
Analisa Perbandingan Kinerja Gedung Struktur Beton Bertulang 9 Lantai Dengan SNI 03-1726-2012 Dan SNI 03-1726-2019 Menggunakan Metode Pushover

Ahmad Ainur Rohman

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Retno Trimurtiningrum.,ST.,MT.

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ir. Gede Sarya, MT.

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-mail: ahmadainurrohman5@gmail.com

ABSTRAK

*Indonesia merupakan negara yang berada pada wilayah gempa yang sangat sering mengalami bencana gempa. Bencana gempa pasti akan selalu merenggut banyak korban jiwa, seperti misalnya saat gempa melanda Aceh tahun 2004, yang tercatat ada ribuan korban jiwa akibat gempa bumi, dan banyak kerugian dari segi materi. Sejak diterbitkannya SNI 03-1726-2002, SNI gempa telah mengalami banyak perubahan dari waktu ke waktu. Indonesia juga telah mengalami beberapa kejadian gempa yang amat besar, yang melebihi besaran dari sebelumnya, namun standar tersebut telah di revisi dan mengalami banyak perubahan yang mendasar pada SNI gempa 2012. Pada perencanaan gedung lahir sebuah konsep baru untuk perencanaan yang tahan terhadap gempa, yaitu *Performance Based Design* atau perencanaan berbasis kinerja yang terfokus pada keamanan, deformasi, dan memenuhi syarat tingkat kinerjanya.*

*Dari hasil Analisa beban dorong didapatkan hasil level kinerja struktur Gedung termasuk kategori IO (*Immediate Occupancy*) dengan nilai drift maksimum sebesar 0,0000365 m untuk arah x SNI 03-1726-2019 dan 0,00002939 m untuk arah y, dan 0,0000613 m untuk arah x SNI 03-1726-2012 dan 0,0000677 m untuk arah yang termasuk dalam kategori *Immediate Occupancy*.*

Kata Kunci: *Gempa Bumi, Performance Based Design, Kinerja Struktur*

ABSTRACT

*Indonesia is a country that is in an earthquake area that has experienced an earthquake. Earthquake disasters will always claim many lives, such as when the earthquake hit Aceh in 2004, which recorded casualties due to earthquakes, and many material losses. Since the issuance of SNI 03-1726-2002, earthquake SNI has undergone many changes from time to time. Indonesia has also experienced several very large earthquakes, which exceed the magnitude of the previous one, but these standards have been revised and have undergone many fundamental changes in the 2012 earthquake SNI. In building planning, a new concept was born for earthquake resistant planning, *Performance Based Design* based on planning, performance-based focused on safety, deformation, and meeting performance level requirements.*

*From the results of the analysis of the thrust load, the results of the building structure performance level are included in the IO (*Immediate Occupancy*) category with a maximum drift value of 0,0000365 m for the x direction SNI 03-1726-2019 and 0,00002939 m for the y direction, and 0,0000613 m for the x direction SNI 03-1726-2012 and 0,0000677 m for directions included in the category of *Immediate Occupancy*.*

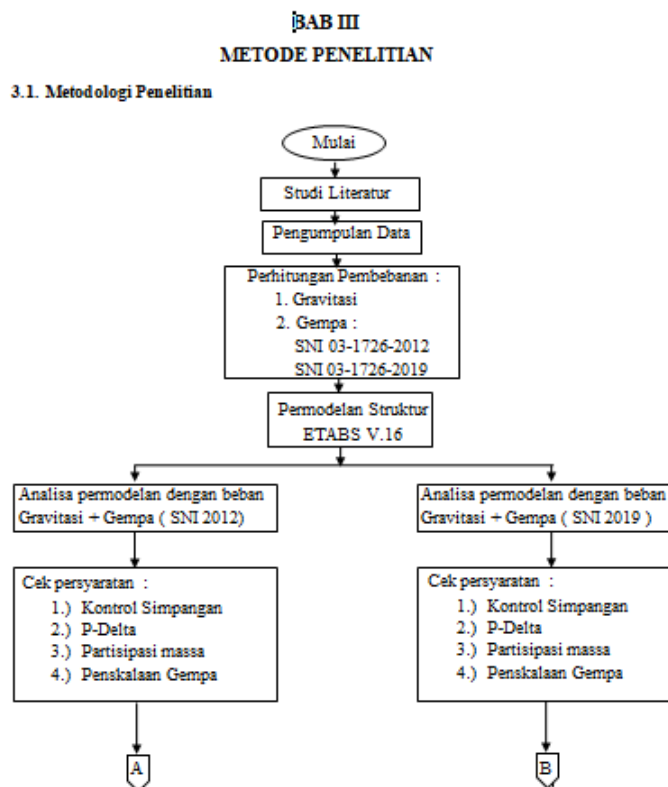
Keywords: *Earthquake, Performance Based Design, Structure Performance Level*

1. PENDAHULUAN

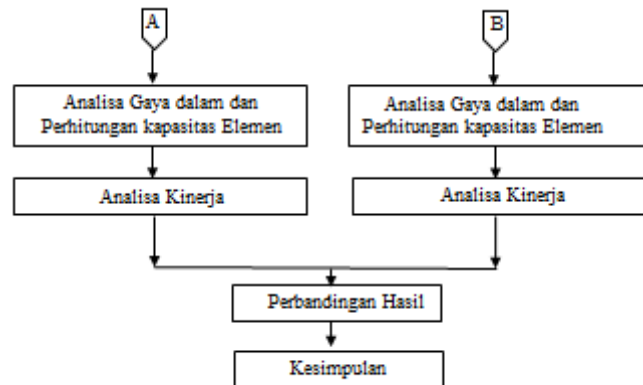
Indonesia merupakan negara yang berada pada wilayah gempa yang sangat sering mengalami bencana gempa. Bencana gempa pasti akan selalu merenggut banyak korban jiwa, seperti misalnya saat gempa melanda Aceh tahun 2004, yang tercatat ada ribuan korban jiwa akibat gempa bumi, dan banyak kerugian dari segi materi. Oleh karena itu perlunya membuat perencanaan untuk gedung dan non gedung yang tahan guncangan gempa, untuk meminimalisir kerugian harta, benda, dan juga korban jiwa. Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja sebagai pengembangan dari konsep PBSB merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang [1]. *Static Nonlinear Pushover Analysis* adalah sebuah analisis yang dapat mengetahui perilaku keruntuhan sebuah struktur bangunan terhadap gempa. Konsep dari analisis ini adalah memberikan suatu pola beban static terhadap bangunan secara bertahap sampai memenuhi target perpindahan lateral yang direncanakan pada suatu titik yang terdapat di pusat massa atap. Konsep geometric nonlinearity memperhitungkan distribusi gaya terhadap elemen-elemen struktur. Gaya-gaya aksial dalam elemen akibat beban akan diperhitungkan dalam analisis nonlinear, sehingga dapat memperlihatkan perilaku struktur sesungguhnya terhadap beban [2],

2. METODE PENELITIAN

Berikut di bawah ini adalah alur diagram alir :



Gambar 1a Diagram Alir

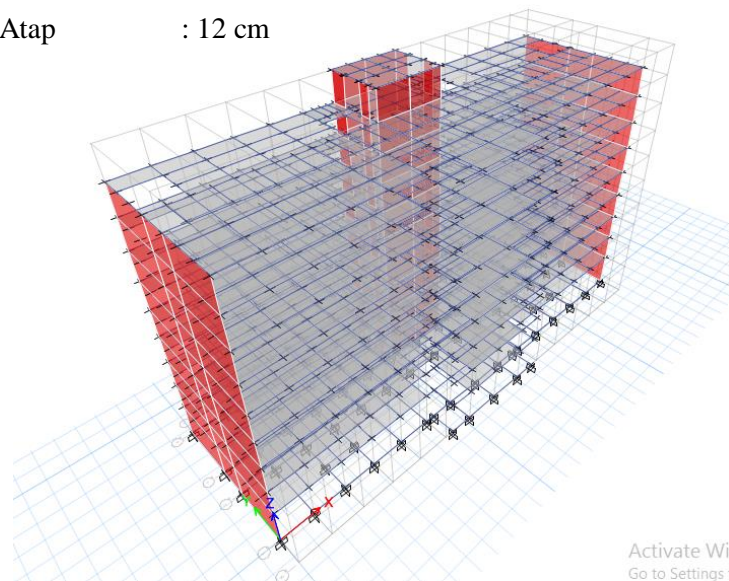


Gambar 1b Diagram Alir (lanjutan)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Gedung

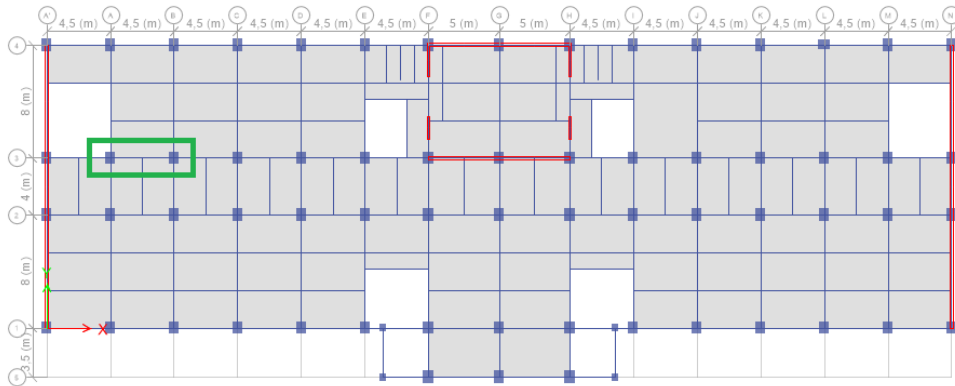
Fungsi Bangunan	: Gedung Ssekolah
Tinggi Bangunan	: 41 m
Tinggi Lantai 1	: 4,5 m
Tininggi Lantai 2-Atap	: 4 m
Jumlah Lantai	: 9 Lantai
Lokasi	: Malang
Sistem Struktur	: Dual System
Maaterial	: Betoain Bertulang
Mutu Beton (f_c')	: 30 Mpa
Mutu Baja (f_y)	: 400 Mpa
Tebal Pelat Lantai	: 12 cm
Tebal Pelat Atap	: 12 cm



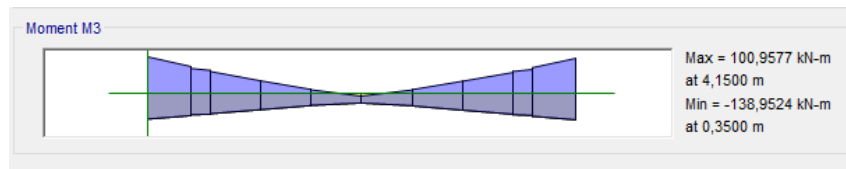
Gambar 2 Permodelan Struktur *ETABS*

3.2 Gaya Dalam Hasil Analisa SNI 03-1726-2019

1) Untuk balok

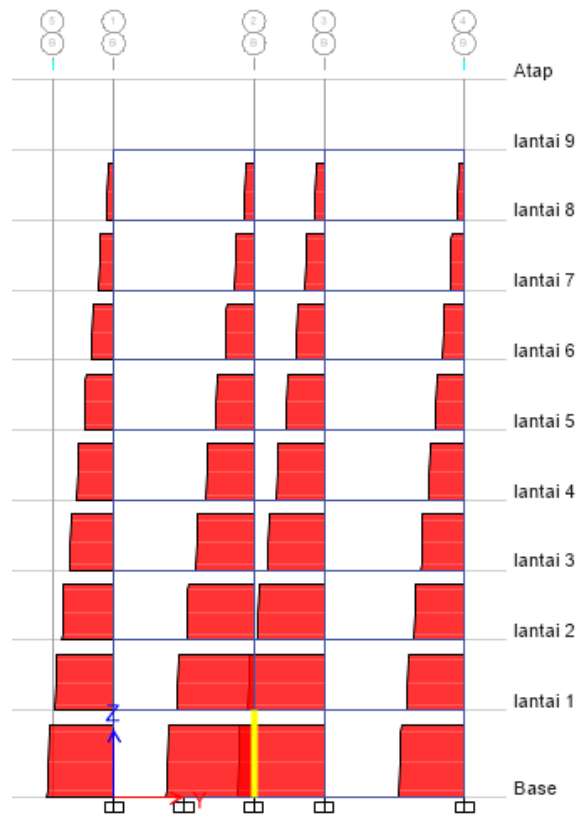


Gambar 3 Balok yang ditinjau

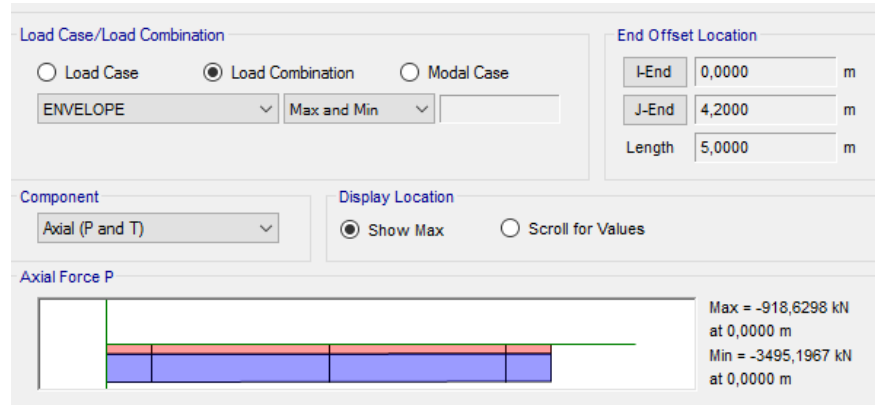


Gambar 4 Momen balok B61

2) Untuk Kolom



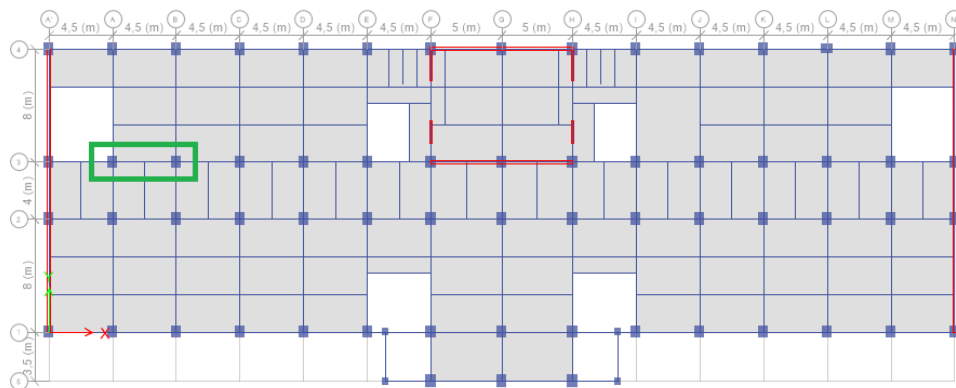
Gambar 5 Kolom c10 yang di tinjau



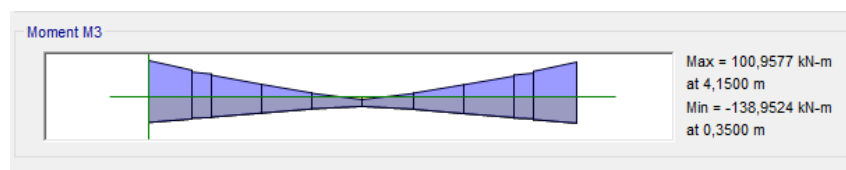
Gambar 5 Aksial Momen Kolom c10

3.3 Gaya Dalam Hasil Analisa SNI 03-1726-2012

1.) Untuk Balok

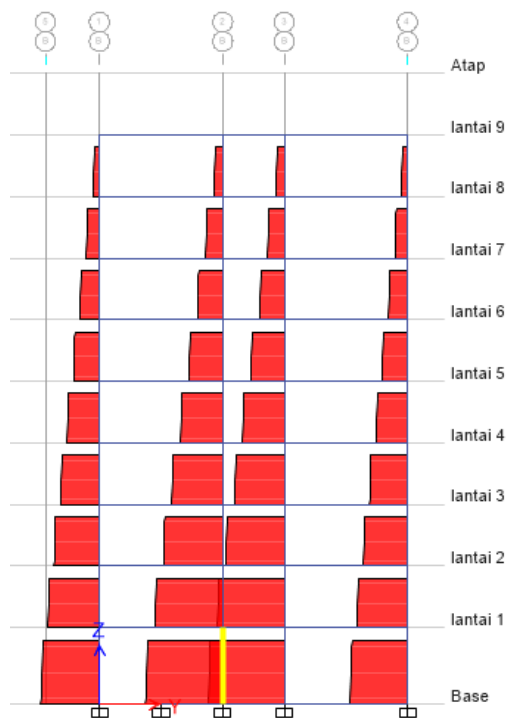


Gambar 6 Balok yang ditinjau

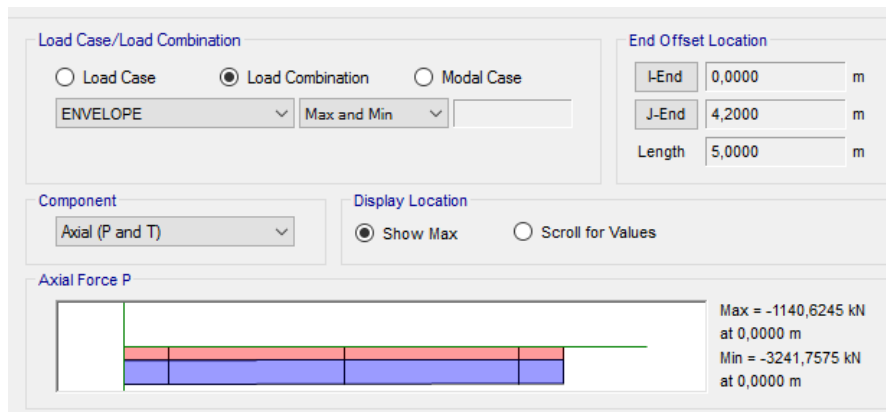


Gambar 7 Momen balok B61

2.) Untuk Kolom



Gambar 8 Momen balok B61



Gambar 9 Aksial Momen Momen kolom c10

3.4 Kontrol Simpangan Antar Lantai, SNI 03-1726-2019

Simpangan antar lantai pada gedung tidak boleh melebihi simpangan yang diijinkan (Δ_{ijin}) [3],

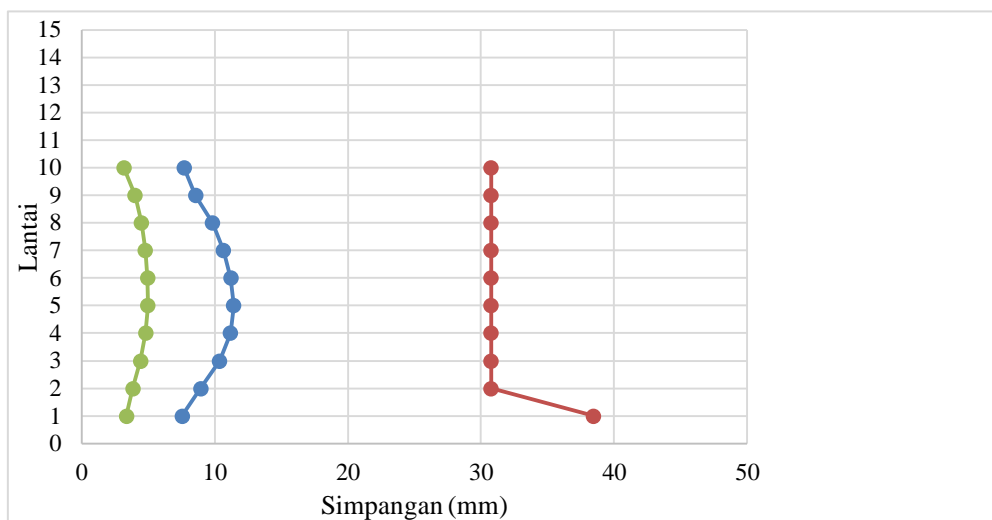
Tabel 2 Kontrol Simpangan Gempa Arah x-x

STORY	ELEVASI h	ARAH X	ARAH Y	Δ_e	Δ_{xe}	Δ_x	Δ_{ijin}	CEK
10	4000	32,244	0,008	32,244	2,557999	9,379329	30,679	OK
9	4000	29,686	0,011	29,686	2,836001	10,39867	30,679	OK
8	4000	26,85	0,009	26,85	3,258	11,946	30,679	OK
7	4000	23,592	0,009	23,592	3,525	12,925	30,679	OK
6	4000	20,067	0,007	20,067	3,714	13,618	30,679	OK
5	4000	16,353	0,006	16,353	3,78	13,86	30,679	OK
4	4000	12,573	0,005	12,573	3,695	13,54834	30,679	OK
3	4000	8,878	0,003	8,878001	3,425	12,55833	30,679	OK
2	4000	5,453	0,002	5,453	2,957	10,84233	30,679	OK
1	5000	2,496	0,001	2,496	2,496	9,152001	38,46	OK

(Sumber : kajian penulis, 2020)

Tabel 3 Kontrol Simpangan Gempa Arah y-y

STORY	ELEVASIh	ARAH X	ARAH Y	Δe	Δxe	Δx	$\Delta ijin$	CEK
10	4000	0,02	14,236	14,23601	1,054009	3,864701	30,679	OK
9	4000	0,011	13,182	13,182	1,337	4,902335	30,679	OK
8	4000	0,01	11,845	11,845	1,493	5,474334	30,679	OK
7	4000	0,009	10,352	10,352	1,593001	5,841004	30,679	OK
6	4000	0,007	8,759	8,759003	1,65	6,050001	30,679	OK
5	4000	0,006	7,109	7,109003	1,654	6,064668	30,679	OK
4	4000	0,005	5,455	5,455002	1,596001	5,852004	30,679	OK
3	4000	0,003	3,859	3,859001	1,47	5,390001	30,679	OK
2	4000	0,002	2,389	2,389001	1,282	4,700668	30,679	OK
1	5000	0,001	1,107	1,107	1,107	4,059002	38,46	OK

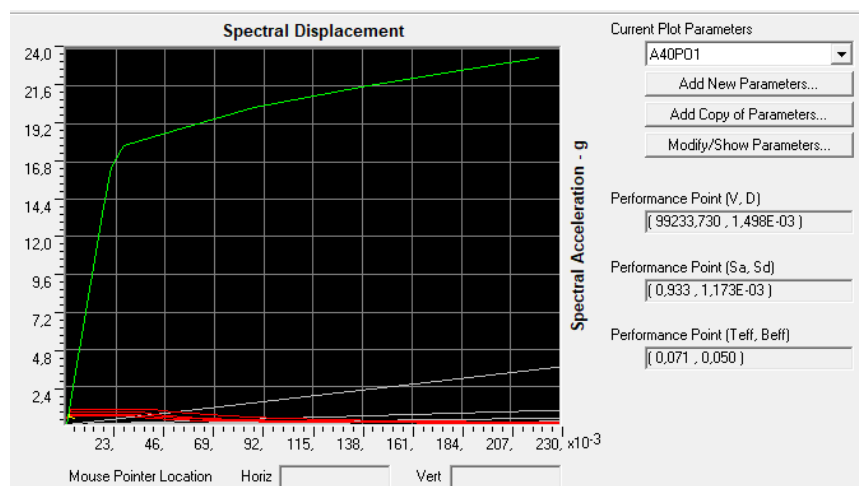


Gambar 10 Grafik simpangan x dan y

3.5 Analisa PushOver, SNI 03-1726-2019

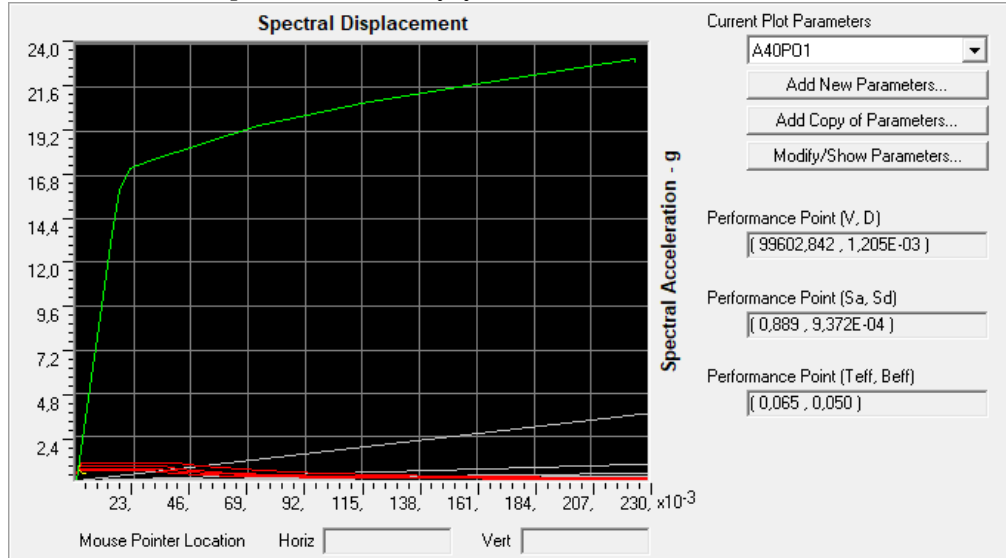
Hasil output *PushOver* menggunakan program bantu *SAP2000* untuk arah x-x menghasilkan beban dorong hingga mencapai batas plastis sampai struktur mengalami keruntuhan. Berikut adalah kurva hubungan *base shear* dan *displacement* dari *SAP2000*.

➤ *Base Shear* dan *Displacement* arah x-x



Gambar 11 Base Shear dan Displacement arah x-x

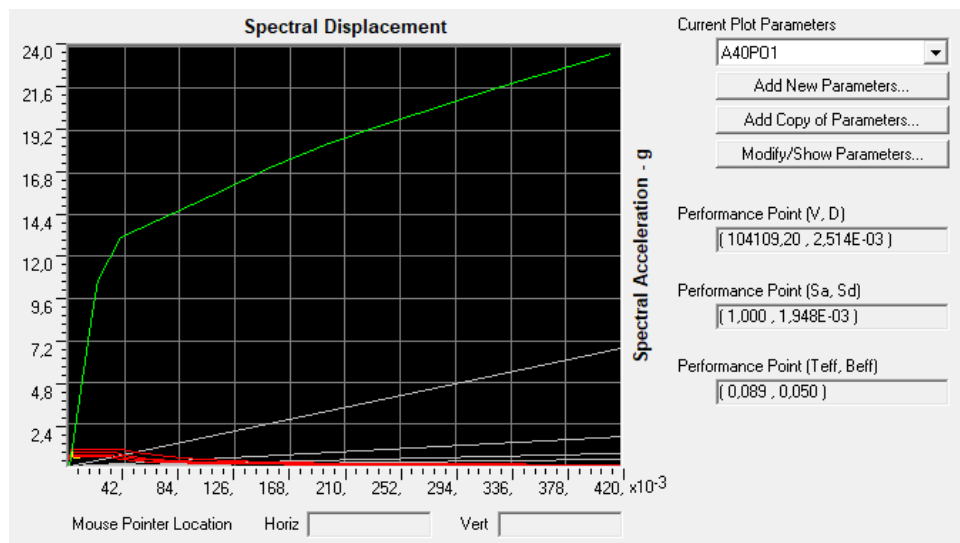
➤ Base Shear dan Displacement arah y-y



Gambar 11 Base Shear dan Displacement arah y-y

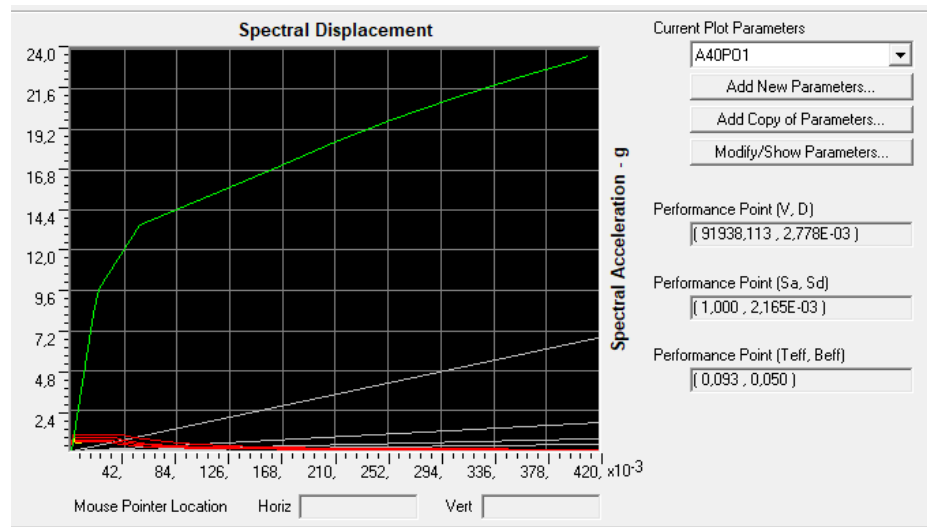
3.6 Analisa PushOver, SNI 03-1726-2012

➤ Base Shear dan Displacement arah x-x



Gambar 12 Base Shear dan Displacement arah x-x

➤ *Base Shear dan Displacement* arah y-y



Gambar 13 *Base Shear dan Displacement* arah y-y

3.7 Level Kinerja Sstruktur, SNI 03-1726-2019

Untuk menentukan level kinerja struktur dilakukan evaluasi dengan melakukan perhitungan perbandingan tinggi total struktur dengan *Displacement* yang diperoleh dari *Performance Point*, dengan tinggi struktur = 41 meter.

- Arah x-x = $0,001498 / 41 = 0,0000365.....$ (*Immediate Occupancy*)
- Arah y-y = $0,001205 / 41 = 0,00002939.....$ (*Immediate Occupancy*)

3.8 Level Kinerja Sstruktur, SNI 03-1726-2012

Untuk menentukan level kinerja struktur dilakukan evaluasi dengan melakukan perhitungan perbandingan tinggi total struktur dengan *Displacement* yang diperoleh dari *Performance Point*, dengan tinggi struktur = 41 meter.

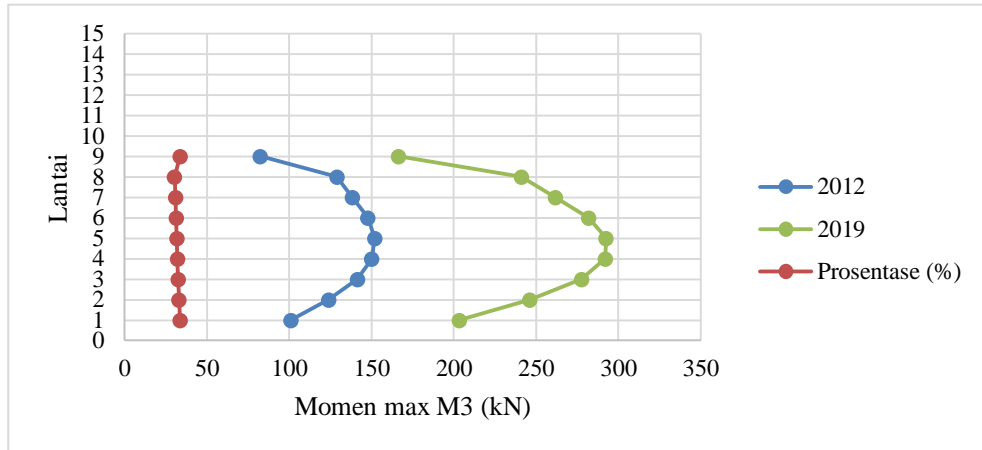
- Arah x-x = $0,002514 / 41 = 0,0000613.....$ (*Immediate Occupancy*)
- Arah y-y = $0,002778 / 41 = 0,0000677.....$ (*Immediate Occupancy*)

3.9 Hasil perbandingan analisa

1.) Gaya dalam pada balok B61

Tabel 4 Perbedaan gaya dalam dan prosentase momen B61

Balok B61				
Momen M3 Max (kN.m)				
Lantai	2019	2012	Selisih	Prosentase
1	203,2078	100,9577	102,2501	33,6166
2	246,2878	123,9041	122,3837	33,059529
3	277,7109	141,3841	136,3268	32,528854
4	292,084	150,2442	141,8398	32,066642
5	292,672	151,9873	140,6847	31,638763
6	282,0091	147,7546	134,2545	31,239144
7	261,6558	138,3826	123,2732	30,815342
8	241,0372	129,007	112,0302	30,274816
9	166,3508	82,4941	83,8567	33,69838

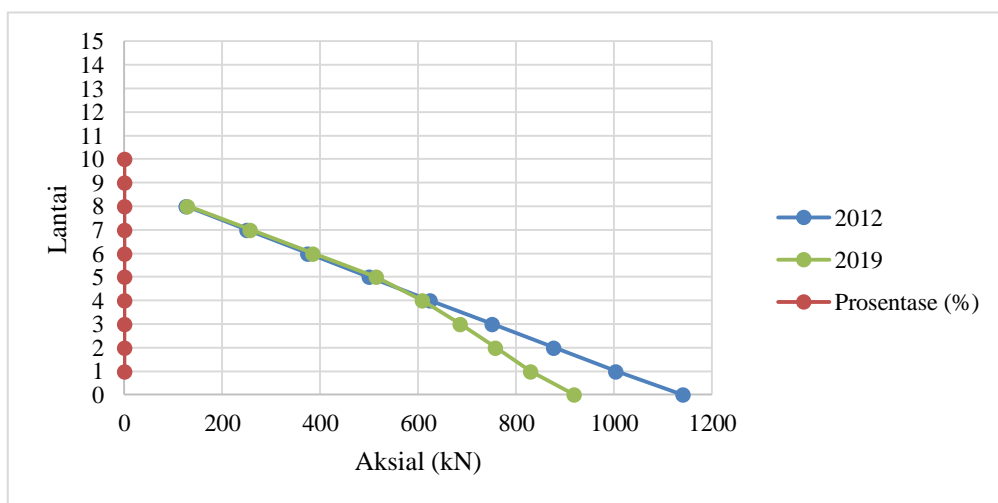


Gambar 14 Grafik perbandingan momen pada balok B61 SNI:2019 dan SNI:2012

2.) Gaya dalam pada kolom c10

Tabel 5 Perbedaan aksial momen pada kolom c10

KOLOM C10				
Pu max bawah (kN)				
Lantai	2019	2012	Selisih	Prosentase (%)
Base	918,6298	1140,6245	221,9947	10,78034413
1	829,2232	1003,8986	174,6754	9,528848547
2	757,6695	876,9535	119,284	7,297340121
3	685,4613	750,6235	65,1622	4,537489708
4	609,1862	624,8784	15,6922	1,271586593
5	513,8628	499,6175	14,2453	1,405582329
6	385,325	374,7671	10,5579	1,38902904
7	257,0484	250,134	6,9144	1,363296518
8	129,3452	126,0903	3,2549	1,274255145

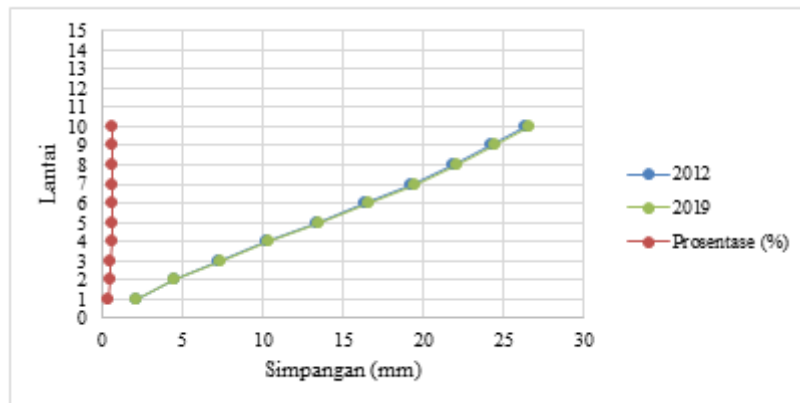


Gambar 15 Grafik perbandingan gaya dalam pada kolom c10 SNI:2019 dan SNI:2012

3.) Simpangan antar lantai

Tabel 6 Perbedaan simpangan arah x SNI:2019 dan SNI:2012

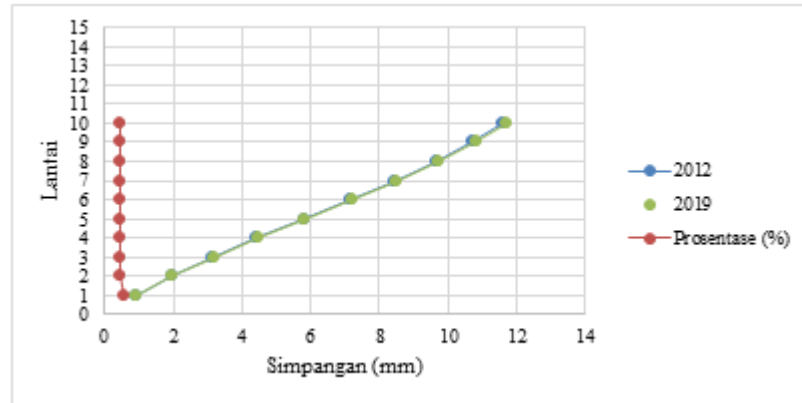
Simpangan Arah X				
Lantai	2012 (mm)	2019 (mm)	Selisih	Prosentase (%)
10	26,269	26,576	0,307	0,580944271
9	24,191	24,474	0,283	0,581526765
8	21,879	22,139	0,26	0,590667454
7	19,225	19,457	0,232	0,599762163
6	16,356	16,554	0,198	0,601640839
5	13,334	13,494	0,16	0,596391829
4	10,259	10,377	0,118	0,571816243
3	7,252	7,329	0,077	0,528084494
2	4,461	4,503	0,042	0,46854083
1	2,047	2,061	0,014	0,340798442



Gambar 16 Grafik perbandingan simpangan arah x SNI:2019 dan SNI:2012

Tabel 7 Perbedaan simpangan arah y SNI:2019 dan SNI:2012

Simpangan Arah Y				
Lantai	2012 (mm)	2019 (mm)	Selisih	Prosentase (%)
10	11,582	11,688	0,106	0,455522131
9	10,725	10,825	0,1	0,464037123
8	9,637	9,729	0,092	0,475059382
7	8,423	8,504	0,081	0,478525433
6	7,128	7,197	0,069	0,481675393
5	5,787	5,843	0,056	0,481513328
4	4,444	4,485	0,041	0,459177959
3	3,147	3,175	0,028	0,442897817
2	1,951	1,968	0,017	0,433784129
1	0,906	0,916	0,01	0,54884742



Gambar 17 Grafik perbandingan simpangan arah y SNI:2019 dan SNI:2012

4.) *Base Shear dan Displacement*

Tabel 8 Perbedaan *Base Shear dan Displacement* SNI:2019 dan SNI:2012

Arah	2019		2012	
	Base Shear (kg.m)	Target	Base Shear (kg.m)	Target
		Displacement (m)		Displacement (m)
X	99233,730	0,001498	104109,20	0,002514
Y	99602,842	0,001205	91938,113	0,002778

Tabel 9 Selisih dan prosentase *Base Shear dan Displacement* SNI:2019 dan SNI:2012

Selisih		Prosentase (%)	
Base Shear (kg.m)	Displacement (m)	Base Shear (kg.m)	Displacement (m)
4875,47	0,001	2,39765897	24,9252243
7664,729	0,001573	4,00161365	39,4928446

5.) Perbandingan Level Kinerja Struktur SNI:2019 dan SNI:2012

- Hasil analisa *PushOver* 2012 masing-masing arah x dan y
Arah x-x = $0,002514 / 41 = 0,0000613$ (*Immediate Occupancy*)
Arah y-y = $0,002778 / 41 = 0,0000677$(*Immediate Occupancy*)
- Hasil analisa *PushOver* 2019 masing-masing arah x dan y
Arah x-x = $0,001498 / 41 = 0,0000365$ (*Immediate Occupancy*)
Arah y-y = $0,001205 / 41 = 0,00002939$(*Immediate Occupancy*)

Tabel 10 Perbandingan Level Kinerja Struktur SNI:2019 dan SNI:2012

Arah	2019	2012
X	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Immediate Occupancy</i>
Y	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Immediate Occupancy</i>

4 KESIMPULAN

- Pada hasil perbandingan analisa elemen struktur primer SNI 03-1726-2019 dengan SNI 03-1726-2012, didapatkan gaya dalam untuk balok dan kolom. Untuk balok hasil analisa SNI 03-1726-2019 mengalami peningkatan besaran momen sebesar 30-33 % di setiap lantainya dari SNI 03-1726-2012. Dan untuk perbandingan besar aksial momen pada kolom SNI 03-1726-2012 nilai nya lebih besar dari kolom analisa SNI 03-1726-2019 di lantai dasar hingga 4 selisihnya di rentang 1-10 %, dan di lantai 5-8 nilai aksial momen SNI 03-1726-2019 lebih besar dari SNI 03-1726-2012 di rentang 1 % saja.
- Pada hasil perbandingan besar nilai simpangan, masing-masing simpangan arah x dan y, SNI 03-1726-2019 lebih besar dari simpangan SNI 03-1726-2012, selisih nya berada di rentang 0,3-0,5 % untuk arah x dan 0,4-0,5 % untuk arah y.
- Pada perbandingan *Base Shear* dan *Target Displacement*, untuk arah x menunjukkan jika nilai *Base Shear* SNI:1726 2012 lebih besar dari SNI:1726 2019 dan untuk arah y nilai *Base Shear* SNI:1726 2019 lebih bear dari SNI:1726 2012. Sedangkan untuk *Displacement* arah x dan y menunjukkan jika nilai *Displacement* SNI:1726 2012 lebih besar dari SNI:1726 2019.
- Dari hasil perbandingan level kinerja SNI 03-1726-2019 dan SNI 03-1726-2012 hasil analisa *pushover analysis*, gedung memiliki level kinerja yang sama untuk masing-masing arah x dan y, yaitu *Immediate Occupancy*

5 REFERENSI

- [1] Dewobroto, W. (2005). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover*.
- [2] Manurung Rido Jonathan Fernandes, Ari Wibowo, Sugeng P. Budio. 2017. “*Static Nonlinear PushOver Analysis Untuk Performance Based Design Pada Gedung Pascasarjana Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada*”
- [3] SNI 03-1726-2019. “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Dan Struktur Lain.”