

PERBANDINGAN STRUKTUR GEDUNG PERKANTORAN BPR DELTA ARTHA DENGAN DESAIN BEBAN GEMPA STATIS DAN DINAMIS BERDASARKAN SNI 1729-2020

Mohammad Ghazi ^[1], Achmad Ifani Rizaldhy ^[2]

^[1] Universitas Bhayangkara Surabaya, Prodi T. Sipil

^[2] Universitas Bhayangkara Surabaya, Mahasiswa Prodi T. Sipil

e-mail: ^[1]mghazi@ubhara.ac.id, ^[2]achifanirizaldhy20@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to build an office building using a steel main structure which has 6 floors that function as office space. This building is in a facility including risk category II. Based on earthquake calculations, this building area is included in the Seismic Design Category (KDS) D which has a height of 24 m. For building structure planning using SAP 2000v14 software analysis. With the method of analysis of static earthquake loads and dynamic earthquake loads. Structural planning refers to SNI 1729:2020 concerning specifications for steel structure buildings, SNI 1727:2020 concerning references for calculating loading, and SNI 1726:2019 concerning earthquake resistant planning. The results of the planning are for comparison of static and dynamic seismic load design structures. Based on the results of the discussion it can be concluded in the form of a comparison of the forces in the beams for each floor due to dynamic earthquake loads that are 29% greater and the forces in the columns are 23% compared to the forces in the beams and columns caused by static earthquake loads. Comparison of the weight of the main structure due to dynamic earthquake loads is heavier than static earthquake loads with a difference of 17%.

Keywords: Dynamic Earthquake, Static Earthquake, structure comparison, SNI 1729:2020.

ABSTRAK

Riset ini bertujuan untuk bangunan gedung perkantoran menggunakan struktur utama baja yang memiliki 6 lantai yang difungsikan sebagai ruang perkantoran. Bangunan ini merupakan dalam fasilitas termasuk kategori resiko II. Berdasarkan perhitungan gempa, wilayah bangunan ini termasuk dalam Kategori Desain Seismic (KDS) D yang memiliki tinggi 24 m. Untuk perencanaan struktur gedung menggunakan analisa software SAP 2000v14. Dengan metode analisis beban gempa statis dan beban gempa dinamis. Pada perencanaan struktur mengacu pada SNI 1729:2020 tentang spesifikasi Untuk Bangunan Gedung struktur baja, SNI 1727:2020 tentang acuan perhitungan pembebanan, dan SNI 1726:2019 tentang perencanaan tahan gempa. Hasil dari perencanaan tersebut untuk perbandingan struktur desain beban gempa statis dan dinamis. Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan berupa perbandingan gaya dalam Gaya dalam balok tiap lantai akibat beban gempa Dinamis lebih besar 29% dan gaya dalam kolom sebesar 23% dibandingkan dengan gaya dalam balok dan kolom yang diakibatkan beban gempa statis. Perbandingan berat struktur utama akibat beban gempa dinamis lebih berat dari beban gempa statis dengan selisih sebesar 17 %.

Kata kunci: Gempa Dinamis, Gempa Statis, Perbandingan Struktur, SNI 1729:2020.

1. PENDAHULUAN

Keterbatasan ketersediaan lahan memaksa owner membangun gedung bertingkat untuk meningkatkan kapasitas ruang perkantoran. Pada struktur bangunan tinggi (highrise building) hingga gedung pencakar langit (sky scraper), semakin tinggi bangunan maka semakin besar pula simpangan yang terjadi pada setiap element struktur, terutama akibat beban gempa atau angin yang diterima oleh bangunan tersebut (Agus Suganda, 2018). Dimana secara geografis, Indonesia terletak diantara dua lempeng dunia yang aktif. Indonesia merupakan negara rawan gempa yang intensitasnya sering terjadi, karena ketidak pastian arah dan beban gaya gempa yang terjadi pada struktur membuat para peneliti

mengemukakan metode analisis beban gempa yaitu analisis statis dan analisis dinamis. (Suwarno, 2013).

Program analisis struktur SAP2000 adalah alat analisis elemen hingga yang terkenal yang sudah digunakan untuk menganalisis dan memodelkan struktur. SAP2000 dapat memproses atau mengimpor input file dengan ekstensi MDB, XLS, TXT dan SDB. SAP2000 juga dapat mengeksport hasil analisis dan desain ke file ekstensi XLS, TXT dan SD Setelah file input dibuka, SAP2000 akan menjalankan analisis, menyimpan hasilnya dan desain semua anggota (CSI, 2000a,b; Ghozi & Budiati, 2016). Dari file keluaran, kita bisa mendapatkan data yang diperlukan seperti frame stres dan perpindahan sendi sebagai indikator untuk kriteria penerimaan (Ghozi, M., 2014) .

Proses optimasi dilakukan melalui model struktur baja 2D 6 lantai menggunakan SAP2000 v14. Metode analisis gempa yang dilakukan dalam desain struktur gedung ini menggunakan analisis beban gempa statis dan beban gempa dinamis. Tujuan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan gaya dalam struktur dari kedua analisis beban gempa tersebut, pemodelan struktur menggunakan beban gempa statis ekuivalen untuk kategori gedung yang beraturan dari segi horizontal maupun vertikal. Analisis beban gempa dinamis juga dilakukan pada pemodelan tersebut untuk mengetahui masing-masing gaya dalam dari struktur kolom dan balok (T.F. Pratama, 2017).

Dari uraian diatas, maka gedung yang akan direncanakan dengan menggunakan perbandingan metode tersebut adalah gedung perkantoran BPR Delta Artha yang menggunakan perencanaan struktur baja yang memperhatikan aspek kegempaan untuk meminimalisir resiko kerugian yang disebabkan oleh gempa. Sehingga perlu adanya analisa-analisa khusus yang berhubungan dengan perencanaan struktur bangunan gedung untuk mendapatkan bangunan yang efisien, kokoh serta aman dengan melakukan perencanaan yang baik sesuai peraturan-peraturan yang berlaku.

Berdasarkan latar belakang tersebut, Penelitian terhadap struktur utama gedung perkantoran 6 lantai ini bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur dalam merespon suatu beban gempa statik dan beban gempa dinamik. Dengan mengacu pada SNI 1729:2020 tentang perencanaan struktur baja, SNI 1727:2020 tentang acuan perhitungan pembebanan, dan SNI 1726:2019 tentang perencanaan tahanan gempa. Sehingga diharapkan akan didapatkan perencanaan bangunan yang efisien, kuat, kokoh, aman, tahan lama, serta mendapatkan alternatif lain dalam perencanaan gedung ini.

Dengan demikian, maka dalam riset ini akan didapatkan : 1) Perbandingan gaya dalam dari struktur balok dan kolom dari analisis beban gempa statis dan beban gempa dinamis respon spektrum, 2) Perbandingan bobot struktur akibat beban gempa statis dengan beban gempa dinamis.

2. TEORI

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya getaran gempa. Secara umum terdapat dua metode dalam menganalisis beban gempa yaitu analisis statis dan analisis dinamis. Analisis statis merupakan metode analisis struktur dengan getaran gempa yang dimodelkan sebagai beban-beban horisontal statik yang bekerja pada pusat- pusat massa bangunan. Sedangkan Analisis dinamik adalah analisis struktur yang pembagian gaya geser gempa diseluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Untuk perhitungan struktur gedung perkantoran bpr delta artha dengan desain beban gempa statis dan dinamis ini mengacu pada: a) SNI 1726-2019 tentang “Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung“ , dan b) SNI 1729-2020 tentang “Spesifikasi untuk bangunan baja struktural“ , seta c) SNI 1727-2020 tentang “Beban Minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktural lain”.

Gaya geser seismik didefinisikan :

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

Cs = koefisien respons seismik

W = berat seismik efektif

Periode Getar Struktur dirumuskan sebagai :

$$T_a = C_t \times h_n \quad (2)$$

h_n = Ketinggian struktur

$C_{t,x}$ = Parameter pendekatan tipe struktur

Tabel 2.1 Parameter Periode Pendekatan C_t dan x (SNI 1727-2020).

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismic yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismic.		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0131	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Koefisien Respon Seismik

$$C_s = \frac{SD_s}{R/I_e} \quad (3)$$

$$C_{maks} = \frac{SD1}{T [R/I_e]} \quad (4)$$

$$C_{s \min} = 0,044 SD_s I_e \quad (5)$$

Dengan penjelasan : SD_s = parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang periode pendek; R = faktor modifikasi respons; I_e = faktor keutamaan gempa; $SD1$ = parameter percepatan spektrum respons desain pada periode sebesar 1,0 detik; T = periode fundamental struktur (detik); $S1$ = parameter percepatan spektrum respons maksimum.

Distribusi gaya gempa dirumuskan :

$$F_x = C_{vs} \cdot V \quad \text{dan} \quad C_{vx} = \frac{W_x \cdot h_k^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (6)$$

Dengan penjelasan : C_{vx} = faktor distribusi vertikal; V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur. w_i dan w_x = bagian berat seismic efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x ; h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m)
 k = eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut:

untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, $k = 1$

untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, $k = 2$

untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, $k = 2$ atau interpolasi linier antara 1 dan 2

Parameter Spektrum Respons Percepatan pada periode 0,2 detik dan 1 detik

$$SMS = F_a \times S_s \quad (7)$$

$$SM1 = F_v \times S1 \quad (8)$$

Parameter Percepatan Spektral Desain untuk periode 0,2 detik dan 1 detik (SDS) :

$$SDS = 2/3 \times SMS \quad (9)$$

$$SD1 = 2/3 \times SM1 \quad (10)$$

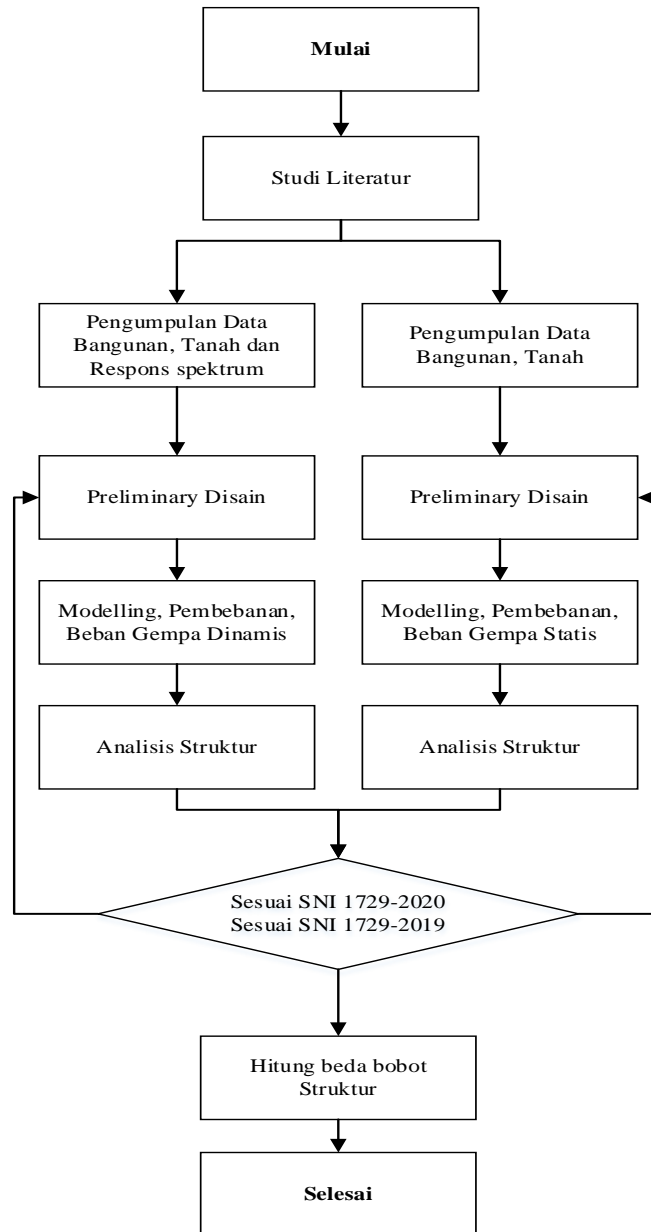
Membuat Respon Spektrum Gempa

$$T_0 = 0,2 \frac{SD_1}{SD_s} \text{ dan } T_s = 0,2 \frac{SD_1}{SD_s} \quad (11)$$

Simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin seperti didapatkan dari SNI 1726:2019 Tabel 11 untuk semua tingkat.

3. METODE PENELITIAN

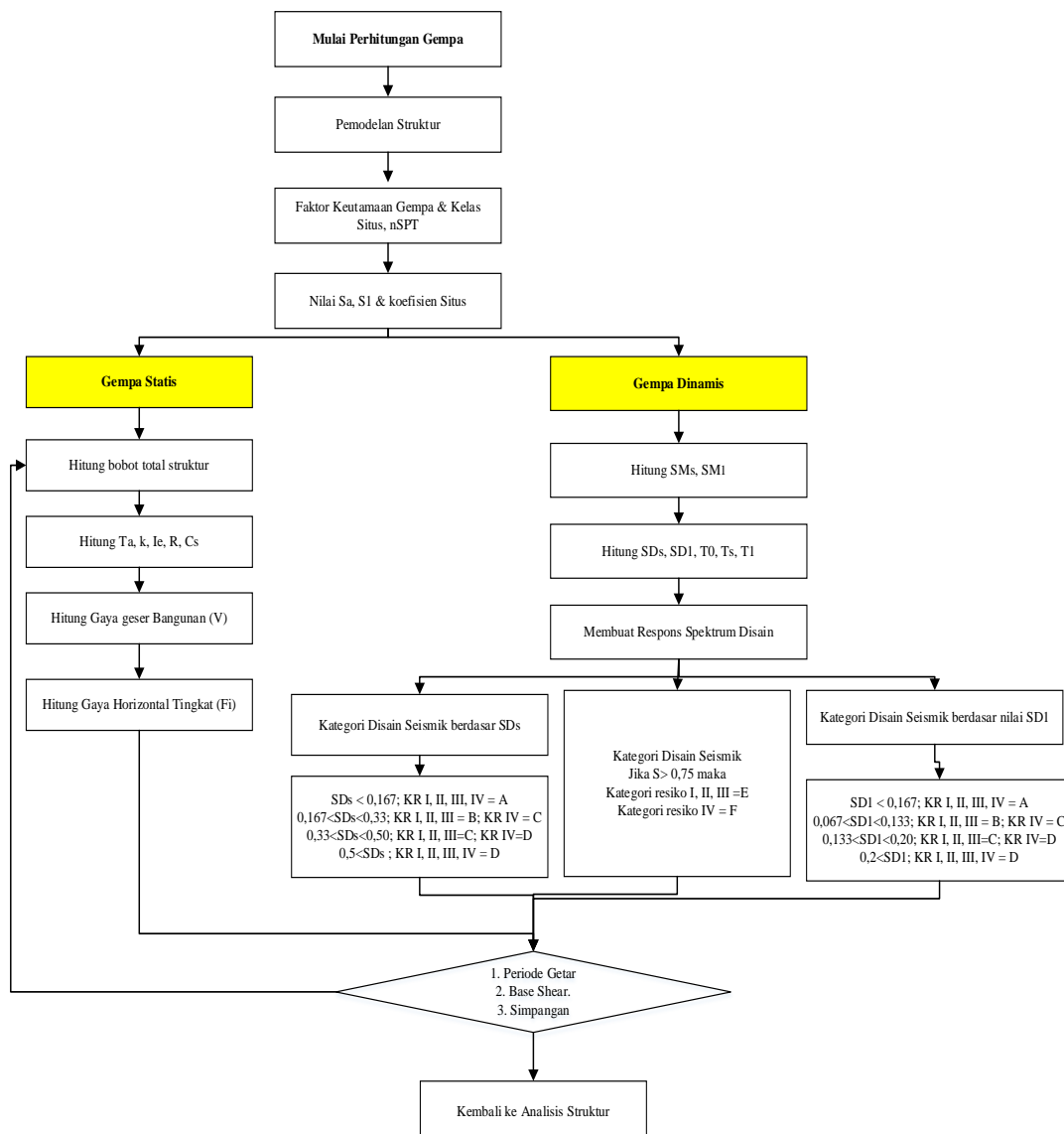
3.1 DIAGRAM ALIR



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan

3.2 DATA PERENCANAAN BANGUNAN

Nama gedung : BPR Delta Artha
 Lokasi : Jl. A. yani no.16 Sidoarjo
 Panjang / Lebar gedung : 21,6 m x 12 m
 Jumlah lantai : 6 Lantai
 Tinggi gedung : 24 m (6 lantai + atap)
 Tinggi antar lantai : 4 m
 Zona gempa : LS = -7.449252974510811,
 BT = 112.71793726327589
 Struktur utama : Struktur baja
 Pelat Lantai : Hollow Core Slab (HCS)
 Mutu beton f_c' : 30 MPa
 Mutu baja : Bj41 ($f_y=250\text{Mpa}, f_u=40\text{Mpa}$)



Gambar 5. Alir perhitungan gaya gempa Statis dan dinamis

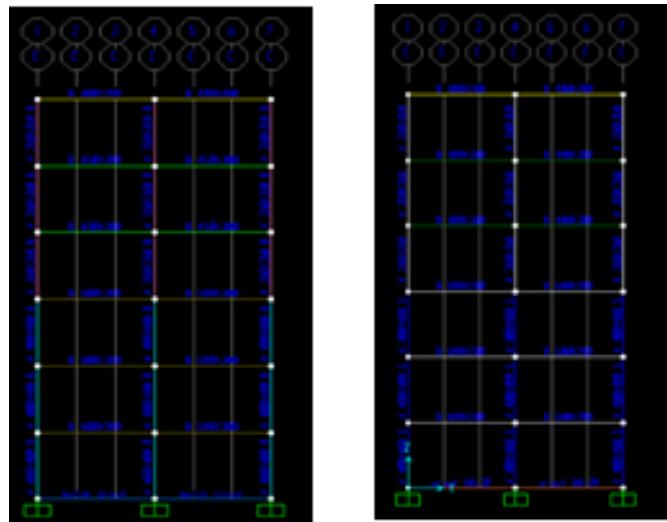
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PEMODELAN STRUKTUR

Pemodelan struktur 2D dengan software SAP2000 v14 hasilnya ditampilkan seperti yang terlihat pada Gambar 6 di bawah ini.

Desain Dinamis

Desain Statis



Gambar 6. Pemodelan struktur gedung pada SAP2000

Kombinasi pembebanan yang digunakan pada pemodelan struktur berdasarkan SNI 1726:2019 :

- a. 1,4 D
- b. 1,2 D + 1,6 L
- c. 1,2 D ± 1 E + L
- d. 0,9 D ± 1 E

Untuk struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik D,E,F, ρ harus sama dengan 1,3 sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.3.4.2.

Kombinasi dasar untuk desain kekuatan menurut SNI 1726:2019 Ps 7.4.2.

- e. $(1,2 + 0,2SDS)D \pm \rho QE + L$
 - f. $(0,9 - 0,2SDS)D \pm \rho QE$
- Dimana $SDS = 0,554$

Kombinasi yang digunakan pada pemodelan struktur akibat gempa dinamis

- 1,2D + 1 DX + 1 L
- 0,9D + 1 DX
- $(1,2 + 0,2SDS)D + \rho DX + 1,0L$
- 1,3108D + 1,3DX + 1L
- $(0,9 - 0,2SDS)D + \rho DX$
- 1,0108D + 1,3DX

Kombinasi yang digunakan pada pemodelan struktur akibat gempa statik

- 1,2D + 1 SX + 1 L
- 0,9D + 1 SX
- $(1,2 + 0,2SDS)D + \rho SX + 1 L$
- 1,3108D + 1,3SX + 1L
- $(0,9 - 0,2SDS)D + \rho SX$
- 1,0108D + 1,3SX

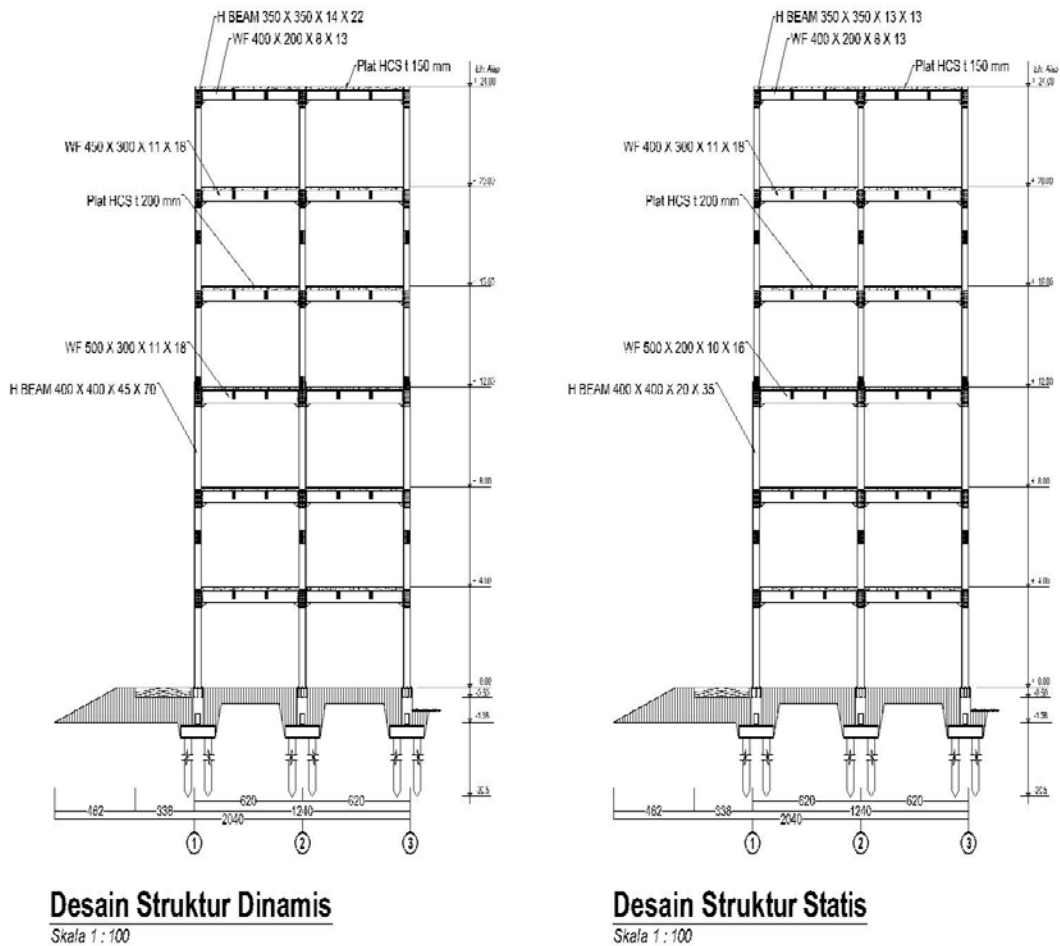
4.3 BATAS SIMPANGAN ANTAR LANTAI

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 20, didapatkan simpangan antar tingkat izin (Δ) untuk kategori resiko II sebesar 0,020 Hsx, dengan hsx merupakan tingkat tinggi dibawah tingkat x.

Didapatkan kontrol simpangan akibat gempa pada struktur gedung pada Tabel berikut:

Tabel 4. 1 Kontrol Simpangan Beban Gempa Dinamis

	Beban Gempa Dinamis			Beban Gempa Statis		ΔX ijin 0,02 Hsx	Status
	H Δ x	ΔX	ΔX ($\Delta 2 - \Delta 1$) Dc / Ie	ΔX	ΔX ($\Delta 2 - \Delta 1$) Dc / Ie		
6 (Atap)	4000	67	62	55	2	80	Aman
5	4000	56	65	54	27	80	Aman
4	4000	44	50	49	70	80	Aman
3	4000	35	59	37	75	80	Aman
2	4000	24	59	23	54	80	Aman
1	4000	13	74	13	74	80	Aman



Gambar 6. Desain Struktur Gedung

5. SIMPULAN

Dari hasil analisa struktur yang telah dilakukan pada bangunan Gedung perkantoran BPR Delta Artha dengan perbandingan design beban gempa statis dan gempa dinamis dapat disimpulkan sebagai berikut:

5.1 PERBANDINGAN GAYA DALAM BALOK DAN KOLOM

Perbandingan gaya dalam yang didapat dari output analisis akibat beban gempa dinamis dan beban gempa statis pada struktur balok dan kolom didapatkan bahwa gaya dalam struktur balok As C pada tiap lantai akibat beban gempa Dinamis lebih besar 29% dibandingkan dengan gaya dalam balok yang diakibatkan beban gempa statis serta gaya dalam struktur kolom As C3 pada tiap lantai akibat beban gempa Dinamis lebih besar 23% dibandingkan dengan gaya dalam struktur kolom akibat beban gempa statis .

5.2 PERBANDINGAN DIMENSI BALOK DAN KOLOM

Hasil analisis program SAP2000 mendapatkan dimensi balok dan kolom pada struktur gedung dengan perbedaan analisis beban gempa statis dan beban gempa dinamis sebagai berikut:

- a. Analisis beban gempa dinamis
 - Balok lantai 1-3 = WF 500x300x11x18
 - Balok lantai 4-5 = WF 450x300x11x18
 - Balok lantai 6 = WF 400x200x13x8
 - Kolom lantai 1-3 = HBeam 400x400x45x 70
 - Kolom lantai 4-6 = HBeam 350x350x14x22
- b. Analisis beban gempa statis
 - Balok lantai 1-3 = WF 500x200x10x16
 - Balok lantai 4-5 = WF 400x300x10x16
 - Balok lantai 6 = WF 400x200x13x8
 - Kolom lantai 1-3 = HBeam 400x400x13x13
 - Kolom lantai 4-6 = HBeam 350x350x14x22

5.3 PERBANDINGAN BOBOT STRUKTUR

Dari rekapitulasi berat material struktur utama dengan dua desain beban gempa pada gedung perkantoran BPR Delta Artha Sidoarjo bila menggunakan Gempa Statis adalah 234194 Kg dan bila menggunakan gempa dinamis adalah 200551 Kg..

SAMPAIAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Teknik Sipil yang berperan penting dalam pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini terlaksana dengan dana Mandiri didasarkan Surat Tugas Dekan Nomor TUG/01/FTK/01/2022, dengan dibantu Mahasiswa Achmad Ifani Rizaldhy NIM: 1814221037.

REFERENSI

- Arifi, Eva & Setyowulan, Desy. (2020). Perencanaan Struktur Baja (berdasarkan SNI 1729:2020). Malang: Indonesia UB Press.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural* (SNI 1729:2020).
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain* (Sni 1727:2020).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan* (Sni 2847:2019).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung* (Sni 1726:2019).

- Davis, H, E., 1982, The Testing of Engineering Materials, Mc Graw Hill Inc., Auckland
- Ghozi, et al, 2011. Effects Of Strong Column Weak Beam Ratio As Constraint For Steel Frame Optimization, Academic Research International, vol 1 (No. 2), 89-95.
- Ghozi, M. (2014). Influence of Randomized Data Code in Harmony Search Method for Steel Structure Arrangement. Academic Research International, 5(4), 52.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2021). Peta Hazard Gempa Indonesia 2021.
- Pawirodikromo, Widodo. (2001) Respon Dinamik Struktur Elastik. Yogyakarta: UII Press.
- Pawirodikromo W. 2012. Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- T. F. Pratama. 2017. Studi Perbandingan Struktur Hotel Yello Menggunakan Beban Gempa Dinamis Dan Gempa Statik Ekuivalen. Institut Teknologi Surabaya.
http://eprints.undip.ac.id/34585/5/2094_chapter_II.pdf. diakses 14 maret 2022 pukul 22.00 WIB.