

**EVALUASI STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS HUKUM
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT****DEDDY KURNIAWAN¹, ASIYA NURHASANAH HABIRUN², AFIF PRATAMA³**

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Email: deddydk22@gmail.com¹, asyanurhasanahhabirun@umsb.ac.id²,afifpratama212001@gmail.com³DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v7i1.4985>

Abstract : *The Faculty of Law Building of Muhammadiyah University of West Sumatra was established in 1986 and is located in Bukittinggi City, West Sumatra, Indonesia. This building functions as a 2-story lecture building using reinforced concrete structural materials. The building will be added as much as 1 floor above the existing building. In view of this, an inspection and evaluation of the performance of the existing structure was carried out. Research activities include visual inspection, field testing, namely Hammer Test on structural elements, and structural analysis. The capacity of the column structural elements is not able to withstand the load for a 3-story building because the forces acting are outside the interaction diagram. The results of the pushover analysis with the SAP 2000 program for the x-x direction obtained 30 steps and for the y-y direction obtained 18 steps of the thrust load pattern given by the structure until the structure collapses. According to ATC-40, for the calculation of the maximum total deviation is included in the Damage Control (DC) category level and the maximum inelastic deviation is included in the Life Safety (LS) and Structural Stability (SS) category levels, meaning that the building is unable to withstand the earthquake that occurred and the risk of human casualties is very large, so that additional floors cannot be added.*

Keywords: *Inspection, structure capacity, pushover analysis*

Abstrak : Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat berdiri pada tahun 1986 berlokasi di Kota Bukittinggi, Sumatera Barat, Indonesia. Bangunan ini berfungsi sebagai Gedung perkuliahan 2 lantai dengan menggunakan material struktur beton bertulang. Gedung tersebut akan dilakukan penambahan sebanyak 1 lantai diatas bangunan eksisting. Mengingat hal tersebut, dilakukan inspeksi dan evaluasi kinerja struktur existing. Kegiatan penelitian meliputi inspeksi visual, pengujian lapangan yakni Hammer Test pada elemen struktur, dan analisis struktur. Kapasitas elemen struktur kolom tidak mampu menahan beban untuk bangunan 3 lantai karena gaya yang bekerja berada diluar diagram interaksi. Hasil pushover analysis dengan program SAP 2000 untuk arah x-x didapatkan 30 step dan untuk arah y-y didapatkan 18 step pola beban dorong yang diberikan struktur hingga struktur mengalami keruntuhan. Sesuai ATC-40, untuk perhitungan simpangan total maksimum termasuk kedalam level kategori Damage Control (DC) dan simpangan inelastic maksimum termasuk kedalam level kategori Life Safety (LS) dan Structural Stability (SS), berarti bangunan tidak mampu menahan gempa yang terjadi dan resiko korban jiwa manusia sangat besar, sehingga tidak bisa dilakukan penambahan lantai.

Kata Kunci: Inspeksi, kapasitas struktur, pushover analysis

A. Pendahuluan

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat merupakan perguruan tinggi swasta yang memiliki 4 kampus yang terletak di daerah yang berbeda. Kampus-kampus tersebut antara lain Kampus 1 Padang, Kampus 2 Padang Panjang, Kampus 3 Bukittinggi, Kampus 4 Payakumbuh.

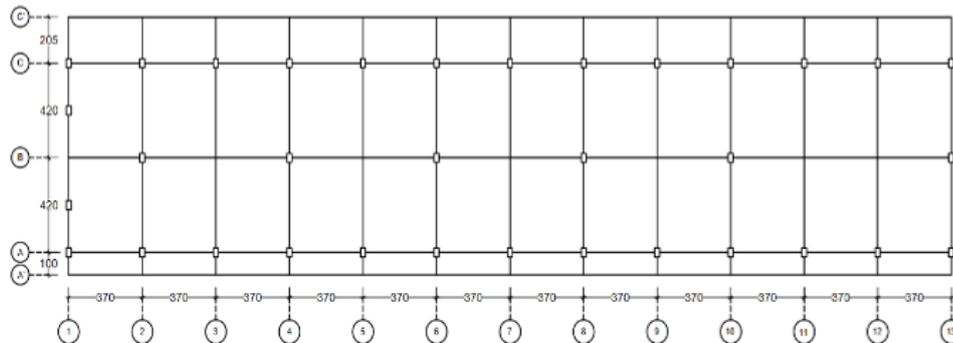
Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat didirikan pada tahun 1986 yang terletak di Kota Bukittinggi, Sumatera Barat, Indonesia. Gedung ini berfungsi sebagai gedung perkuliahan. Gedung ini memiliki 2 lantai dengan menggunakan material struktur beton bertulang. Selama 37 tahun berdiri, Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat belum

pernah direnovasi, diinspeksi, dan diperiksa perilaku strukturnya hingga awal tahun 2023. Mengingat hal tersebut, maka dilakukan pemeriksaan dan evaluasi terhadap kinerja eksisting lantai tambahan.

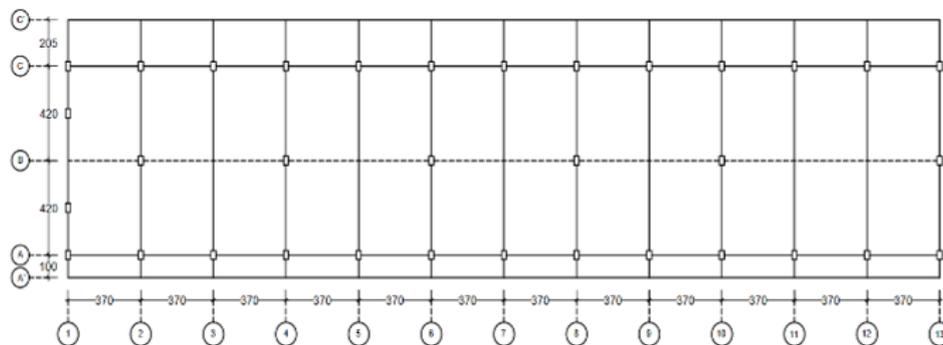
Untuk mewujudkan pembangunan yang aman, perlu diperhatikan perencanaan yang matang, sehingga pada saat bangunan siap digunakan bangunan tetap aman dan nyaman digunakan. Struktur yang kokoh, serta efektifitas dalam penggunaan anggaran biaya harus diperlukan dalam pembangunan sebuah gedung. (Yuhanda, 2022).

B. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jln. By Pass Aur Kuning No.1 Bukittinggi, Sumatera Barat. Objek gedung yang diteliti adalah gedung fakultas hukum dengan ketinggian 7,25m. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).



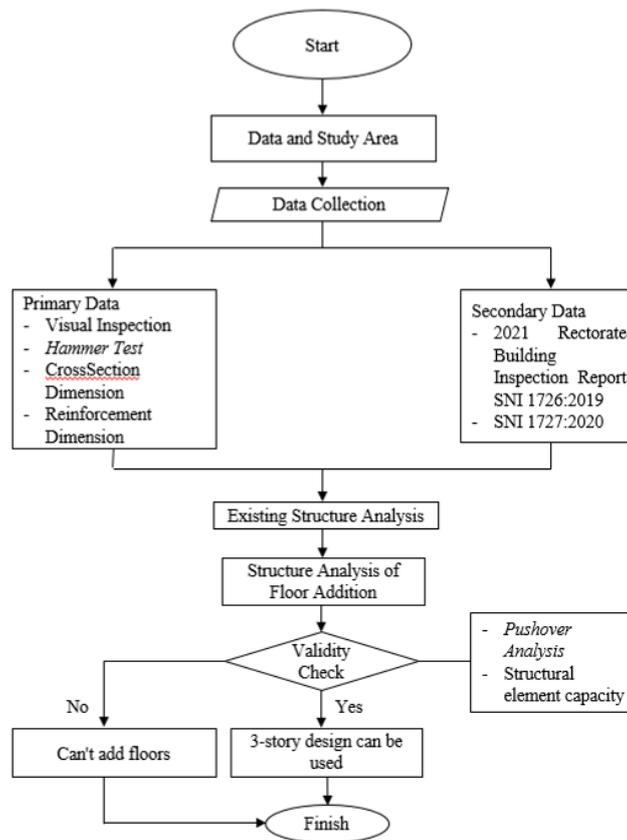
Gambar 1. Denah Lantai 1



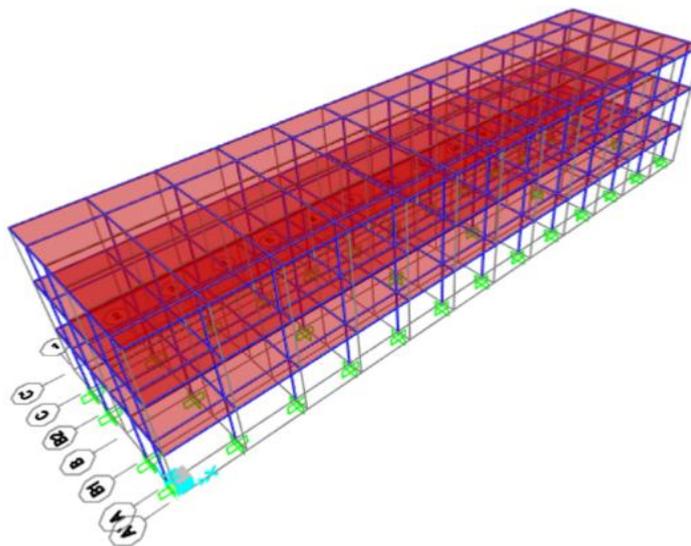
Gambar 2. Denah Lantai 2

Desain struktur meliputi balok, kolom, dan pelat lantai yang mengacu pada SNI 2847: 2019. Hasil perencanaan yang diperoleh kemudian dimodelkan dengan program SAP2000 sesuai dengan data-data yang telah diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan data grid, dilakukan untuk memudahkan dalam mengaplikasikan elemen struktur yang akan digambarkan.
2. Mendefinisikan material, dilakukan untuk memasukkan data material agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
3. Mendefinisikan elemen struktur, dilakukan untuk mendeskripsikan elemen-elemen struktur yang berupa balok, kolom, pelat lantai, mulai dari dimensi, tulangan, dan mutu mulai dari dimensi, tulangan, dan juga mutu bahan yang digunakan. Struktur yang telah dimodelkan dengan program SAP 2000 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Flowchart



Gambar 4. Model Struktur Pada SAP2000 ver.22

Tahap input data struktur dilakukan setelah pemodelan, dimana pada tahap ini dilakukan input data-data struktur yang dibutuhkan meliputi data dimensi elemen struktur, data material elemen struktur dan data beban yang digunakan. Beban-beban yang telah diinputkan akan diterima oleh

struktur bangunan sehingga dapat diketahui respon struktur dan kinerja bangunan. Pembebanan yang dilakukan meliputi beban mati pada pelat lantai sebesar $1,49 \text{ kN/m}^2$, beban mati pada balok lantai 1 sebesar $6,95 \text{ kN/m}^2$, beban hidup pada pelat lantai 1 sebesar $2,40 \text{ kN/m}^2$, beban hidup pada pelat atap sebesar $0,73 \text{ kN/m}^2$, dan beban gempa. Beban mati dan beban hidup ditentukan berdasarkan SNI 1727:2020, beban gempa ditentukan berdasarkan SNI 1726:2019.

Kombinasi pembebanan yang akan digunakan dalam analisis struktur dengan aplikasi SAP 2000 v.22. adalah sebagai berikut.

1. $1,4 \text{ DL} + 1,4 \text{ SDL}$
2. $1,2 \text{ DL} + 1,2 \text{ SDL} + 1,6 \text{ LL}$
3. $1,4 \text{ DL} + 1,4 \text{ SDL} + 1,0 \text{ LL} \pm 1,0 \text{ Dx} \pm 0,3 \text{ Dy}$
4. $1,4 \text{ DL} + 1,4 \text{ SDL} + 1,0 \text{ LL} \pm 1,0 \text{ Dy} \pm 0,3 \text{ Dx}$
5. $0,76 \text{ DL} + 0,76 \text{ SDL} \pm 1,0 \text{ Dx} \pm 0,3 \text{ Dy}$
6. $0,76 \text{ DL} + 0,76 \text{ SDL} \pm 1,0 \text{ Dy} \pm 0,3 \text{ Dx}$

Luaran yang didapatkan dari hasil analisis struktur adalah rasio kapasitas penampang eksisting dan simulasi analisis non linier saat gempa besar terjadi untuk mendapatkan sendi plastis yang terjadi pada elemen struktur balok maupun kolom. Analisis pushover dilakukan dengan memberikan beban statis secara bertahap hingga struktur mengalami keruntuhan. Penempatan beban pada analisis ini dilakukan secara horizontal yang merupakan kombinasi dari beban gempa, beban hidup dan beban mati. (Usman, Rosidawani, & Mutmainna, 2021)

C. Pembahasan dan Analisa

1. Pengecekan Perilaku Struktur

Setelah memodelkan struktur dan memasukkan beban-beban yang bekerja pada bangunan, langkah selanjutnya adalah memeriksa perilaku struktur terhadap standar dan persyaratan peraturan yang berlaku.

1.1 Pemeriksaan Jumlah Ragam

Untuk pemeriksaan jumlah ragam terdapat pada SNI 1726 : 2019 disebutkan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapat partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari masa actual dalam masing-masing arah horizontal dari respon yang ditinjau oleh model. Berdasarkan output yang didapat dari SAP2000, jumlah partisipasi massa pada 12 mode arah-x dan arah-y adalah 99%, yang berarti telah memenuhi persyaratan 90% atau 0,9.

1.2 Perbandingan Geser Statik dan Geser Dinamik

Sesuai dengan SNI 1726:2019 pasal 7.9.4.1 mengenai skala gaya, peraturan ini mensyaratkan bahwa gaya geser dasar dinamik harus lebih besar dari 100% gaya geser statik. Dirumuskan sebagai $VD > 100\% VS$. Jika hal ini tidak terpenuhi, maka perlu diberikan skala gaya pada model struktur gedung.

Tabel. 1 Hasil Penjumlahan Geser Dasar untuk masing-masing gempa

Geser Dasar	Dinamik (Vd)	Statik (Vs)	Faktor Skala	Kontrol
	(kN)	(kN)	V_s/V_d	$V_d > 100\% V_s$
X - Direction	1452,34	0	0	Memenuhi
Y - Direction	942,747	0	0	Memenuhi

Sumber : SAP2000

Dari tabel 1, dapat disimpulkan bahwa persyaratan gaya geser gempa dinamik telah terpenuhi ($VD > 100\% VS$).

1.3 Pengecekan Simpangan antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 simpangan antar lantai harus dianalisis sebagai perbandingan simpangan pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah, simpangan

antar lantai tidak boleh lebih dari simpangan antar tingkat izin. Maka persamaan antar lantai adalah sebagai berikut:

$$\Delta x = (\delta \times Cd) / I < \Delta a$$

$$\Delta a = (0,015 \text{ hx}) / \rho$$

Keterangan:

Δx = simpangan antar lantai

Δa = simpangan yang diijinkan

δ = defleksi yang terjadi

I = faktor keutamaan gempa

Cd = faktor pembesaran defleksi

Tabel. 2 Simpangan lantai arah-x (Δx)

Lantai	Joint	Hsx	δx	Δx	Δa (ijin)	Keterangan
		mm	mm	mm	mm	
Atap	195	3750	36,622732	42,04036	56,25	Aman
3	143	3750	25,157179	54,87013	56,25	Aman
2	26	3500	10,192598	37,37286	52,5	Aman

Sumber : SAP2000

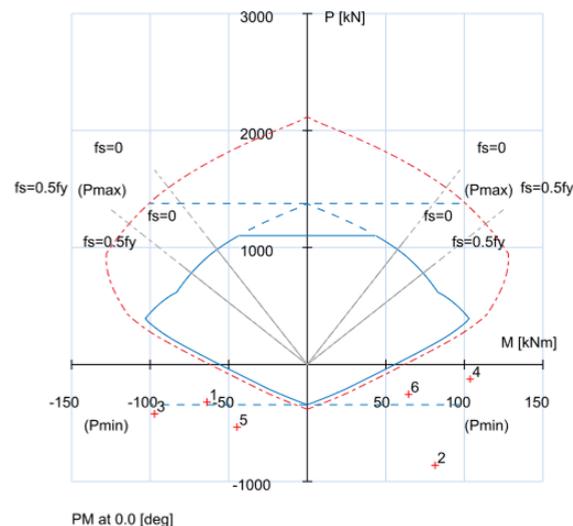
Tabel. 3 Simpangan lantai arah-y (Δy)

Lantai	Joint	Hsx	δy	Δy	Δa (ijin)	Keterangan
		mm	mm	mm	mm	
Atap	195	3750	36,622732	42,04036	56,25	Aman
3	143	3750	25,157179	54,87013	56,25	Aman
2	26	3500	10,192598	37,37286	52,5	Aman

Sumber : SAP2000

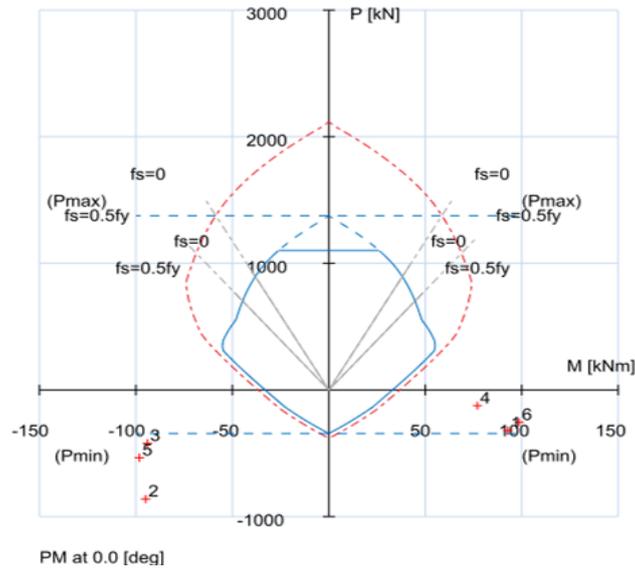
2. Cek Kapasitas Struktur

Kapasitas struktur kolom setelah dilakukan penambahan lantai ditunjukkan pada gambar 5 dan 6. Gaya yang bekerja berada diluar kapasitas diagram interaksi yang ditunjukkan pada titik 1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Hal ini menunjukkan bahwa struktur kolom tidak mampu menahan beban untuk bangunan 3 lantai karena gaya yang bekerja berada diluar diagram interaksi.



Gambar 5. Diagram interaksi kolom 25 cm x 40 cm arah-x (3 lantai)

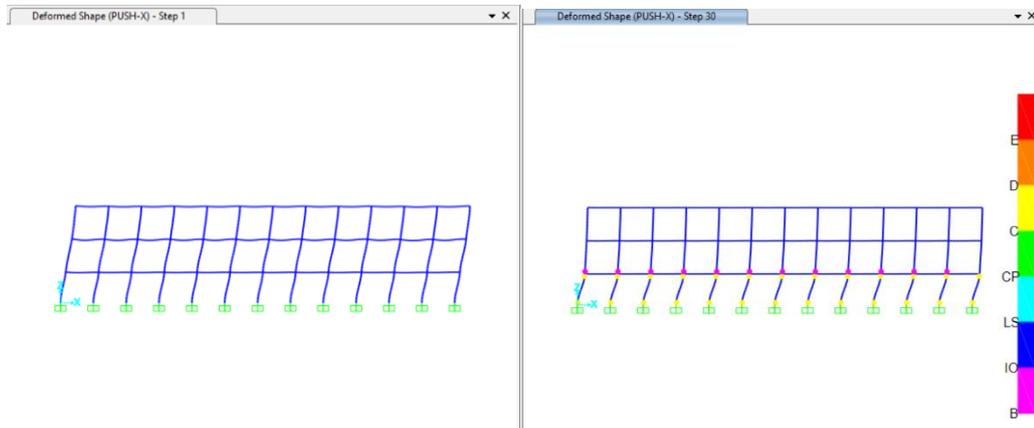
Sumber : SpColumn



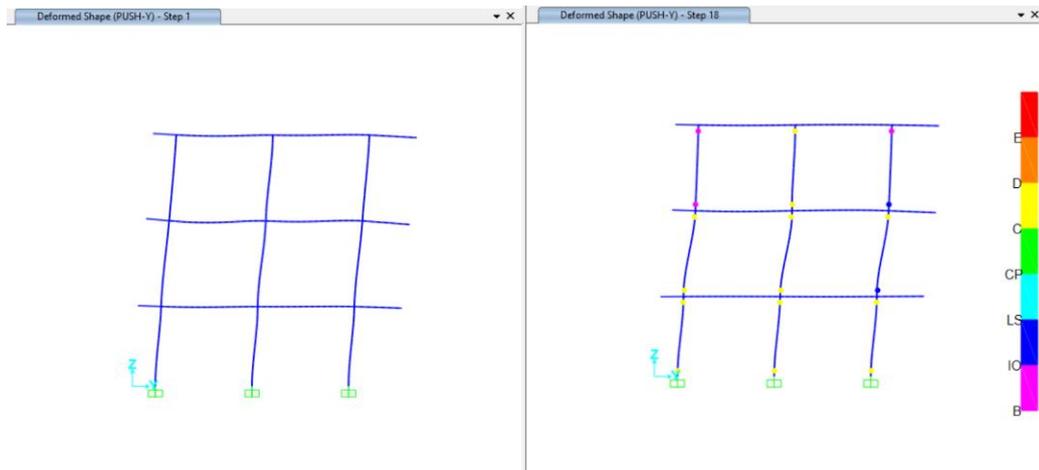
Gambar 6. Diagram interaksi kolom 25 cm x 40 cm arah-y (3 lantai)
 Sumber : SpColumn

3. Hasil Analisis Pushover

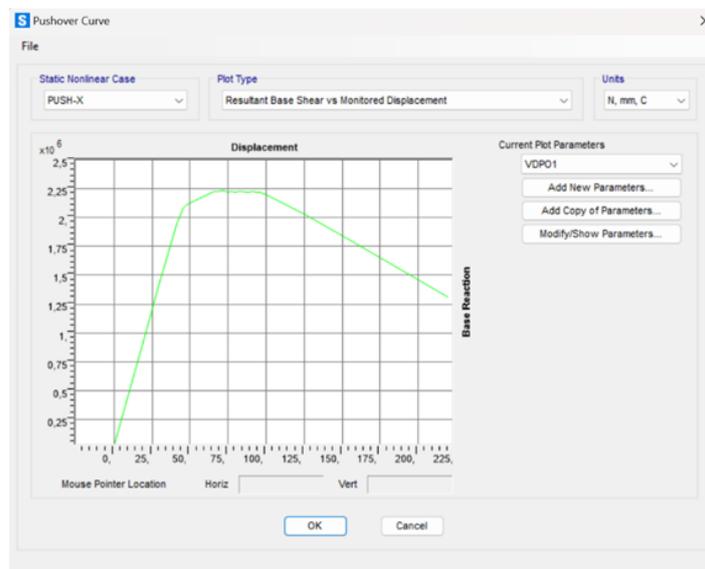
Pada hasil running analisis pushover dengan aplikasi SAP 2000 v.22 untuk arah-x didapatkan 30 step dan pada arah-y didapatkan 18 step beban dorong yang diberikan pada struktur hingga runtuh.



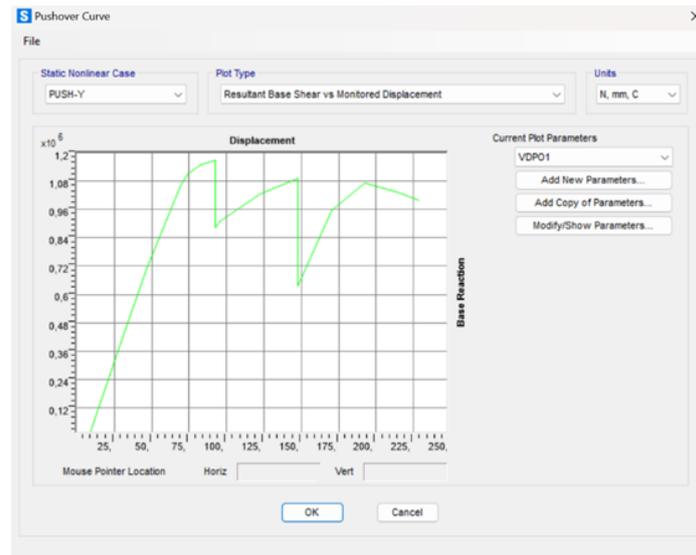
Gambar 7. Push-x step 1 dan step 30



Gambar 8. Push-y step 1 dan step 18



Gambar 9. pushover curve arah-x



Gambar 10. pushover curve arah-y

4. Level Kinerja Struktur

Tingkat kinerja struktural ditentukan berdasarkan ATC-40. Tingkat kinerja struktural global dapat ditentukan berdasarkan rasio nilai perpindahan atap pada titik kinerja terhadap tinggi total bangunan.

Simpangan total maksimum

$$\text{Arah } x - x = \frac{Dt}{H_{total}} = \frac{219,364}{11.000mm} = 0,019 \text{ (Damage Control)}$$

$$\text{Arah } y - y = \frac{Dt}{H_{total}} = \frac{122,337}{11.000mm} = 0,011 \text{ (Damage Control)}$$

Simpangan inelastic maksimum

$$\text{Arah } x - x = \frac{Dt}{H_{total}} = \frac{219,364 - 41,167}{11.000mm} = 0,016 \text{ (Life Safety)}$$

$$\text{Arah } y - y = \frac{Dt}{H_{total}} = \frac{228,254 - 46,579}{11.000mm} = 0,016 \text{ (Structural Stability)}$$

Maka menurut ATC-40, untuk perhitungan simpangan total maksimum termasuk dalam tingkat kategori *Damage Control* (DC) dan simpangan inelastic maksimum termasuk dalam tingkat kategori *Life Safety* (LS) dan *Structural Stability* (SS), artinya gedung tersebut tidak mampu menahan gempa yang terjadi dan resiko terjadinya korban jiwa sangat besar, sehingga tidak dapat dilakukan penambahan lantai pada Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

D. Penutup

1. Sesuai ATC-40, untuk perhitungan simpangan total maksimum termasuk kedalam level kategori *Damage Control* (DC) dan simpangan *inelastic* maksimum termasuk kedalam level kategori *Life Safety* (LS) dan *Structural Stability* (SS), berarti bangunan tidak mampu menahan gempa yang terjadi dan resiko korban jiwa manusia sangat besar, sehingga tidak bisa dilakukan penambahan 1 lantai.
2. Dari diagram interaksi kolom yang telah didapat Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, apabila ditambah satu lantai kolom tidak mampu menahan / gaya yang diterima melebihi kapasitas.

3. Berdasarkan hasil evaluasi kinerja struktur pada Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, kapasitas kolom tidak dapat menampung terhadap penambahan 1 lantai, maka diperlukan perkuatan terhadap komponen struktur dan perlunya evaluasi terhadap kapasitas pondasi.

Daftar Pustaka

- Usman, A. P., Rosidawani, & Mutmainna, S. P. (2021). Analisis Respons dan Kinerja Struktur Bangunan Gedung menggunakan Pushover Analysis. *Jurnal Sainis*, 21, 87-96.
- Yuhanda, M. I. (2022). *Perencanaan Struktur Atas Gedung Dekanat Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat Kampus IV Payakumbuh*.