

## **REVIEW DESAIN KINERJA STRUKTUR ATAS GEDUNG POLITEKNIK NEGERI BATAM BERDASARKAN PERATURAN SNI 1726-2019 MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER ANALYSIS***

**Larasati Putri Rulliananda<sup>1)</sup>, Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945-Surabaya  
E-mail <sup>1)</sup> : [larasatirulliananda31@gmail.com](mailto:larasatirulliananda31@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945-Surabaya  
E-mail <sup>2)</sup> : [bantot\\_s@yahoo.co.id](mailto:bantot_s@yahoo.co.id)

### **ABSTRAK**

Dalam merencanakan suatu struktur aspek utama yang harus di pertimbangkan adalah pengaruh beban gempa. Agar dapat terciptanya struktur yang kuat dan aman maka gedung harus diperhitungkan dengan tepat berdasarkan standar perancangan gedung yang berlaku. Standar desain struktur bangunan kegempaan di Indonesia terus diperbarui SNI 1726:2019 merupakan standar kegempaan terbaru. Salah satu perubahan pada peraturan ini mengenai peningkatan respon spektrum desain pada banyak wilayah. Pada penelitian ini Gedung Politeknik Negeri Batam di desain menggunakan peraturan gempa SNI 1726:2012, maka perlu dilakukan *review* desain untuk mengetahui kinerja struktur atas dan kekuatan struktur terhadap pengaruh beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019.

Pada penelitian ini struktur dimodelkan menggunakan Program ETABS v.18, untuk menganalisa tulangan penampang seperti geser, lentur, dan torsi pada balok, kolom serta menganalisa perilaku struktur. Selanjutnya dilakukan Analisa struktur terhadap gempa dengan metode *pushover analysis* untuk mengetahui perilaku keruntuhan struktur bangunan menggunakan peraturan FEMA 440.

Hasil analisa ini menunjukkan penampang masih memenuhi syarat dengan hasil gaya dalam pada penampang SNI 2847:2019 terhadap SNI 2847:2013 mengalami peningkatan pada balok 0,14%-35% dan pada kolom 7%-24%. *Drift story* maksimum mendapatkan hasil lebih kecil dan kurang dari 0,01. Dan hasil level kinerja gedung dengan metode *pushover analysis* berdasarkan FEMA 440 struktur dapat dikategorikan dalam kondisi IO (*Immediate Occupancy*).

**Kata Kunci :** *Struktur Beton Bertulang, Pushover, Analisa level Kinerja*

### **ABSTRACT**

In designing a structure, the first aspect to be considered is the effect of earthquake forces. To create strong and safe structure, a building should be precisely calculated by applicable building design standards referring to SNI 1726-2019, the most recent applicable standard in Indonesia. One of the amendment on this regulation is the development of spectrum response in some areas. In this paper, the design of Politeknik Negeri Batam constructed by following SNI 1726-2012, so the acknowledge of upper structural performance and its building safety to resist the effect of earthquake forces referring to SNI 1726:2019 is necessary.

On this research, building was modeled using ETABS v.18 Program to analyze any shear, bending, and torsion on its beams and columns as well as analyze the structural performance. Furthermore, Push Over Analysis method was done to asses the performance level of building subjected to earthquake referring FEMA 440 Guidelines.

The result shows that both beams and columns still fulfill the SNI 2847:2019 criteria inner moment's result referring to SNI 2847:2013 increased 0,14%-35% at beams and 7%-24% at columns. Maximum drift story result is lower than 0.01. Whilst from Pushover Analysis, following FEMA 440, it shows that the building is categorized as IO (Intermediate Occupation) condition.

**Keywords:** Reinforced Concrete Structure, Pushover, Performance Level Analysis

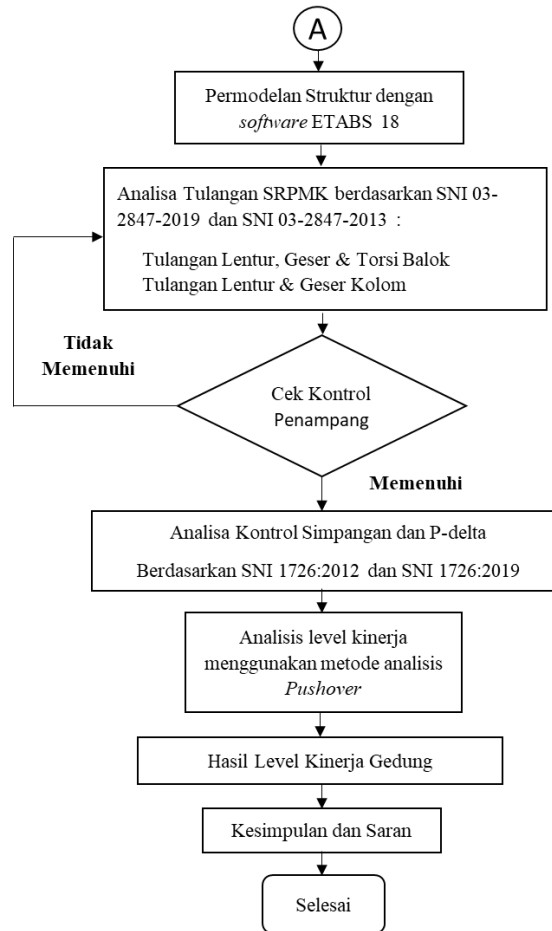
## 1. PENDAHULUAN

Standar desain struktur bangunan kegempaan di Indonesia terus diperbarui, SNI 03-1726-2019 merupakan tata cara gempa baru, salah satu perubahan peraturan gempa mengenai respon spektrum desain peta transisi periode Panjang ( $T_L$ ), dimana banyak wilayah mengalami peningkatan. alasan pemilihan Gedung Politeknik Negeri Batam, karena gedung ini masih memakai peraturan gempa SNI 1726-2012, maka perlu dilakukan *Review* desain dengan tujuan agar mengetahui kinerja struktur atas dan untuk mengetahui kekuatan struktur penampang bangunan terhadap pengaruh gempa yang disesuaikan dengan peraturan kegempaan terbaru SNI 1726-2019serta peraturan beton struktural SNI 2847-2019. Peraturan gempa di Indonesia menjadi syarat mutlak yang perlu diterapkan dalam perencanaan struktur bangunan. Salah satu metode analisis perancangan struktur tahan gempa, untuk memprediksi perilaku struktur terhadap beban lateral adalah Analisa non-linier *pushover* dengan menggunakan metode FEMA 440 untuk mengetahui target perpindahan maksimum suatu struktur agar mengetahui kategori level kinerja pada struktur. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil simpangan berdasarkan peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 dan mengetahui keamanan penampang serta mengetahui kategori level kinerja pada struktur Politeknik Negeri Batam.

## 2. METODE PENELITIAN

Berikut sistematika kerangka *flowchart* yang digunakan :



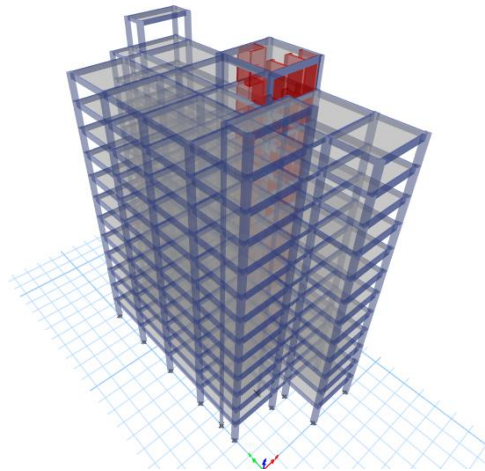


Gambar 1. Flowchart

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Bangunan

1. Tipe Bangunan : Gedung Pendidikan
2. Letak Bangunan : Batam
3. Jenis Tanah : Tanah Keras
4. Lebar Bangunan : 19 m
5. Panjang Bangunan : 41,1 m
6. Tinggi Bangunan : 50,3 m
7. Bangunan : Gedung Pendidikan
8. Zona Daerah : Batam
9. Data Gempa : RS-Batam



**Gambar 2.** Top Side Perspective Views Permodelan struktur pada software ETABS v.18

### 3.2 Hasil Analisa Penampang Balok dan Kolom

#### 3.2.1 Rekapitulasi Hasil Cek Kontrol Penampang Balok Tulangan Lentur SNI 2847:2013

**Tabel 1.** Rekapitulasi hasil analisa tulangan lentur ( $M_u$ ) SNI 2847:2013

Jenis Balok	Dimensi	Jumlah Tulangan	Syarat kekuatan ( $\Phi x M_n$ )	$M_u$	Cek ( $\Phi x M_n > M_u$ )
B1	400 X 700	8-D22	604.516.996	285.121.800	Ok
		4-D22			
B2	350 X 600	6-D22	290.959.126	101.834.200	Ok
		3-D22			
B3	250 X 500	4-D19	160.759.009	39.487.300	Ok
		2-D19			
B4	250 X 400	4-D19	89.419.508	43.360.700	Ok
		3-D19			
B5	400 X 700	6-D22	354.458.157	271.268.700	Ok
		4-D22			
B6	300 X 500	5-D19	189.777.934	63.931.300	Ok
		3-D19			

#### 3.2.2 Rekapitulasi Hasil Cek Kontrol Penampang Balok Tulangan Lentur SNI 2847:2019

**Tabel 2.** Rekapitulasi hasil analisa tulangan lentur ( $M_u$ ) SNI 2847:2019

Jenis Balok	Dimensi	Jumlah Tulangan	Syarat kekuatan ( $\Phi x M_n$ )	$M_u$	Cek ( $\Phi x M_n > M_u$ )
B1	400 X 700	8-D22	604.516.996	291.828.300	Ok
		4-D22			
B2	350 X 600	6-D22	290.959.126	122.291.000	Ok
		3-D22			
B3	250 X 500	4-D19	160.759.009	51.642.700	Ok
		2-D19			
B4	250 X 400	4-D19	89.419.508	49.422.000	Ok
		3-D19			
B5	400 X 700	6-D22	354.458.157	299.286.700	Ok
		4-D22			
B6	300 X 500	5-D19	189.777.934	76.267.900	Ok
		3-D19			

### 3.2.3 Rekapitulasi Hasil Cek Kontrol Penampang Balok Tulangan Geser SNI 2847:2013

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Analisa Tulangan Geser ( $V_e$ ) SNI 2847:2013

Jenis Balok	Dimensi	Jumlah Tulangan	Syarat kekuatan ( $\Phi x V_e$ )	$V_e$	Cek ( $\Phi x V_n > V_e$ )
B1	400 X 700	8-D22	411.222	318.381	Ok
		4-D22			
B2	350 X 600	6-D22	334.070	84.041	Ok
		3-D22			
B3	250 X 500	4-D19	245.320	41.761	Ok
		2-D19			
B4	250 X 400	4-D19	190.213	51.666	Ok
		3-D19			
B5	400 X 700	6-D22	414.580	197.916	Ok
		4-D22			
B6	300 X 500	5-D19	258.676	95.688	Ok
		3-D19			

### 3.2.4 Rekapitulasi Hasil Cek Kontrol Penampang Balok Tulangan Geser SNI 2847:2019

**Tabel 4.** Rekapitulasi Hasil Analisa Tulangan Geser ( $V_e$ ) SNI 2847:2019

Jenis Balok	Dimensi	Jumlah Tulangan	Syarat kekuatan ( $\Phi x V_e$ )	$V_e$	Cek ( $\Phi x V_n > V_e$ )
B1	400 X 700	8-D22	411.222	349.411	Ok
		4-D22			
B2	350 X 600	6-D22	333.140	183.698	Ok
		3-D22			
B3	250 X 500	4-D19	245.319	207.230	Ok
		2-D19			
B4	250 X 400	4-D19	190.214	112.121	Ok
		3-D19			
B5	400 X 700	6-D22	414.580	335.566	Ok
		4-D22			
B6	300 X 500	5-D19	257.791	232.460	Ok
		3-D19			

### 3.2.5 Rekapitulasi Hasil Cek Kontrol Penampang Balok Tulangan Torsi SNI 2847:2013

**Tabel 5.** Rekapitulasi Hasil Analisa Tulangan Torsi ( $T_u$ ) SNI 2847:2013

Jenis Balok	Dimensi	Jumlah Tulangan	Syarat kekuatan ( $\Phi x T_n$ )	$T_u$	Cek ( $\Phi x T_n > T_u$ )
B1	400 X 700	8-D22	92.264.354	73.259.000	Ok
		4-D22			
B2	350 X 600	6-D22	50.613.885	40.505.100	Ok
		3-D22			
B3	250 X 500	4-D19	37.695.336	13.699.700	Ok
		2-D19			
B4	250 X 400	4-D19	14.316.087	9.627.700	Ok
		3-D19			
B5	400 X 700	6-D22	114.436.408	93.459.100	Ok
		4-D22			
B6	300 X 500	5-D19	62.501.659	53.141.800	Ok
		3-D19			

### 3.2.6 Rekapitulasi Hasil Cek Kontrol Penampang Tulangan Balok Torsi SNI 2847:2019

**Tabel 6.** Rekapitulasi Hasil Analisa Tulangan Torsi ( $T_u$ ) SNI 2847:2019

Jenis Balok	Dimensi	Jumlah Tulangan	Syarat kekuatan ( $\Phi x T_n$ )	$T_u$	Cek ( $\Phi x T_n > T_u$ )
B1	400 X 700	8-D22	108.302.225	73.365.700	Ok
		4-D22			
B2	350 X 600	6-D22	115.360.584	62.727.100	Ok
		3-D22			
B3	250 X 500	4-D19	53.321.035	46.604.800	Ok
		2-D19			
B4	250 X 400	4-D19	38.193.245	26.614.400	Ok
		3-D19			
B5	400 X 700	6-D22	144.402.967	80.230.400	Ok
		4-D22			
B6	300 X 500	5-D19	115.380.627	72.022.000	Ok
		3-D19			

- Dari hasil perhitungan cek kontrol penampang balok berdasarkan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019 mengalami peningkatan untuk tulangan lentur 2,3-16%, geser 6%, dan torsi 0,14-35%. Dapat disimpulkan bahwa penampang balok masih memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.

### 3.2.7 Rekapitulasi Hasil Cek SCWB

Berikut merupakan tabel hasil rekapitulasi SCWB yang ditinjau:

**Tabel 7.** Rekapitulasi Hasil Cek SCWB untuk Semua SNI

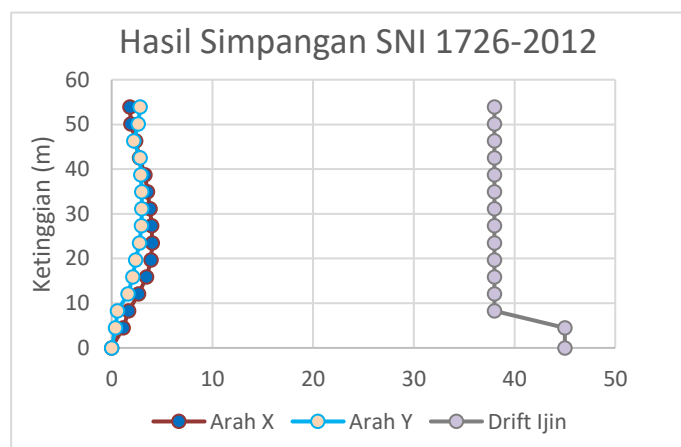
SNI	Jenis Kolom	Arah	$\Sigma$ Momen Kolom (kN.M)	$\Sigma \frac{6}{5}$ Momen Balok (kN.M)	Cek SCWB <small><math>\Sigma</math> Momen Kolom &gt; <math>\Sigma \frac{6}{5}</math> Momen Balok</small>
2847:2013	K1-C10-159	x	1.246	933,9	ok
	K1-C10-160	y	2.210	1012,7	ok
2847:2019	K1-C10-159	x	1.643	933,8	ok
	K1-C10-160	y	2.392	1.012	ok

### 3.3 Hasil Analisa Perilaku Struktur Simpangan

#### 3.3.1 Hasil Rekapitulasi tabel Simpangan dan grafik Simpangan SNI 1726-2012

**Tabel 8.** Rekapitulasi hasil simpangan SNI 1726:2012

Lantai	Tinggi Lantai (m)	Simpangan Arah-X	Simpangan Arah-Y	$\Delta x$	$\Delta y$	Drift Arah-X	Drift Arah-Y	drift ijin	Cek
Top	3,8	23,534	19,597	1,086	1,695	1,81	2,825	38	Ok
Dak	3,8	22,448	17,902	1,143	1,591	1,905	2,652	38	Ok
12	3,8	21,305	16,311	1,421	1,631	2,368	2,178	38	Ok
11	3,8	19,884	14,68	1,664	1,687	2,773	2,812	38	Ok
10	3,8	18,22	12,993	1,976	1,743	3,293	2,905	38	Ok
9	3,8	16,244	11,25	2,136	1,786	3,56	2,977	38	Ok
8	3,8	14,108	9,464	2,287	1,799	3,812	2,998	38	Ok
7	3,8	11,821	7,665	2,384	1,772	3,977	2,953	38	Ok
6	3,8	9,437	5,893	2,412	1,66	4,02	2,767	38	Ok
5	3,8	7,025	4,233	2,344	1,433	3,907	2,388	38	Ok
4	3,8	4,681	2,795	2,079	1,253	3,465	2,088	38	Ok
3	3,8	2,602	1,542	1,599	0,972	2,665	1,62	38	Ok
2	3,8	1,003	0,57	1,002	0,34	1,67	0,56	38	Ok
1	4,5	0,675	0,23	0,675	0,23	1,132	0,383	45	Ok

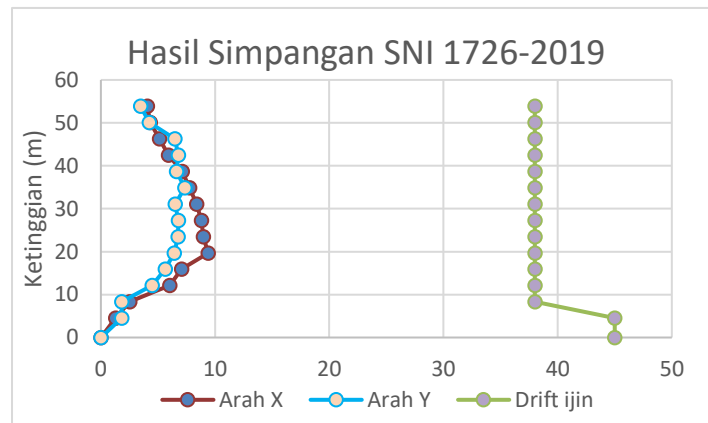


**Gambar 3.** Grafik Simpangan SNI 1726:2012

### 3.3.2 Hasil Rekapitulasi Cek Simpangan dan grafik Simpangan SNI 1726:2019

**Tabel 9.** Rekapitulasi hasil simpangan SNI 1726:2019

Lantai	Tinggi Lantai (m)	Simpangan Arah-X	Simpangan Arah-Y	$\Delta x$	$\Delta y$	Drift		drift ijin	Cek
						Arah-X	Arah-Y		
Top	3,8	52,046	45,624	2,431	2,093	4,052	3,488	38	Ok
Dak	3,8	49,615	43,531	2,584	3,744	4,306	4,24	38	Ok
12	3,8	47,031	39,787	3,086	3,892	5,143	6,486	38	Ok
11	3,8	43,945	35,895	3,553	4,071	5,922	6,785	38	Ok
10	3,8	40,392	31,824	4,277	3,974	7,128	6,623	38	Ok
9	3,8	36,115	27,58	4,652	4,41	7,753	7,35	38	Ok
8	3,8	31,463	23,44	5,031	3,905	8,385	6,508	38	Ok
7	3,8	26,432	19,535	5,284	4,062	8,806	6,77	38	Ok
6	3,8	21,148	15,473	5,374	4,046	8,956	6,743	38	Ok
5	3,8	15,774	11,427	5,639	3,856	9,398	6,426	38	Ok
4	3,8	10,135	7,571	4,241	3,374	7,068	5,623	38	Ok
3	3,8	5,894	4,197	3,61	2,688	6,016	4,48	38	Ok
2	3,8	2,284	1,509	1,515	1,086	2,525	1,81	38	Ok
1	4,5	0,769	1,509	0,769	1,086	1,282	1,81	45	Ok



**Gambar 4.** Grafik Simpangan SNI 1726:2019

- Didapatkan hasil simpangan untuk kedua standar kegunaan yang digunakan pada penelitian ini nilai perpindahan setiap tingkat maksimum mendapatkan hasil lebih kecil, dengan tidak melebihi simpangan ijin, maka simpangan telah memenuhi syarat sesuai SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.

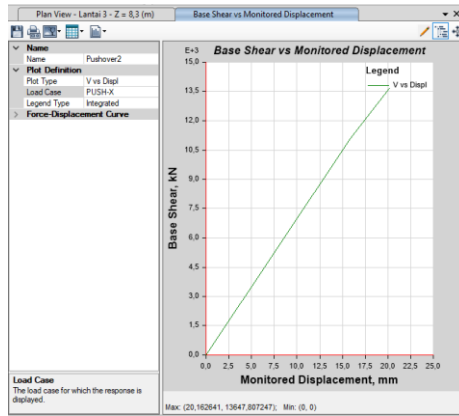
### 3.4 Analisa Pushover

#### 3.4.1 Hasil Analisa Kinerja Gedung SNI 1726:2012 Dengan Pushover Analysis

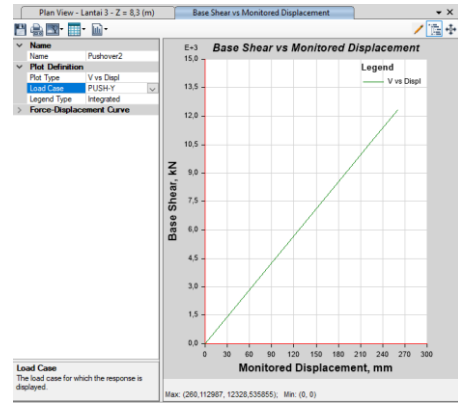
##### ▪ Kurva Kapasitas

Berikut merupakan hasil kurva kapasitas :





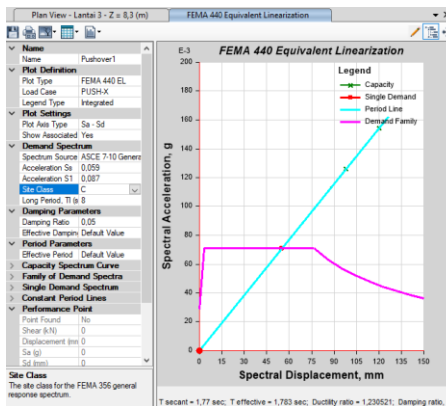
Gambar 5. Kurva kapasitas-X



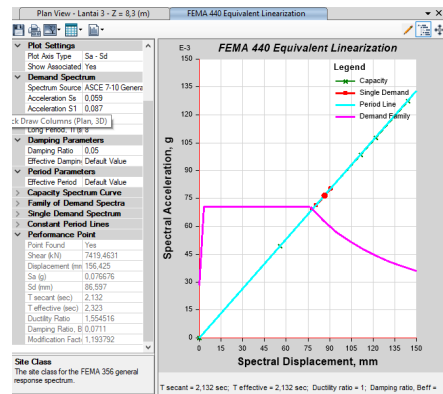
Gambar 6. Kurva kapasitas-Y

- Dari 2 kurva kapasitas diatas berdasarkan SNI 1726:2012 untuk arah X terdapat 2 *step* pola beban sampai struktur mengalami keruntuhan dengan nilai *displacement maks* sebesar 20,163 mm dan *base force* (gaya lateral) sebesar 13.647,8 kN. Sedangkan untuk arah Y terdapat 4 *step* pola beban sampai struktur mengalami keruntuhan, dengan nilai *displacement maks* sebesar 260,113 mm dan *base force* (gaya lateral) sebesar 12.328,5 kN.

▪ Hasil Evaluasi Kinerja Struktur Dengan FEMA 440



Gambar 7. Calculated value kurva kapasitas FEMA-440 arah X



Gambar 8. Calculated value kurva kapasitas FEMA-440 arah Y

• **Perhitungan arah-X**

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,098}{1,783} = 0,05496 \text{ g}$$

Target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,05496 \frac{1,783^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,04993 \text{ m}$$

$$\text{Drif ratio} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,04993}{50,3} = 0,00099$$

• **Perhitungan arah-Y**

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,098}{2,323} = 0,04219 \text{ g}$$

Target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,04219 \frac{2,323^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,0679 \text{ m}$$

$$\text{Drif ratio} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,0679}{50,3} = 0,00135$$

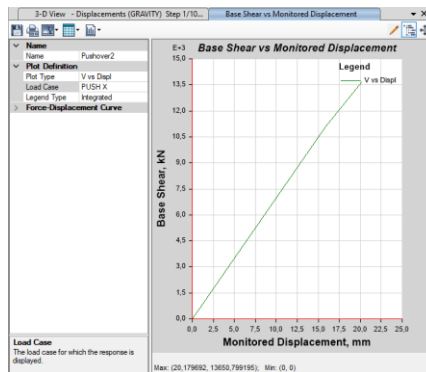
**Tabel 10.** Rekapitulasi kinerja struktur FEMA-440

FEMA 440	Sa	Te	Co	C1	C2	C3	Performance level
Arah-x	0,05496	1,783	1,15	1	1	1	IO
Arah-y	0,04219	2,323	1,2	1	1	1	IO

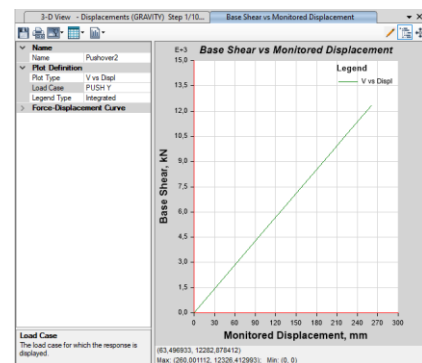
➤ Berdasarkan FEMA-440 pada kedua arah yang ditinjau, untuk *Performance Levels* didapatkan *Immediate Occupancy (IO)*.

**3.4.2 Hasil Analisa Kinerja Gedung SNI 1726:2019 Dengan Pushover Analysis**

▪ **Kurva Kapasitas**



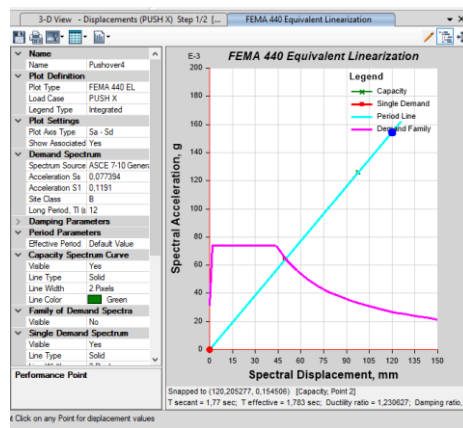
**Gambar 9.** Kurva kapasitas-X (SNI 1726:2019)



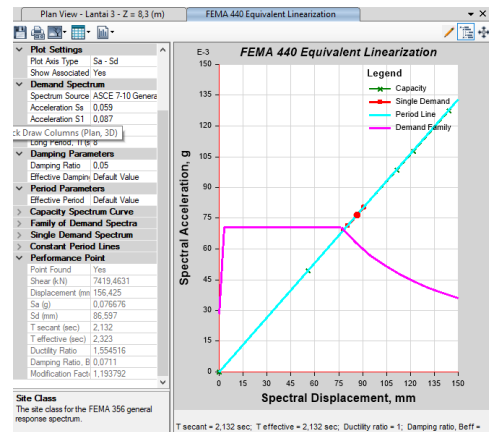
**Gambar 10.** Kurva kapasitas-Y (SNI 1726:2019)

➤ Dari 2 kurva kapasitas diatas berdasarkan SNI 1726-2019 untuk arah X terdapat 2 *step* pola beban sampai struktur mengalami keruntuhan dengan nilai *displacement maks* sebesar 20,18 mm dan *base force* (gaya lateral) sebesar 13.650,8 kN. Sedangkan untuk arah Y terdapat 4 *step* pola beban sampai struktur mengalami keruntuhan, dengan nilai *displacement maks* sebesar 260 mm dan *base force* (gaya lateral) sebesar 12.328,4 kN.

▪ **Hasil Evaluasi Kinerja Struktur Dengan FEMA 440**



**Gambar 11.** Calculated value kurva kapasitas FEMA-440 arah X



**Gambar 12.** Calculated value kurva kapasitas FEMA-440 arah Y

### • Perhitungan arah-X

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,119100}{1,783} = 0,06679 \text{ g}$$

Target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,06679 \frac{1,783^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,0633 \text{ m}$$

$$\text{Drif ratio} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,0633}{50,3} = 0,00126$$

### • Perhitungan arah-Y

$$S_a = \frac{SD_1}{T_e} = \frac{0,119100}{2,17} = 0,05488 \text{ g}$$

Target perpindahan :

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

$$\delta_T = 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,05488 \frac{2,17^2}{4\pi^2} \times 9,81$$

$$\delta_T = 0,0770 \text{ m}$$

$$\text{Drif ratio} = \frac{\delta_T}{H_{Total}} = \frac{0,0770}{50,3} = 0,00153$$

**Tabel 11.** Rekapitulasi kinerja struktur FEMA-440

FEMA 440	Sa	Te	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	Performance level
Arah-x	0,06679	1,783	1,2	1	1	1	IO
Arah-y	0,05488	2,17	1,2	1	1	1	IO

- Berdasarkan FEMA-440 pada kedua arah yang ditinjau, sesuai SNI 1726:2019 untuk *Performance Levels* didapatkan *Immediate Occupancy (IO)*.

## 4. KESIMPULAN

1. Pada hasil Analisa struktur penampang seluruh struktur dikategorikan aman atau memenuhi persyaratan sesuai dengan persyaratn SNI beton bertulang 2847-2013 dan SNI 2847-2019. Dengan gaya dalam untuk balok mengalami peningkatan untuk tulangan lentur 2,3-16%, geser 6%, dan torsi 0,14-35%. Dan untuk kolom sebesar 7-24%. Penampang masih memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.
2. Pada Analisa perilaku struktur, simpangan antar lantai (*drift story*) tingkat desain ( $\Delta$ ) semua tingkat maksimum untuk arah X,Y mendapatkan hasil lebih kecil dan kurang dari 0,01 atau telah memenuhi syarat.

3. Level kinerja gedung Politeknik Negeri Batam dengan menggunakan metode *pushover* berdasarkan FEMA-440 untuk kedua standar kegunaan yang digunakan didapatkan hasil *Immediate Occupancy*, dimana struktur saat menerima beban gempa resiko terjadinya kerusakan kecil.

## 5. REFERENSI

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (2018). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2018)*. Jakarta: BSN.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)*. Jakarta: BSN.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2019)*. Jakarta: BSN.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012)*. Jakarta: BSN.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2019)*. Jakarta: BSN
- [6] FEMA-356. (2000). *Prestandard and Commentary For The Seismic Rehabilitation Of Buildings*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- [7] FEMA-440. (2005). *"Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures"*. Washington, D.C: Federal Emergency Management Agency.
- [8] Lesmana, Y. (2020). *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2019 Edisi Pertama*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- [9] Lesmana, Y. (2019). *Konsep dan Desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Beton Bertulang Tahan Gempa Berdasarkan SNI 2847:2013 & SNI 1726:2012*. Yogyakarta: Deepublish .
- [10] Vicky, R., Endah, W., & Data, I. (2014). Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Dengan Pushover Analysis Akibat Gempa Padang. *Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi 10 Nopember*.