yang menyebabkan luluh pertama di tengah bangunan.

## Kurva Kapasitas

Kurva kapasitas (*capacity curve*) adalah hubungan antara gaya geser dasar dan simpangan atap). Kurva kapasitas yang diperoleh dari analisis *pushover* menggambarkan kekuatan struktur, dan besarnya sangat tergantung pada kapasitas deformasi momen lentur masing-masing tungkai struktur.

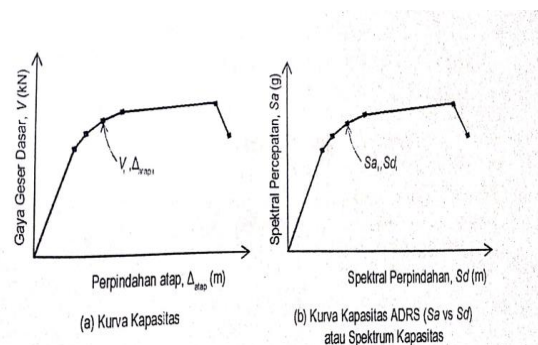


Gambar 1 Capacity Curve (ATC 40)

Sumber : ATC-40, 1996

## Kurva response spektrum (Demam Spektrum)

Spektrum respon elastis adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara koefisien seismik ( $C$ ) dan waktu getaran struktural ( $T$ ), dan nilainya ditentukan oleh koefisien  $C_a$  (percepatan tanah puncak) dan  $C_v$  (nilai seismik)



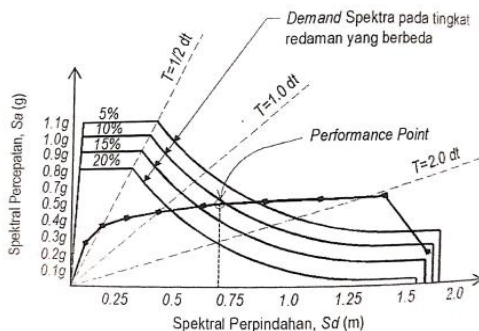
Gambar 2 respon spectra menjadi ADRS

Sumber : Wijaya, 2018

## Performance Struktur/Kinerja Struktur

### 1. Performance point

Titik kerja (*Performance point*) adalah titik di mana kurva kapasitas berpotongan dengan kurva spektrum respons yang digunakan dalam metode spektrum kapasitas (ATC-40, 1996). Pada *Performance point* dapat diperoleh informasi tentang redaman efektif yang disebabkan oleh perubahan kekakuan struktural setelah siklus bangunan dan sendi plastis dapat diperoleh.



**Gambar 3** Titik kinerja struktur

Sumber : Wijaya, 2018

### 2. Batasan drift ratio menurut ATC-40

ATC 40 (1996) memberikan batasan rasio *drift* atap dan batasan pada tipe bangunan yang dievaluasi pada *performance point* untuk mengevaluasi kinerja struktur daktail melalui analisis statik nonlinier. Parameter yang digunakan adalah simpangan total maksimum dan simpangan inelastis maksimum. Menurut ATC-40, batas rasio *drift* atap dan batas jenis bangunan.

**Tabel 1** Batasan simpangan kinerja struktur

Parameter	Tingkat Kinerja Struktur			
	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life safety</i>	<i>Structural stability</i>
Simpangan Total Maksimum	0.01	0.01-0.02	0,02	0,33 $v_i/p_i$
Simpangan Inelastis Maksimum	0.005	0.005-0.015	<i>No limit</i>	<i>No limit</i>

(Sumber : Tabel 11.2 ATC-40, 1996)

#### a) Simpangan total maksimum

$$\frac{D_t}{H_{total}} \quad (6)$$

#### b) Simpangan inelastis maksimum

$$\frac{D_t - D_1}{H_{total}} \quad (7)$$

Keterangan :

$D_t$  = *performance point*

$D_1$  = Sendi plastis pertama

$H_{total}$  = tinggi total bangunan

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menghitung pembebanan struktur gedung dari kolom, balok, plat lantai dan plat atap. Data yang dibutuhkan pada studi ini meliputi pengumpulan data sekunder yaitu shop drawing dan data struktur. Material yang digunakan dalam pemodelan gedung KPP Pratama Banda Aceh adalah sebagai berikut :

#### a) Material beton

- Berat jenis beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- $E_c$  =  $4700\sqrt{f'c}$
- $f'c$  = 26,4 MPa
- Poisson ratio beton ( $\mu$ )= 0,2

#### b) Material baja

- Berat jenis baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Baja tulangan = BjTP-280, BjTS-

420

- Elastisitas baja = 200.000 MPa

Struktur perlu di cek terhadap standar dan persyaratan yang berlaku untuk menentukan kelayakan sistem struktur yaitu pemeriksaan jumlah ragam, perbandingan geser dasar statik dan dinamik dan pemeriksaan simpangan antar lantai Sesuai SNI 03-1726-2019.

Evaluasi kinerja (*pushover*) yang dilakukan dalam program SAP2000 adalah sebagai berikut :

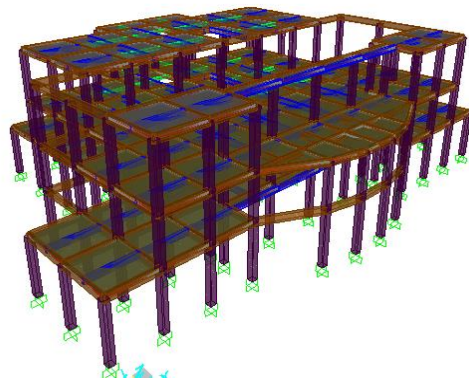
1. Membuat nonlinier case/beban *pushover*
2. Running program (*Analisis pushover*)
3. Menampilkan kurva kapasitas *pushover* dalam arah x dan arah y
4. Menampilkan plot-plot kurva *pushover*
5. Level kinerja struktur

Level kinerja struktur ditentukan berdasarkan Tabel 1. Selanjutnya untuk menentukan tingkat kinerja, parameter yang diperlukan adalah nilai perpindahan atap saat performance point dan nilai perpindahan atap saat beban dorong. Setelah nilai tingkat kinerja didapatkan, maka kriteria/level struktur gedung tersebut dapat ditentukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemodelan Struktur Gedung

Pemodelan struktur bangunan dalam bentuk 3D pada program SAP2000 dilakukan berdasarkan denah (kolom, balok, pelat lantai & atap) dan material yang sudah direncanakan sebelumnya.

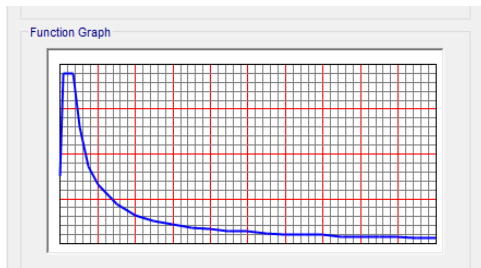


Gambar 4 Gedung KPP Pratama Banda Aceh

### Analisis Pembebanan Struktur

1. Beban mati akibat berat sendiri (*Dead*)  
Beban mati akibat berat sendiri dihitung secara otomatis pada SAP2000.
2. Beban mati tambahan (*Super Dead Load*)
  - a. Beban mati tambahan yang bekerja pada pelat lantai
    - Total = 1,51 kN/m<sup>2</sup>
  - b. Beban mati tambahan pada pelat atap
    - Total = 0,97 kN/m<sup>2</sup>
  - c. Beban mati pada balok akibat dinding
    - Beban bata tinggi 4 m = 8,41 kN/m<sup>2</sup>
    - Beban bata tinggi 2,6 m = 5,61 kN/m<sup>2</sup>
3. Beban hidup (*Live*)
  - a. Beban hidup pada lantai  
Gedung perkantoran = 2,4 kN/m<sup>2</sup>
  - b. Beban hidup pada lantai atap  
Beban atap gedung = 0,96 kN/m<sup>2</sup>
4. Beban angin
  - a. Kecepatan angin dasar ( $v$ ) = 70 mph
  - b. Kategori eksposur = B
  - c. Faktor arah angin ( $K_d$ ) = 0,85
  - d. Efek hembungan angin ( $G$ ) = 0,85
  - e. Faktor topografi, ( $K_{zt}$ ) = 1,0
5. Beban gempa
  - a. Parameter percepatan gempa ( $S_s$ ) = 1,43

- b. Parameter percepatan gempa ( $S_1$ ) = 0,56  
 c.  $S_{DS} = 2/3(F_a/S_s) = 2/3 \times (1/1,43) = 0,95$   
 d.  $S_{D1} = 2/3(F_v/S_1) = 2/3 \times (1,8/0,56) = 0,68$   
 e. kategori desain seismik = D  
 f. Sistem penahan gaya = SPRMK  
 – Koefisien modifikasi respons ( $R$ ) = 8  
 – Faktor kuat lebih sistem ( $\Omega_0$ ) = 3  
 – Faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5,5  
 g. Periode getar fundamental struktur  
 $T_0 = 0,2(S_{D1}/S_{DS}) = 0,2(0,65/0,95) = 0,14$  dtk  
 $T_s = S_{D1}/S_{DS} = 0,65 / 0,95 = 0,68$  dtk  
 $T_L = 20$  dtk



Gambar 5 respon spektrum kota Banda Aceh

- h. Periode fundamental  
 – Periode Minimum ( $T_a$ )  
 $T_{a \text{ min}} = 0,0466 \times 140,9$   
 $T_{a \text{ min}} = 0,501$  detik  
 – Periode Maksimum ( $C_u T_a$ )

Dengan nilai  $S_{D1} = 0,618$  g, maka didapat koefisien  $C_u = 1,4$

$$T_{a \text{ max}} = C_u \times T_{a \text{ min}}$$

$$T_{a \text{ max}} = 1,4 \times 0,501 \text{ detik}$$

$$T_{a \text{ max}} = 0,702 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil output SAP2000 time periode pada Gambar 4.3 diperoleh  $T_c x = 0,689$  detik dan  $T_c y = 0,693$  detik, periode yang sudah dihitung ialah  $T_a = 0,501$  detik,  $C_u T_a = 0,702$  detik karena  $T_a < T_c < C_u T_a$  maka periode fundamental ( $T$ ) yang digunakan adalah  $T = T_c$ , batasan perioda fundamental struktur terpenuhi.

- i. Gaya dasar seismik

$$C_s = S_{DS} / ((R I_e)) = 0,95 / ((81)) = 0,119$$

$$C_{S \text{ maks}} = S_{D1} / T(R I_e) = 0,65 / 0,702(81) = 0,116$$

Karena  $C_s = 0,119 < 0,6$ , maka nilai  $C_s$  min sebagai berikut :

$$C_{S \text{ min}} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_{S \text{ min}} = 0,044 \cdot (0,95 \cdot 1) \geq 0,01$$

$$C_{S \text{ min}} = 0,042 \geq 0,01$$

$$C_{S \text{ min}} \leq C_s \leq C_{S \text{ max}} = 0,042 < 0,119 < 0,120,$$

Maka digunakan  $C_s = 0,116$

Sehingga, gaya geser dasar seismik adalah :

$$V = C_s \times W_t = 0,116 \times 18.824 = 2185,52 \text{ kN}$$

## Hasil analisis Struktur Gedung

Hasil pemodelan 3D struktur gedung di analisis sesuai persyaratan yang berlaku untuk menentukan kelayakan sistem struktur.

### 1. Partisipasi massa

Berdasarkan *output* dari aplikasi SAP2000, tingkat partisipasi massa untuk 12 mode pada arah x dan arah y adalah 99% menurut menurut SNI 03-1726-2019 memenuhi persyaratan yaitu 90%.

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	S U
MODAL	Mode	1	0,74585	0,0154	0,85221	1,465E-06	0,0154	0,85221	
MODAL	Mode	2	0,741192	0,78822	0,01803	1,132E-07	0,80362	0,87025	
MODAL	Mode	3	0,649348	0,06953	0,00031	1,061E-08	0,87315	0,87056	
MODAL	Mode	4	0,296147	0,00028	0,10102	5,846E-06	0,87342	0,97158	
MODAL	Mode	5	0,283807	0,09488	0,00033	2,182E-07	0,9683	0,97191	
MODAL	Mode	6	0,268545	0,00544	1,788E-05	9,113E-08	0,97374	0,97193	
MODAL	Mode	7	0,162815	0,00068	0,02894	2,956E-05	0,97442	0,99977	
MODAL	Mode	8	0,161372	0,02277	0,00095	1,138E-06	0,99719	0,99972	
MODAL	Mode	9	0,152063	0,00288	5,72E-05	1,009E-07	0,99967	0,99978	
MODAL	Mode	10	0,122316	2,814E-10	2,27E-05	2,738E-05	0,99967	0,9998	
MODAL	Mode	11	0,11856	1,863E-10	4,05E-06	0,02857	0,99967	0,9998	
MODAL	Mode	12	0,11653	3,541E-08	9,883E-09	0,00012	0,99967	0,9998	

Gambar 6 Output partisipasi massa

### 2. Perbandingan geser dasar

Menurut SNI 03-1726-2019 Mengenai besaran gaya, peraturan tersebut berarti bahwa gaya geser dinamik dasar harus lebih besar dari 100% gaya geser statik.

**Tabel 2 Hasil hitungan gaya geser dasar**

Geser Dasar	V <sub>dinamik</sub> (KN)	V <sub>statis</sub> ((KN)	(VD) $\geq$ 100% V <sub>s</sub>
Arah X	2887,51	2887,51	<b>OK</b>
Arah X	2887,51	2887,51	<b>OK</b>

perbandingan antara gaya geser statik dan gaya geser dinamik sudah memenuhi 100% sehingga perhitungan gaya gempa desain dapat digunakan.

### 3. Pemeriksaan simpangan antar lantai

Penentuan simpangan antar lantai desain harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau.

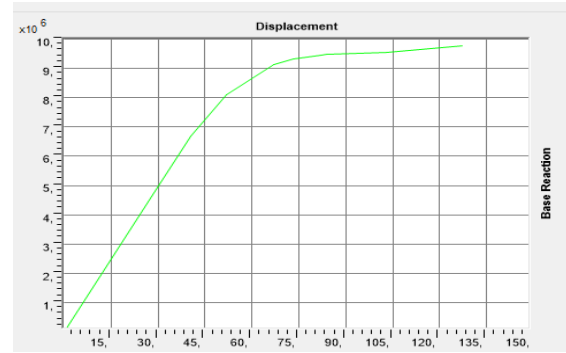
**Tabel 3 Simpangan lantai arah x dan arah y**

H <sub>sx</sub> (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)	$\Delta_a$ (mm)	Ket
4000	267	22,55	22,58	37,94	100	<b>OK</b>
4000	142	15,65	15,62	40,34	100	<b>OK</b>
5000	90	8,32	8,37	45,75	125	<b>OK</b>

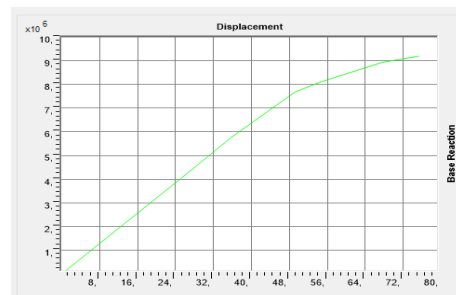
### Analisis Statik Non-linier (*Pushover analysis*)

#### 1. Kurva kapasitas

Hasil evaluasi kinerja struktur gedung akan didapatkan dari analisis *pushover* pada SAP2000 adalah kurva kapasitas dan titik kinerja gedung dengan menggunakan metode ATC 40. kurva kapasitas menunjukkan hubungan antara gaya gempa dengan perpindahan yang terjadi sebelum struktur runtuh.



**Gambar 7 Performance point arah X**



**Gambar 8 Performance point arah Y**

Dari kurva kapasitas hasil output pada aplikasi SAP2000 di atas untuk analisis *pushover* arah X berhenti pada *step* ke 9 yaitu dengan nilai perpindahan atap sebesar 127,28 mm dan nilai gaya geser dasar maksimum sebesar 996.790,62 kgf. Untuk analisis *pushover* arah Y berhenti pada *step* ke 7 yaitu dengan nilai perpindahan atap sebesar 75,23 mm dan nilai gaya geser dasar sebesar 936.212,37 kgf.

#### 2. Performance Point

Metode spektrum kapasitas menurut ATC-40 secara default sudah built-in terdapat pada software SAP2000.

a)  $(S_{MS}) = 1,4271 \text{ g}$

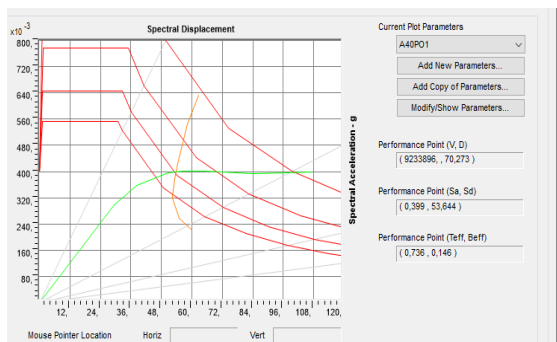
b)  $(S_{M1}) = 0,9773 \text{ g}$

Selanjutnya berdasarkan ATC-40 pasal 4.4.3.1 dapat dihitung parameter nilai CA dan CV dan akan diinput pada program SAP2000.

$$C_A = 0,4 \times S_{MS} = 0,4 \times 1,4271 = 0,5708 \text{ g}$$

$$C_V = S_{M1} = 0,9773 \text{ g}$$

Dalam metode *capacity spectrum*, kurva kapasitas yang dihasilkan dalam analisis *pushover* yakni hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan oleh SAP2000 dikonversi ke dalam bentuk spektrum kapasitas dengan format ADRS yaitu  $S_a$  dan  $S_d$  (*spektrum capacity*).



**Gambar 9 Performance point arah x**

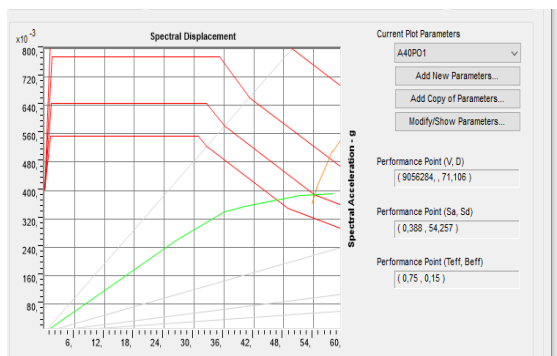
Hasil *pushover* arah x diperoleh nilai  $D_t = 72,273 \text{ mm}$  dan nilai  $D_1 = 28 \text{ mm}$ , dimana tinggi struktur bangunan adalah 14 m, maka :

a. Simpangan total maksimum

$$\text{Arah } x = \frac{D_t}{H_{total}} = \frac{72,273 \text{ mm}}{14000 \text{ mm}} = 0,0051$$

b. Simpangan inelastis maksimum

$$\text{Arah } x = \frac{D_t - D_1}{H_{total}} = \frac{72,273 \text{ mm} - 28 \text{ mm}}{14000 \text{ mm}} = 0,0031$$



**Gambar 10 Performance point arah x**

Hasil *pushover* arah y diperoleh nilai  $D_t = 71,106 \text{ mm}$  dan nilai  $D_1 = 28 \text{ mm}$ , dimana tinggi struktur bangunan adalah 14 m, maka :

c. Simpangan total maksimum

$$\text{Arah } y = \frac{D_t}{H_{total}} = \frac{71,106 \text{ mm}}{14000 \text{ mm}} = 0,0051$$

d. Simpangan inelastis maksimum

$$\text{Arah } y = \frac{D_t - D_1}{H_{total}} = \frac{71,106 \text{ mm} - 28 \text{ mm}}{14000 \text{ mm}} = 0,0031$$

Menurut Tabel 1 nilai simpangan Total Maksimum  $< 0,01$  dan nilai simpangan simpangan Inelastis Maksimum  $< 0,005$  maka level kinerja struktur untuk arah x dan y termasuk dalam kategori *Immediate Occupancy* (IO).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja yang dilakukan pada gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Banda Aceh menggunakan metode analisis *pushover* dengan bantuan program SAP2000 yaitu termasuk dalam kategori level *Immediate Occupancy* (IO) berdasarkan batasan  $D_t/H < 0,01$  dan  $0,005$  menurut ATC-40.

### Saran

Disarankan penelitian selanjutnya menggunakan metode FEMA 356 dan FEMA 440 yang digunakan sebagai peraturan dalam analisis *pushover*, untuk membandingkan hasilnya dengan ATC-40.



---

**DAFTAR PUSTAKA**

- Asmara, K. B., & Niken, C. D. W. S. B. U. (2021). Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Tinggi dengan Analisis *Pushover* Menggunakan Aplikasi Pemodelan Struktur ( Studi Kasus : The Venetian Tower ). JRSDD,
- Batara, I. (2021). Contoh desain struktur bangunan dengan SAP2000. *California Seismic Safety Commission, 1996, Applied Technology Council, Seismic Evaluation and Retrofit Of Concrete Buildings, Report ATC-40, (Redwood City : ATC-40)*
- Isleem, H. F., Jagadesh, P., Qaidi, S., Althoey, F., Rahmawati, C., Najm, H. M., & Sabri, M. M. S. (2022). Finite element and theoretical investigations on concrete PVC-CFRP confined concrete columns under axial compression. *Frontiers in Materials*, 9, 695.
- Mangoda, N. Z., Sultan, M. A., & Imran. (2019). Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Dengan Metode *Pushover* (Studi Kasus Bangunan Gedung di Ternate). *Jurnal Sipil Sains*, Vol. 09(17), Hal. 27-38
- PuSGeN, DBTPP, Ditjen Cipta Karya & PUPR. (2021). Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021. <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Putra, M. P., Isneini, M., & Noorhidana, vera A. (2021). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat dengan Metode Analisis Time History ( Studi Kasus : Apartemen Kingland Avenue Serpong ). JRSDD, 9(1), 167–176.
- Rahmawati, C., Zainuddin, Z., Is, S., & Rahim, R. (2018). Comparison between PCI and Box Girder in Bridges Prestressed Concrete Design. *Journal of Physics: Conference Series*, 1007(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1007/1/012065>
- Rahmawati, Cut, & Zainuddin, Z. (2016). Analysing The Route Of PCI Girder-Type Prestressed Concrete Tendons. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5, 1553–1559.
- Simanjuntak, P. (2020). Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia. *E-Journal CENTECH*, 1(1), 44–53.
- SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 1727:2020, Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 2847:2019, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tata, Imran, & Imron, F. (2018). Evaluasi Kinerja Struktur Beton Gedung Fakultas Ekonomi Unkhair Dengan Analisis *Pushover* Atc-40. *Jurnal SIPILsains*
- Wijaya, T. U. (2018). Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (performance Based Design) (Edisi 2). ANDI Yogyakarta.