

ANALISIS STRUKTUR TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN METODE *PUSHOVER ANALYSIS* Studi Kasus : Gedung Majelis Rakyat Papua

Bara Rafsanzani Tawurutubun^{1*}, Ardi Azis Sila², dan Milla Dwi Astari³

^{1*} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3*} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Yapis Papua

: ^{1*}baratatawurutubun@gmail.com, ^{2*}ardi.azis.sila@gmail.com ^{3*}mdwiastari@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan data dari Kepala BMKG. Pada awal tahun 2023 telah terjadi gempa berkekuatan hingga 4,9 Magnitudo yang terjadi di Kota Jayapura pada Tanggal 15 Februari 2023 dan telah tercatat sebanyak 1.240 kali gempa yang terjadi di Kota Jayapura dengan 190 kali gempa yang dirasakan. Sehingga hal ini yang menyebabkan infrastruktur bangunan di Kota Jayapura mengalami kerusakan. Dalam rangka untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat gempa, evaluasi kinerja struktur bangunan perlu dilakukan yang dimana bangunan dievaluasi menggunakan analisis *pushover*. Analisis *Pushover* merupakan metode untuk mengetahui kapasitas dari struktur pada bangunan saat terjadi gempa. Pada penelitian ini dievaluasi Gedung Kantor Majelis Rakyat Papua. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui hubungan antara *base shear* dan juga *displacement*, dan untuk mengetahui kinerja struktur berdasarkan pedoman ATC-40. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan 15 lantai dengan bantuan aplikasi ETABS dengan pembebanan gempa berdasarkan SNI 1726:2019. Hasil dari analisis *pushover* didapatkan ikatan *base shear* dan *displacement* dalam bentuk grafik kurva kapasitas. Kurva kapasitas menjelaskan kemampuan struktur yang bergantung dari komponen bangunan dan dapat diketahui untuk arah x, disaat gaya geser mencapai 112648,99 Kn *displacement* yang didapat 1548,371 mm dan untuk arah y gaya geser mencapai 13411,99 kN *displacement* yang terjadi 1602,287 mm. Dari hasil analisa *Pushover* didapatkan hasil level kinerja struktur termasuk dalam kategori IO (*Immediate Occupancy*).

Kata Kunci : Analisis *pushover*; Level Kinerja Struktur, Kurva Kapasitas, ATC-4

ABSTRACT

Based on data from the Head of BMKG. At the beginning of 2023 there was an earthquake measuring up to 4.9 magnitude which occurred in Jayapura City on February 15 2023 and 1,240 earthquakes had been recorded in Jayapura City with 190 earthquakes felt. So this caused building infrastructure in The city of Jayapura was damaged. In order to minimize the damage caused by the earthquake, an evaluation of the performance of the building structure needs to be done in which the building is evaluated using a *pushover analysis*. *Pushover analysis* is a method to determine the capacity of structures in buildings during an earthquake. In this study, the office building of the Papuan People's Council was evaluated. The purpose of this study is to determine the relationship between *base shear* and *displacement*, and to determine the performance of the structure based on the ATC-40 guidelines. In this research, 15 floors were modeled with the help of the ETABS application with earthquake loading based on SNI 1726:2019. The results of the *pushover analysis* obtained *base shear* and *displacement* bonds in the form of a capacity curve graph. The capacity curve describes the strength of the structure whose results depend on the components of the building and can be known for the x direction, when the shear force reaches 112648.99 Kn the displacement obtained is 1548.371 mm and for the y direction the shear force reaches 13411.99 kN the displacement that occurs is 1602, 287mm. From the results of the *Pushover analysis*, the results show that the performance level of the structure is included in the IO (*Immediate Occupancy*) category.

Keywords: *Pushover analysis*, *Structural Performance Level*, *Capacity Curve*, *ATC-40*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan potensi gempa yang tinggi, ini dikarenakan Indonesia berada pada tiga lempengan tektonik yang membuat menjadi daerah rawan terhadap gempa. Saat ini telah ditemukan konsep perencanaan pada gempa *performance Based Seismic Evaluation* yang merupakan metode untuk menentukan sifat keruntuhan bangunan. Metode analisis *pushover* merupakan analisis yang dapat menampilkan sifat bangunan saat bangunan mencapai keadaan *inelastic* dan juga memberitahukan gerakan keruntuhan bangunan saat diberikan beban gempa yang melewati daya tampung apakah mengalami kerusakan atau dapat bersifat non-linier sebelum kerusakan total.

Kota Jayapura merupakan salah satu kota di Pulau Papua, Kota Jayapura sendiri beberapa bulan terakhir ini telah mengalami gempa yang dimana bisa dibilang cukup kuat dilihat dari informasi BMKG, telah diketahui jumlah gempa 1240 yang berlangsung di Kota Jayapura hingga Tanggal 15 Februari 2023. Diantara jumlah itu, ada 190 kali gempa yang dirasakan serta gempa terjadi pertama kali sebesar 4,9 Magnitudo dan yang terbesar terjadi pada hari Rabu, 09 Februari 2023 sebesar 5,4 Magnitudo yang menyebabkan bangunan-bangunan di Kota Jayapura rusak yang mengakibatkan kerugian yang cukup besar serta menyebabkan sebanyak 4 orang meninggal dunia akibat dari gempa yang terjadi pada hari Rabu 09 Februari 2023 kemarin.

Studi kasus pada penelitian ini yaitu Gedung Kantor Majelis Rakyat Papua yang ditentukan dapat menahan gempa dengan mengacu pada peraturan bangunan tahan gempa. Perencanaan gempa mengacu pada peraturan SNI 1726-2019 dan akan dianalisis menggunakan *Pushover analysis*. Penentuan kinerja bangunan mengacu pada ATC-40, dan SNI 1726-2019 akan digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja bangunan dan hubungan antara *base shear* dan *displacement*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah suatu fenomena alam yang disebabkan oleh terjadinya pergerakan yang diakibatkan dari pergeseran lempeng bumi secara mendadak pada lapisan bumi. Pengaruh yang ditimbulkan bersifat merusak pada infrastruktur, korban jiwa serta tsunami.

2.2 Pemeriksaan dinamis struktur

Hasil dari analisis harus diperiksa sesuai dengan SNI 1726:2019 sebagai berikut.

- 1) Kontrol periode fundamental bangunan

$$T_a = C_{tX} h_n^x \tag{1}$$

Diketahui:

T_a : Periode Pendekatan

H_n : Tinggi Total Bangunan

- 2) rasio partisipasi massa

Analisis yang didapat perlu memenuhi total ragam untuk menghasilkan partisipasi massa sebanyak 90% massa struktur.

- 3) Pengecekan gaya geser dasar

$$C_s = \frac{SDS}{\frac{R}{I_e}} \tag{2}$$

Diketahui:

C_s : Koefisien respon seismik

S_{DS} : Percepatan desain periode pendek

R : Koefisien modifikasi respons

I_e : Faktor keutamaan gempa

$$V = C_s \times W \tag{3}$$

Diketahui:

- V : Vstatik
- C_s : Koefisien respon seismik
- W : Berat seismik efektif

$$\text{Faktor skala arah} = \frac{100\% V_{statik}}{V_{dinamik}} \tag{4}$$

4) Kontrol Displacement dan simpangan antar lantai.

$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_x}{I_e} \tag{5}$$

Diketahui:

- C_d : Faktor pembesaran simpangan lateral
- δ_x : Simpangan arah -x yang disyaratkan, ditentukan dengan analisis elastic
- I_e : Faktor keutamaan gempa

5) Kontrol Pengaruh P-Delta

$$\theta = \frac{P_x \Delta_e}{V_x h_{sx} C_d} \tag{6}$$

Diketahui:

- θ = Koefisien stabilitas
- P_x = Beban desain vertical total pada dan di atas tingkat-x, bila menghitung P_x, faktor beban individu tidak perlu
- Δ = Simpangan antar lantai tingkat desain, terjadi secara serentak
- I_e = Faktor keutamaan gempa
- V_x = Gaya geser seismik yang bekerja pada tingkat x dan tingkat x – 1
- H_{sx} = Tinggi tingkat dibawah tingkat x
- C_d = Faktor pembesaran defleksi

2.3 Kinerja bangunan

Level kinerja struktur pada bangunan diketahui dari kehancuran struktur setelah terjadi gempa.

Tabel 1 Level Kinerja ATC-40

| Level Kinerja ATC-40 | | | | |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|
| <i>Interstory drift limit</i> | <i>Immediate occupancy</i> | <i>Damage control</i> | <i>Life safety</i> | <i>Structural stability</i> |
| <i>Maximum total drift</i> | 0,01 | 0,01-0,02 | 0,02 | 0,33 V _i /P _i |
| <i>Maximum inelastic drift</i> | 0,005 | 0,005-0,015 | <i>No limit</i> | <i>No limit</i> |

Sumber : ATC-40, 1996

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data struktur

Bangunan yang akan ditinjau yaitu, Gedung Kantor Majelis Rakyat Papua yang berfungsi sebagai gedung perkantoran yang terletak di Jl. Dr Sam Ratulangi No 14, Gurabesi, Jayapura Utara. Struktur yang digunakan adalah beton bertulang dengan tinggi lantai yaitu 62,9 m dengan luas bangunan 18.638,98 m² . Kemudian untuk mutu beton yang digunakan yaitu, K-350 kecuali Raft K-400 dan untuk mutu baja yaitu BJTP 280, BJTS 420 dan BJTD 50.

Dimensi elemen struktur

Perencanaan dimensi elemen struktur berdasarkan pada *shop drawing* pada proyek. Berikut dimensi dari kolom, balok dan plat lantai, sebagai berikut.

Tabel 2 Ukuran Balok

| Jenis Balok | p pakai (mm) | l pakai (mm) | Dimensi (mm) |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Balok B1 | 400 | 800 | 400 X 800 |
| Balok B1A | 300 | 700 | 300 X 700 |
| Balok B2 | 400 | 700 | 400 X 700 |
| Balok B3 | 350 | 700 | 350 X 700 |
| Balok B4 | 300 | 600 | 300 X 600 |
| Balok B5 | 300 | 500 | 300 X 500 |
| Balok B6 | 300 | 700 | 300 X 700 |
| Balok B7 | 200 | 300 | 200 X 300 |

(Sumber : PT.PP (Persero) Tbk,2023)

Tabel 3 Ukuran Kolom

| Jenis Kolom | Dimensi (mm) |
|-------------|--------------|
| Kolom K1 | 1000 |
| Kolom K1A | 1000 |
| Kolom K1B | 1000 |
| Kolom K2 | 800 |
| Kolom K2A | 800 |
| Kolom K3 | 300 X 300 |

(Sumber : PT.PP (Persero) Tbk,2023)

Tabel 4 Dimensi Plat

| Tipe Plat | Tebal Plat (mm) |
|-----------|-----------------|
| S1 | 130 |
| S2 | 130 |

(Sumber : PT.PP (Persero) Tbk,2023)

Metode analisis data

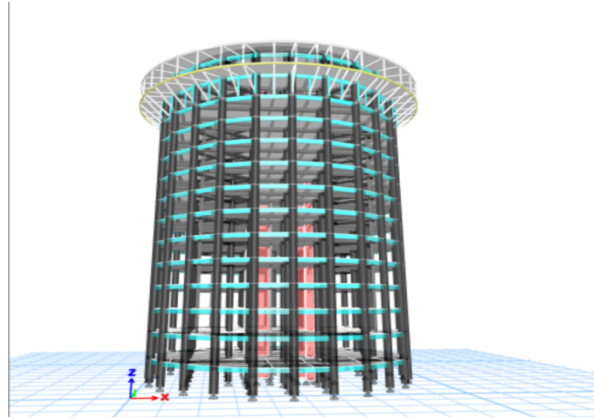
Prosedur dalam tahapan pemaparan yaitu sebagai berikut.

1. Memperhitungkan pembebanan dan juga gempa sesuai dengan acuan SNI 1727:2019.
2. Melakukan pemodelan struktur dengan program ETABS V20
3. Melakukan pengecekan persyaratan gedung seperti simpangan, P-Delta, partisipasi massa dan juga penskalaan gempa (SNI 1726:2019)
4. Menentukan level kinerja struktur suatu bangunan dengan metode *Pushover* berdasarkan pedoman ATC-40.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan bangunan

Pemodelan dibuat dengan bantuan program aplikasi ETABS V20 sebagai berikut.



Gambar 1 Pemodelan 3D Struktur Bangunan
(Sumber : ETABS V20, 2023)

Pembebanan Struktur

Beban mati yang dipakai pada lantai sebanyak $1,29 \text{ kN/m}^2$, beban mati pada atap yaitu $4,16 \text{ kN/m}^2$ dan beban dinding yang digunakan pada lantai 1 = $9,95 \text{ kN/m}^2$, lantai 2 = $11,48 \text{ kN/m}^2$, lantai 3-13 = $10,25 \text{ kN/m}^2$ dan lantai 14 = $7,65 \text{ kN/m}^2$. Beban hidup dipakai sebesar $8,15 \text{ kN/m}^2$. Beban gempa diperoleh dari perhitungan analisis dinamis dengan acuan SNI 1726:2019.

Tabel 5 Parameter Respon Spektra

| Parameter Gempa | Parameter Spektra Desain | Periode Fundamental | Parameter Rangka Pemikul Momen Khusus |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| $S_s = 1,5 \text{ g}$ | $S_{DS} = 0,9$ | $T_a = 1,9372 \text{ dtk}$ | $R = 8$ |
| $S_1 = 0,61 \text{ g}$ | $S_{D1} = 0,7$ | $T_{ma} = 2,712 \text{ dtk}$ | $\Omega_0 = 3$ |
| $F_a = 1,0$ | $T_0 = 0,1555 \text{ dtk}$ | $W = 135461 \text{ kN}$ | $C_d = 5,5$ |
| $F_v = 1,7$ | $T_s = 0,77$ | $V = 5960,74 \text{ kN}$ | |
| $S_M = 1,4$ | $S_M = 0,7$ | | |

(Sumber : Hasil perhitungan Excel, 2023)

Kontrol dinamis Struktur

Kontrol dilakukan dengan hasil pada SNI 1726:2019 dimana hasil didapat setelah dilakukan pemeriksaan secara manual untuk analisis gempa respon spektrum pada program ETABS.

1. Kontrol Rasio Partisipasi Massa

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

Tabel 6 Partisipasi Massa

| Mode | Period | SumUX | SumUY |
|------|--------|--------|--------|
| | sec | | |
| 1 | 1,12 | 0,5527 | 0,0371 |
| 2 | 0,871 | 0,6094 | 0,6473 |
| 3 | 0,587 | 0,7088 | 0,6675 |
| 4 | 0,349 | 0,8682 | 0,674 |
| 5 | 0,234 | 0,909 | 0,7761 |
| 6 | 0,23 | 0,9161 | 0,8721 |
| 7 | 0,181 | 0,9301 | 0,8725 |
| 8 | 0,163 | 0,9433 | 0,8736 |
| 9 | 0,153 | 0,9461 | 0,9138 |
| 10 | 0,15 | 0,9579 | 0,9197 |
| 11 | 0,128 | 0,9606 | 0,9298 |
| 12 | 0,122 | 0,9741 | 0,9314 |

(Sumber : Hasil analisis ETABS V20, 2023)

Berdasarkan hasil analisis diatas pada program ETABS didapatkan bahwa struktur sudah mencapai hasil partisipasi massa yang memenuhi persyaratan yaitu lebih dari 90 % pada mode ke 12

2. Kontrol Periode Fundamental

Untuk nilai yang digunakan $T_x = 2,28$ detik, $T_y = 2,355$ detik.

3. Kontrol *base shear*

Tabel 7 Hasil *Base Shear*

| | Vstatik (kN) | Vdinamik (kN) | Kontrol |
|--------|--------------|---------------|----------|
| Arah X | 6184,1116 | 6190,0143 | Memenuhi |
| Arah Y | 6184,1116 | 6188,0568 | Memenuhi |

(Sumber : Hasil analisis ETABS V20, 2023)

Berdasarkan tabel diatas bahwa nilai dari Vdinamik telah memenuhi persyaratan dimana menurut SNI 1726:2019 nilai Vdinamik harus sama dengan Vstatik atau lebih besar.

4. Kontrol *Displacement* dan Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan hasil output ETABS V20 didapatkan nilai *displacement* pada arah x dan y telah mencapai batas izin menurut SNI 1726:2019, sehingga respon dinamis terhadap simpangan antar tingkat sudah memenuhi syarat kelayakan gedung tahan gempa.

Tabel 8 Nilai *Displacement* dan Simpangan Antar Tingkat

| Lanta i | <i>Displacement</i> | | <i>Elastic Drift</i> | | h | <i>Inelastic Drift</i> | | <i>Drift Limit</i> |
|------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|---|------------------------|------------|--------------------|
| | δe_x | δe_y | δe_x | δe_y | | Δ_x | Δ_y | |

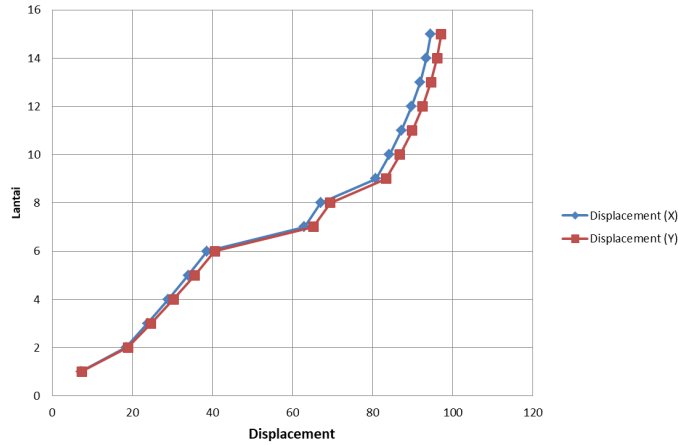
“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

| | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
|----|--------|--------|------------|------------|------|------------|------------|------------|
| 15 | 94,485 | 97,061 | 1,067 | 0,966 | 3000 | 5,868 | 5,313 | 46,15 4 |
| 14 | 93,418 | 96,095 | 1,587 | 1,525 | 3000 | 8,729 | 8,388 | 46,15 4 |
| 13 | 91,831 | 94,570 | 2,107 | 2,093 | 4000 | 11,58 9 | 11,51 1 | 61,53 8 |
| 12 | 89,724 | 92,477 | 2,579 | 2,609 | 4000 | 14,18 5 | 14,35 0 | 61,53 8 |
| 11 | 87,145 | 89,868 | 2,998 | 3,073 | 4000 | 16,48 9 | 16,90 2 | 61,53 8 |
| 10 | 84,147 | 86,795 | 3,376 | 3,491 | 4000 | 18,56 8 | 19,20 1 | 61,53 8 |
| 9 | 80,771 | 83,304 | 13,72 2 | 13,88 1 | 4000 | 39,24 5 | 41,28 0 | 61,53 8 |
| 8 | 67,049 | 69,423 | 4,050 | 4,250 | 4000 | 22,27 5 | 23,37 5 | 61,53 8 |
| 7 | 62,999 | 65,173 | 24,36 4 | 24,61 3 | 4000 | 35,87 0 | 36,98 1 | 61,53 8 |
| 6 | 38,635 | 40,560 | 4,669 | 4,964 | 4000 | 25,68 0 | 27,30 2 | 61,53 8 |
| 5 | 33,966 | 35,596 | 4,955 | 5,302 | 4000 | 27,25 3 | 29,16 1 | 61,53 8 |
| 4 | 29,011 | 30,294 | 5,208 | 5,602 | 4000 | 28,64 4 | 30,81 1 | 61,53 8 |
| 3 | 23,803 | 24,692 | 5,371 | 5,789 | 4000 | 29,54 1 | 31,84 0 | 61,53 8 |
| 2 | 18,432 | 18,903 | 11,18 8 | 11,54 9 | 4000 | 41,80 1 | 42,98 1 | 61,53 8 |
| 1 | 7,244 | 7,354 | 7,244 | 7,354 | 4000 | 39,84 2 | 40,44 7 | 61,53 8 |

(Sumber : Hasil perhitungan ETABS, 2023)

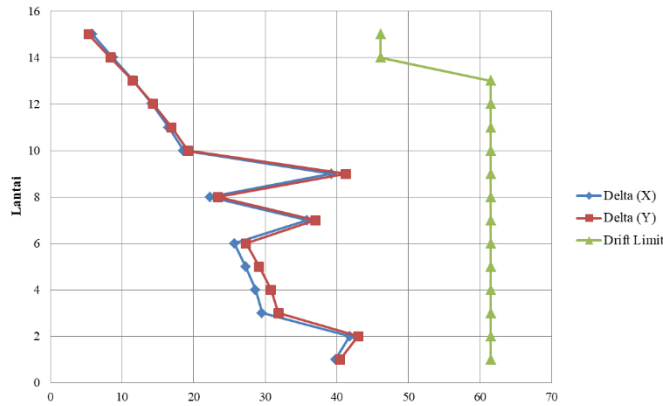
Berdasarkan data diatas dapat diketahui grafik *Displacement* dan *inelastic drift* untuk arah x dan y sebagai berikut.

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”



Gambar 2 Grafik *Displacement* Arah x dan y (Sumber : Hasil perhitungan Excel, 2023)

Berdasarkan data diketahui hasil dari *displacement* untuk arah x dan y meningkat setiap lantai serta tidak melewati batas dari limit *displacement* sehingga dapat dikatakan memenuhi syarat.



Gambar 3 Grafik Simpangan Antar Tingkat (Sumber : Hasil perhitungan Excel, 2023)

Berdasarkan data dari grafik diatas dapat diketahui bawa pada arah x mengalami peningkatan hingga lantai ke-2 kemudian mengalami penurunan hingga pada lantai ke-7 dan pada lantai ke-8 mengalami peningkatan dan pada lantai ke-9 mengalami penurunan hingga lantai 15. Sedangkan untuk arah y sama seperti grafik untuk arah x.

5. Kontrol Pengaruh P-Delta

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari program ETABS maka dapat diketahui nilai *inelastic* dan juga nilai *story force* sebagai berikut.

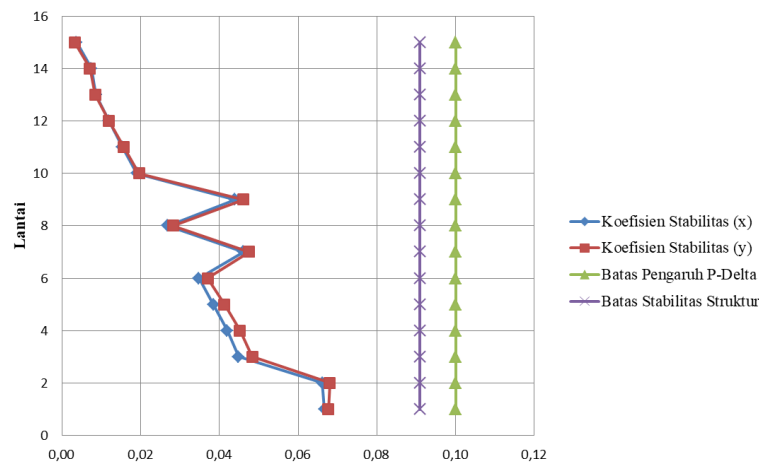
Tabel 9 Hasil Pengaruh P-Delta

| Lantai i | <i>Inelastic Drift</i> | | <i>Story Forces</i> | | | h (mm) | <i>Koefisien Stabilitas</i> | | Batas P-Delta | θ_{max} |
|-------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------|---------------|-----------|-----------------------------|------------|------------------|----------------|
| | Δ_x (mm) | Δ_y (mm) | P (kN) | V_x (kN) | V_y (kN) | | θ_X | θ_Y | | |

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|---------|---------|------|--------|--------|-----|--------|
| 15 | 5,87 | 5,31 | 1532,57 | 147,98 | 150,21 | 3000 | 0,0037 | 0,0033 | 0,1 | 0,0909 |
| 14 | 8,73 | 8,39 | 4275,58 | 301,73 | 305,61 | 3000 | 0,0075 | 0,0071 | 0,1 | 0,0909 |
| 13 | 11,59 | 11,51 | 7018,58 | 427,47 | 431,74 | 4000 | 0,0086 | 0,0085 | 0,1 | 0,0909 |
| 12 | 14,18 | 14,35 | 9761,59 | 527,33 | 531,13 | 4000 | 0,0119 | 0,0120 | 0,1 | 0,0909 |
| 11 | 16,49 | 16,90 | 12504,59 | 608,09 | 611,16 | 4000 | 0,0154 | 0,0157 | 0,1 | 0,0909 |
| 10 | 18,57 | 19,20 | 15247,59 | 674,71 | 677,02 | 4000 | 0,0191 | 0,0197 | 0,1 | 0,0909 |
| 9 | 39,25 | 41,28 | 17990,60 | 730,52 | 731,92 | 4000 | 0,0439 | 0,0461 | 0,1 | 0,0909 |
| 8 | 22,28 | 23,38 | 20733,60 | 780,38 | 780,82 | 4000 | 0,0269 | 0,0282 | 0,1 | 0,0909 |
| 7 | 35,87 | 36,98 | 23476,61 | 829,61 | 829,27 | 4000 | 0,0461 | 0,0476 | 0,1 | 0,0909 |
| 6 | 25,68 | 27,30 | 26219,61 | 880,26 | 879,33 | 4000 | 0,0348 | 0,0370 | 0,1 | 0,0909 |
| 5 | 27,25 | 29,16 | 28962,61 | 931,57 | 930,26 | 4000 | 0,0385 | 0,0413 | 0,1 | 0,0909 |
| 4 | 28,64 | 30,81 | 31705,62 | 982,66 | 981,44 | 4000 | 0,0420 | 0,0452 | 0,1 | 0,0909 |
| 3 | 29,54 | 31,84 | 34448,62 | 1030,85 | 1030,28 | 4000 | 0,0449 | 0,0484 | 0,1 | 0,0909 |
| 2 | 41,80 | 42,98 | 37191,63 | 1068,08 | 1068,10 | 4000 | 0,0662 | 0,0680 | 0,1 | 0,0909 |
| 1 | 39,84 | 40,45 | 39934,63 | 1084,71 | 1084,71 | 4000 | 0,0667 | 0,0677 | 0,1 | 0,0909 |

(Sumber : Hasil perhitungan ETABS, 2023)



Gambar 4 Grafik P-Delta Arah x dan Arah y

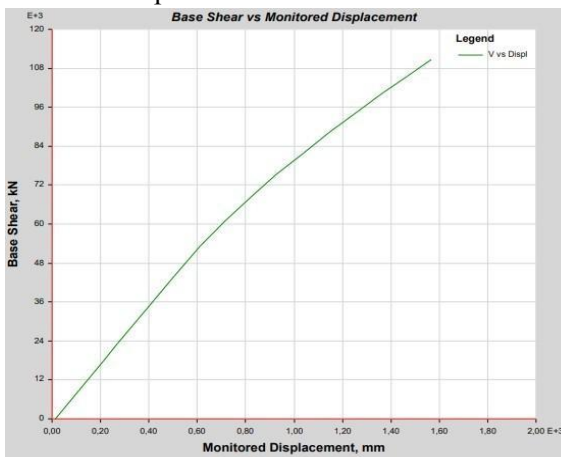
(Sumber : Hasil perhitungan Excel, 2023)

Berdasarkan Gambar 4 diketahui nilai koefisien stabilitas pada arah x dan y mengalami penurunan pada lantai ke-3 hingga lantai ke-6 dan mengalami kenaikan pada lantai ke-7 dan 9 dan kemudian mengalami penurunan pada lantai ke-10 hingga lantai ke-15 dimana kenaikan dan penurunan koefisien dipengaruhi oleh besar dan kecilnya nilai *story force*. Koefisien stabilitas dikatakan aman dikarenakan tidak melampaui batas pengaruh P-Delta.

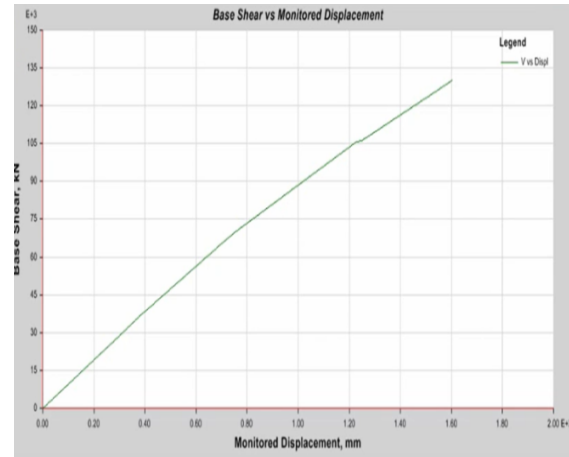
Hasil Analisis *Pushover*

Hasil dari analisis *pushover* yang dilakukan pada program ETABS didapatkan berupa kurva kapasitas akan dapat ditampilkan ikatan untuk gaya geser dan simpangan sebagai berikut.

1. Kurva Kapasitas



Gambar 5 Kurva Kapasitas Arah x



Gambar 6 Kurva Kapasitas Arah Y

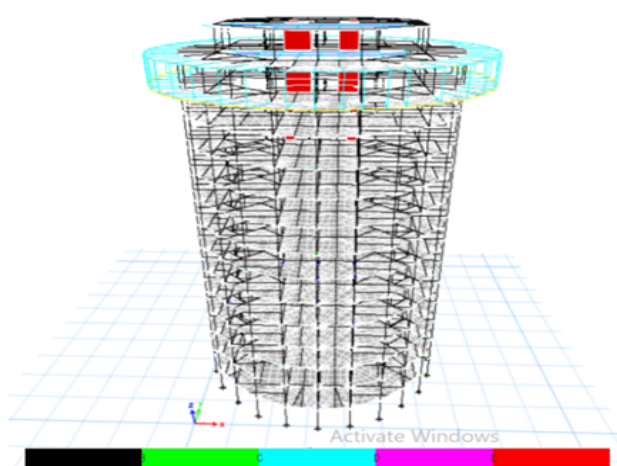
(Sumber : Hasil analisis ETABS V20,2023)

Pada Gambar 5 kurva diatas dapat diketahui nilai untuk arah x memiliki nilai simpangan (*base shear*) adalah 112648,99 kN dan nilai yang didapatkan adalah 1548,371 mm.

Pada Gambar 6 kurva diatas dapat diketahui nilai arah y memiliki nilai simpangan (*base shear*) adalah 13411,99 kN dan nilai yang didapatkan adalah 1602,287 mm.

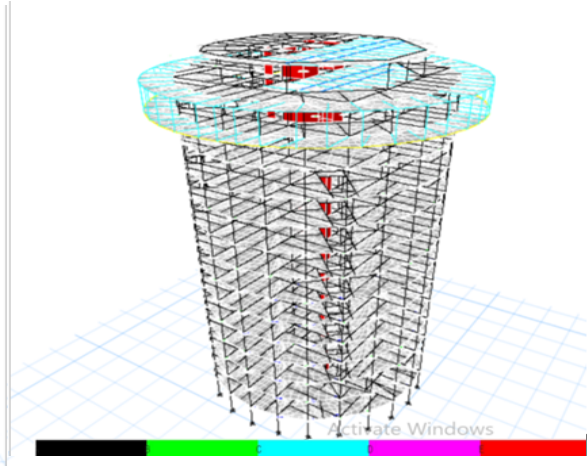
2. Sendi Plastis

Sendi plastis adalah jenis ketidakmampuan struktur (kolom dan balok) untuk menahan gaya dalam pada bangunan.



Gambar 7 Sendi Plastis Step 7 Arah x

(Sumber : Hasil analisis ETABS V20,2023)



Gambar 8 Sendi Plastis Step 12 arah y

Berdasarkan hasil dari program ETABS V20 didapatkan proses sendi plastis berlaku pada balok selanjutnya kemudian kolom. Terwujudnya sendi plastis untuk kolom pada step 7 arah x dan step 12 arah y.

Penentuan level kinerja bangunan

Berdasarkan ketentuan ATC-40 bisa ditentukan dari perbandingan nilai perpindahan terhadap tinggi struktur, arah x = 94,485 mm dan untuk arah y = 97,061 mm.

Arah X

$$\text{Max Total Drift} = \frac{Dt}{H} = \frac{94,485 \text{ mm}}{62900 \text{ mm}} = 0,001502 \text{ (Immediate Occupancy)}$$

Arah Y

$$\text{Max Total Drift} = \frac{Dt}{H} = \frac{97,061 \text{ mm}}{62900 \text{ mm}} = 0,001543 \text{ (Immediate Occupancy)}$$

Dari hasil diatas dapat ditentukan bahwa level kinerja Gedung Kantor Majelis Rakyat Papua menurut metode ATC-40 adalah *Immediatte Ocupancy* (IO).

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis struktur dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis *pushover* didapatkan hubungan antara *base shear* dan juga persimpangan (*displacement*) yaitu kurva kapasitas yang menjelaskan kemampuan bangunan yang bergantung pada bangunan dan dapat diketahui untuk arah x memiliki nilai simpangan (*base shear*) adalah 112648,99 kN dan nilai yang didapatkan adalah 1548,371 mm. memiliki nilai simpangan (*base shear*) adalah 13411,99 kN dan nilai yang didapatkan adalah 1602,287 mm.
2. Level kinerja Gedung Kantor Majelis Rakyat Papua mengikuti metode ATC-40 merupakan *Immediate Ocupancy*, yakni apabila gempa terjadi, kemampuan serta kekakuannya kurang lebih mendekati kondisi seperti awalnya.

DAFTAR PUSTAKA

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

- Arif, Juliansyah. Analisa Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Metode *Pushover* Menggunakan SNI Gempa 1726:2019 (Studi Kasus Gedung Hotel Golden Tulip Mataram) . Dis. Universitas_Muhammadiyah_Mataram, 2022.
- Krisdiantoe, Andre, Fransisco Baru, and Frieda Frieda. "Analisis Kekuatan Bangunan Terhadap Gaya Gempa Dengan Metode Analisis Pushover (Studi Kasus Gedung PPIIG UPR 2020)." *Density (Development Engineering of University) Journal* 4.2 (2022): 50-55.
- Putri, A., Herdinata, S., Khala, C. C. S., & Sari, O. L. *Analisis Kinerja Seismik Struktur 10 Lantai Beton Bertulang dengan Metode Pushover Analysis*. Indonesian Journal Of Civil Engineering Education, 8(1), 15-22.
- Septian, N., G. Turuallo, and I. K. Sulendra. "*Kinerja Portal Struktur Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Ganda Menggunakan Metode Pushover Analysis*." *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development* (2022): 35-42.
- Setiawan, Dandy Bagus. "Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Pada Kondisi Batas Layan Dan Batas Ultimit Dengan Analisis Dinamik Metode Respon Spektrum (Studi Kasus: Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi)." (2021)