

ANALISIS PEMODELAN STRUKTUR DENGAN DILATASI TERHADAP RESPON STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT STUDI KASUS: GEDUNG PERKULIAHAN X DI KOTA PADANG

Aqil Muhammad Ciputra¹, Fajri Yusmar², Syahril Rahmat³

^{1,2,3}Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, 25131, Indonesia

Email: aqilmuhammadciputra@gmail.com

Abstrak:

Gedung X merupakan, salah satu gedung yang berfungsi sebagai gedung perkuliahan yang terletak di Kota Padang. Berdasarkan laporan perencanaan struktur gedung X, diperoleh informasi, bahwa pada perencanaan gedung X menggunakan pemodelan dengan menggabungkan dua massa gedung pada satu model dengan tambahan dilatasi. Penelitian (Hermawan et al., 2022) pada struktur dengan layout T yang diberikan dilatasi, bangunan tersebut dianalisis dengan 2 model yang dipisah. Berbeda dengan gedung X sebelumnya, dimana bangunan di analisis dalam satu model, akan tetapi semestinya ada 2 massa bangunan yang terpisah. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan respon struktur dan besaran beban gempa struktur untuk dua tipe pemodelan struktur dilatasi. Pemodelan struktur terdiri dari 3 model yang terdiri dari Model A (Masa bangunan A) (Model B (Massa Banguann B), dan Model A+B (Massa Banguann A+B). Hasil analisis menunjukkan bahwa *drift* struktur pada model A dan Model B pada arah X lebih kecil, bila dibandingkan dengan model A+B, sebaliknya pada arah Y *drift* yang dihasilkan model A+B lebih besar bila dibandingkan dengan model A dan model B. Selanjutnya untuk *Base shear* pada model A+B lebih besar dari model A dan model B untuk arah X dan arah Y.

Kata Kunci: dilatasi, *drift*, *base shear*

Abstract:

Building X is one of the lecture buildings located in the city of Padang. According to the structural planning report for Building X, it was found that the design utilized a model combining two building masses into one with added dilatation. The study by Hermawan et al. (2022) on a T-shaped structure with dilatation analyzed the building using two separate models. This differs from the previous design of Building X, where the building was analyzed as a single model, even though there should have been two separate building masses. The aim of this study is to compare the structural response and earthquake load magnitudes for two types of dilatation modeling. The structural modeling consists of three models: Model A (Building Mass A), Model B (Building Mass B), and Model A+B (Building Mass A+B). The analysis results show that the structural drift in Model A and Model B in the X direction is smaller compared to Model A+B. Conversely, in the Y direction, the drift in Model A+B is larger than in Models A and B. Additionally, the base shear in Model A+B is greater than in Models A and B in both the X and Y directions.

Keyword: dilatation, *drift*, *base shear*

PENDAHULUAN

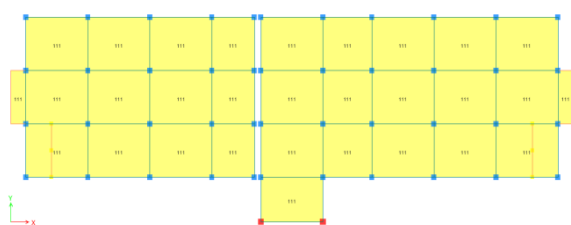
Menurut SNI 1726 2012, dilatasi merupakan suatu sambungan atau garis pada sebuah bangunan yang terjadi karena adanya perbedaan struktur. Pada bangunan gedung, dilatasi juga bisa dijelaskan

sebagai pembagian denah bangunan yang awalnya tidak simetris menjadi beberapa blok atau bagian denah yang simetris. Dengan memberikan dilatasi yang tepat, bangunan dapat dirancang untuk menanggulangi perubahan kondisi lingkungan dan

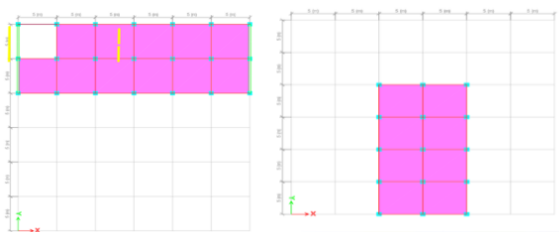
beban eksternal lainnya tanpa mengorbankan kekuatan atau kestabilan struktural.

Bangunan yang berdekatan dan bersebelahan wajib mempunyai ruang pembagi yang memadai agar setiap bangunan dapat bergerak secara independen tanpa bersentuhan satu sama lain. Jika jarak antara bangunan diabaikan, dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada struktur akibat bertabrakan, bila terjadi gempa bumi (Hidayat et al., 2022). Ruang pembagi antara struktur wajib setidaknya berbanding dengan simpangan maksimal dari struktur tersebut. Selain itu dilatasi juga dapat membatasi perpindahan horizontal pada struktur agar dapat mengurangi ketidakberaturan bangunan (Sunaryati & Lestara, 2019). Dengan adanya dilatasi diharapkan perilaku bangunan dapat menjadi lebih baik dan terhindar dari torsi, khususnya untuk bangunan yang tidak simetris (Hendratha et al., 2014).

Gedung X merupakan, salah satu gedung yang berfungsi sebagai gedung perkuliahan yang terletak di Kota Padang. Gedung tersebut direncanakan pada tahun 2023 yang berfungsi sebagai gedung perkuliahan dan sedang dikonstruksi pada tahun 2024. Berdasarkan laporan perencanaan struktur gedung X, diperoleh informasi, bahwa pada perencanaan gedung X menggunakan pemodelan dengan menggabungkan dua massa gedung pada satu model dengan tambahan dilatasi (Gambar 1). Penelitian (Hermawan et al., 2022) pada struktur dengan layout T yang diberikan dilatasi, bangunan tersebut dianalisis dengan 2 model yang dipisah (Gambar 2).



Gambar 1. Pemodelan Struktur Bangunan Gedung X



Gambar 2. Pemodelan Struktur Gedung Dilatasi Yang Dipisah (Hermawan et al., 2022)

Berbeda dengan gedung X sebelumnya, dimana bangunan di analisis dalam satu model, akan tetapi semestinya ada 2 masa bangunan yang terpisah. Dua masa dengan kekakuan yang berbeda dapat menghasilkan respon struktur yang berbeda, terutama parameter kegempaan seperti frekuensi natural dan perioda strukturnya. Menurut (Yusmar et al., 2023) faktor utama yang mempengaruhi nilai parameter dinamik suatu struktur bangunan yang akan mempengaruhi perilaku struktur adalah massa struktur dan kekakuan struktur.

Hal ini menandakan bahwa, semestinya struktur dengan dilatasi harus dilakukan pemisahan dalam analisis dinamikanya. Karna struktur tersebut memiliki massa dan kekakuan yang berbeda. Berdasarkan perbedaan pemodelan struktur pada beberapa jurnal, dan laporan struktur yang telah disebutkan diatas, dimana pemodelan struktur dilakukan secara serentak untuk dua masa yang berbeda, maka tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan respon struktur dan besaran *base shear* struktur untuk dua tipe pemodelan struktur dengan dilatasi.

METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa langkah-langkah, yang terdiri dari:

1) Studi Literatur

Langkah awal dalam penelitian ini adalah dengan melakukan studi literatur dari beberapa sumber, seperti jurnal, buku, dan standar peraturan yang relevan.

2) Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, dimana data yang diperoleh dari hasil perencanaan struktur gedung perkuliahan X di kota Padang.

3) Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur bangunan gedung dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi ETABS versi 21.

4) Pembebanan Struktur

Setelah dilakukan pemodelan kemudian dilanjutkan dengan menginputkan pembebanan pada struktur. Pembebanan yang dimasukkan berupa beban mati, beban hidup, serta beban gempa, berdasarkan SNI 1726-2019.

5) Verifikasi Pemodelan

Setelah dilakukan pemodelan struktur dan penginputan pembebanan pada struktur, tahapan selanjutnya adalah melakukan verifikasi atau validasi dari model struktur. Validasi dapat dilakukan dengan cara membandingkan hasil analisis struktur dengan perangkat lunak ETABS, berupa reaksi

perletakan akibat berat sendiri pada salah satu kolom, dengan hasil perhitungan manual.

6) Analisis Struktur

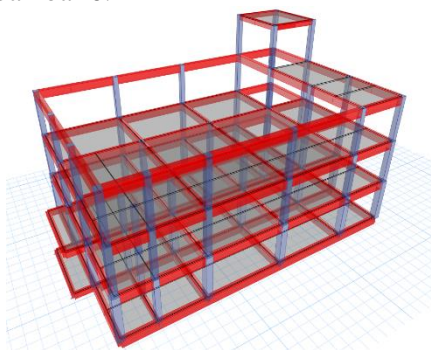
Kemudian dilakukan analisis struktur pada bangunan gedung perkuliahan x di kota Padang. Analisis struktur yang ditinjau meliputi *drift* dan *base shear*.

7) Hasil dan Pembahasan

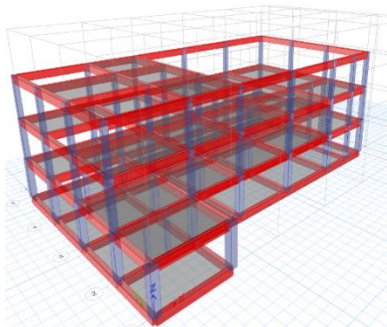
Hasil analisis struktur untuk masing-masing model kemudian dibandingkan dan dilihat pengaruh dari masing-masing model terhadap perilaku strukturnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

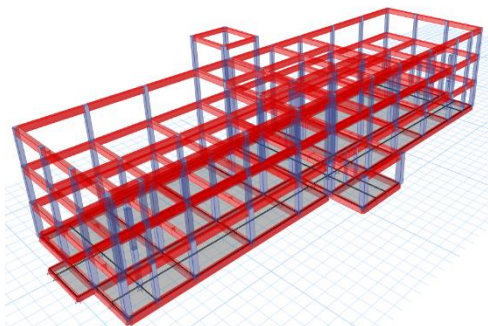
Pemodelan struktur terdiri dari 3 model yang terdiri dari Model A (Masa bangunan A) (Gambar 3), Model B (Massa Bangunan B) (Gambar 4), dan Model A+B (Massa Bangunan A+B) (Gambar 5). Hasil dari pemodelan struktur 3D dapat dilihat pada Gambar 6.



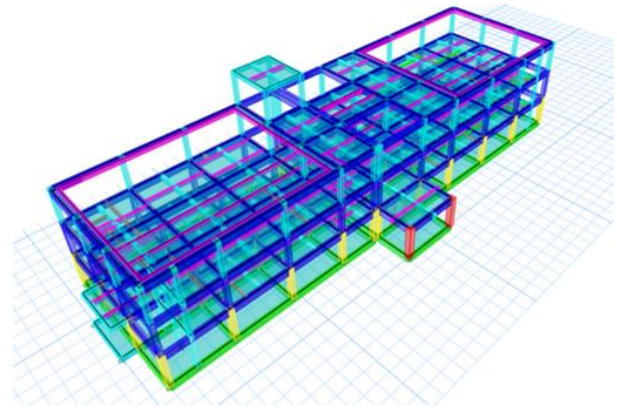
Gambar 3. Massa Bangunan A



Gambar 4. Massa Bangunan B



Gambar 5. Massa Bangunan A+B



Gambar 6. Pemodelan Struktur 3D

Sebelum menghitung respon struktur gedung, terlebih dahulu dilakukan penentuan besaran beban yang akan dipikul oleh struktur gedung tersebut. Jenis beban yang ada pada struktur gedung ini adalah beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*) dan beban gempa (*earthquake load*).

A. Beban mati (*dead load*)

Beban mati (DL) merupakan berat sendiri dari struktur bangunan seperti berat kolom, balok, dan plat lantai. Beban mati merupakan fungsi dari berat jenis dan volume dari elemen struktur.

B. Beban mati tambahan (*Superimposed Dead Load*)

Beban Mati Tambahan (SIDL) adalah beban mati yang sifatnya tambahan dan permanen, namun berasal dari elemen non-struktural. Beban mati tambahan (SIDL) pada lantai bangunan adalah sebagai berikut:

- ✓ Keramik = 24 kg/m²
- ✓ Spesi = 42 kg/m²
- ✓ Plafon + Instalasi ME = 45 kg/m²

Total beban yang diinput sebesar 111 Kg/m² = 1,09 kN/m² dan SIDL yang dipikul oleh balok adalah beban dinding atau pembatas ruangan = 250 kg/m².

C. Beban hidup (*live load*)

Beban hidup (LL) adalah beban yang bergerak atau berubah-ubah yang disebabkan oleh penghuni atau pengguna bangunan dan benda-benda yang bersifat tidak tetap selama umur bangunan. Berdasarkan SNI 1727:2020 pada Tabel 4.3.1. nilai beban hidup berdasarkan fungsi bangunan sebagai berikut:

- ✓ Ruang Kantor = 2,4 kN/m²
- ✓ Ruang Pertemuan lainnya = 4,79 kN/m²
- ✓ Koridor = 4,79 kN/m²
- ✓ Ruang Laboratorium = 2,87 kN/m²
- ✓ Ruang Kelas = 3,83 kN/m²
- ✓ Gudang Ringan = 6 kN/m²

D. Beban Gempa

Beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi (baik gempa bumi tektonik maupun gempa bumi vulkanik) dan mempengaruhi struktur tersebut. Beban gempa yang terjadi pada gedung ini merupakan gempa dinamik, data yang diperoleh sebagai berikut:

- 1) Kategori Risiko Bangunan
 - a. Jenis gedung merupakan gedung perkuliahan.
 - b. Berdasarkan Tabel 3 SNI 1726:2019 untuk gedung perkuliahan termasuk kategori resiko II
- 2) Parameter percepatan terpetakan S_s dan S_1
- 3) Percepatan batuan dasar pada periode pendek $S_s = 1.446064$
- 4) Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik $S_1 = 0.600000$
- 5) Koefisien situs untuk desain seismik F_a dan F_v
 - a. Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek $F_a = 1,1$ (Tabel 6 SNI 1726:2019)
 - b. Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik $F_v = 1,7$. (Tabel 7 SNI 1726:2019)
- 6) Parameter respon spektrum percepatan SM_s dan SM_1
 - a. Parameter spektrum respon percepatan pada periode pendek.
 $SM_s = F_a \times S_s = 1.446064$
 - b. Parameter respon spektrum percepatan pada periode 1 detik.
 $SM_1 = F_v \times S_1 = 1.020000$
- 7) Parameter percepatan spektral desain SD_s dan SD_1
 - a. Parameter spektral desain untuk periode pendek
 $SD_s = \frac{2}{3} SM_s = 0.964043$
 - b. Parameter spektral desain untuk periode 1 detik
 $SD_1 = \frac{2}{3} SM_1 = 0.680000$
- 8) Respon spektrum desain
 $T_o = 0,2 \frac{SD_1}{SD_s} = 0,2 \frac{0.680000}{0.964043} = 0.141073$
 $T_s = \frac{SD_1}{SD_s} = \frac{0.680000}{0.964043} = 0.705363$
- 9) Faktor keutamaan gempa I_e .
Berdasarkan Tabel 4 SNI 1726: 2019 untuk kategori resiko bangunan IV, faktor keutamaan gempa = 1,5
- 10) Faktor modifikasi respon, R.
 - a. Gedung merupakan rangka beton pemikul momen khusus.

- b. Berdasarkan Tabel 12 SNI 1726: 2019 untuk rangka beton pemikul momen khusus memiliki nilai $R = 8$

- 11) Periode fundamental, T.

Periode fundamental pendekatan dapat ditentukan dengan persamaan: $T = T_a = C_t \times h_n^x$. Berdasarkan Tabel 18 SNI 1726: 2019 nilai $C_t = 0,0466$, dan $x = 0,9 = 0,0466 \times (16,4)^{0,9} = 0,579$

- 12) Koefisien respon seismik, C_s

$$\text{Koefisien respon seismik: } C_s = \frac{SD_s}{R} = \frac{0.964043}{\frac{8}{1.5}} = 0,120505$$

Displacement dan drift

Displacement adalah jarak dari mana satu node atau elemen (balok, kolom, bingkai, dll) bergerak dari lokasi asalnya. Pergeseran tersebut dapat terjadi pada batang/beam yang mengalami lendutan (defleksi), tetapi bisa juga hasil dari seluruh objek yang bergerak. *Drift* merupakan selisih dari jarak elemen yang bergerak dari Lokasi pada lantai atas dan lantai di bawahnya. *Drift* dan *displacement* yang ditinjau di daerah dilatasi seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Tinjauan *Drift* Pada Bangunan

Drift model A

Tabel 1. *Drift* Massa Bangunan A

Story	h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
4	4500	21,853	24,537	34,615	OK
3	4500	28,457	37,811	34,615	NOT OK
2	4500	29,740	41,180	34,615	NOT OK
1	4500	17,754	23,247	34,615	OK
0	4500	0,000	0,000	34,615	OK

Drift model B

Tabel 2. *Drift* Massa Bangunan B

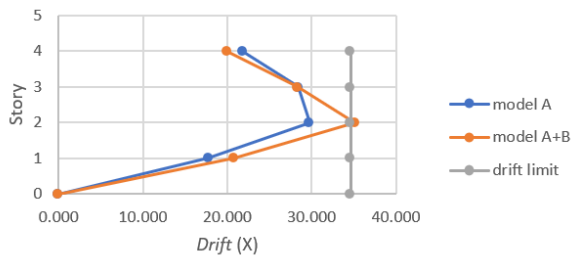
Story	h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
3	4500	25,751	28,912	34,615	OK
2	4500	32,380	39,615	34,615	NOT OK
1	4500	19,228	17,857	34,615	OK
0	4500	0,000	0,000	34,615	OK

Drift Model A+B

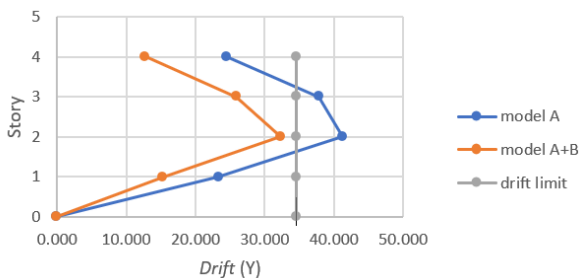
Tabel 3. *Drift* Massa Bangunan A+B

Story	<i>h</i> (mm)	<i>Inelastic Drift</i>		<i>Drift Limit</i> (mm)	Cek
		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
4	4500	20,009	12,804	34,615	OK
3	4500	28,288	25,934	34,615	OK
2	4500	35,086	32,333	34,615	NOT OK
1	4500	20,856	15,389	34,615	OK
0	4500	0,000	0,000	34,615	OK

Hasil analisis yang dibandingkan adalah hasil analisis *drift* dari model A (massa bangunan A) dengan *drift* model A+B (massa bangunan A+B), selanjutnya *drift* model B (massa bangunan B) dengan *drift* model A+B (massa bangunan A+B), seperti yang terlihat pada tabel 1, 2, dan 3. Perbandingan *drift* untuk masing-masing model juga dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

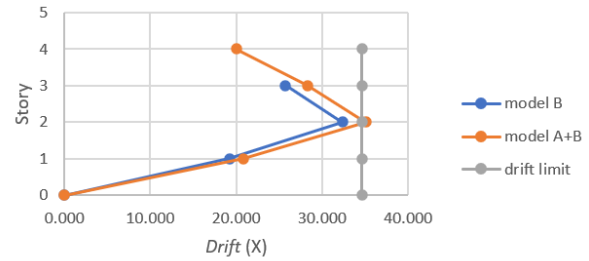


Gambar 8. Grafik Perbandingan *Drift* Model A Dengan Model A+B Arah (X)

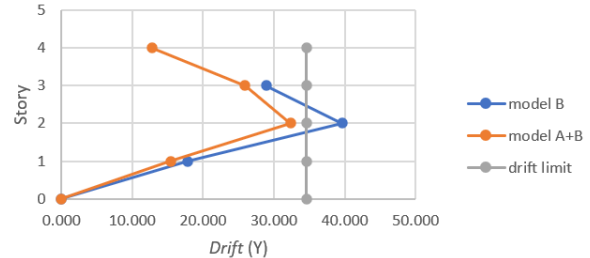


Gambar 9. Grafik Perbandingan *Drift* Model A Dengan Model A+B Arah (Y)

Untuk perbandingan yang pertama, antara model A dan model A+B, dapat terlihat pada gambar 8. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada arah X, model A memiliki nilai drift lebih kecil dari model A+B. Hal ini menandakan bahwa analisis penggabungan dan pemisahan massa, tidak memberikan dampak signifikan pada *drift* arah X. Hal ini berbeda dengan arah Y, seperti terlihat pada gambar 9, nilai *drift* yang terjadi pada model A+B lebih kecil, artinya bangunan pada arah Y pada model A+B lebih kaku dari model A.



Gambar 10. Grafik Perbandingan *Drift* Model A Dengan Model A+B Arah (X)



Gambar 11. Grafik Perbandingan *Drift* Model B Dengan Model A+B Arah (Y)

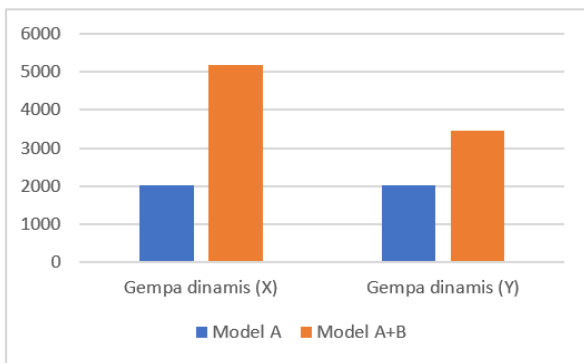
Untuk perbandingan yang kedua, antara model B dan model A+B, dapat terlihat pada gambar 10. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada arah X, model B memiliki nilai drift sedikit lebih kecil dari model A+B. Hal ini menandakan bahwa analisis penggabungan dan pemisahan massa, tidak memberikan dampak signifikan pada *drift* arah X. Hal ini berbeda dengan arah Y, seperti terlihat pada gambar 11, nilai *drift* yang terjadi pada model A+B lebih kecil, artinya bangunan pada arah Y pada model A+B lebih kaku dari model B.

Base shear

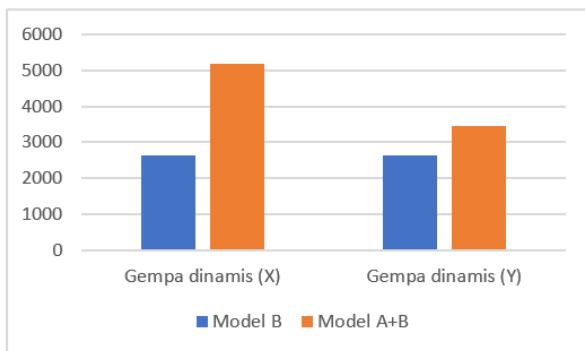
Gaya gempa merupakan gaya yang terjadi pada struktur baik dari arah X maupun dari arah Y yang disebabkan oleh gempa bumi. Dalam analisis ini digunakan metode respon spektrum karena metode ini lebih kompleks dan akurat karena mempertimbangkan respon dinamis struktur terhadap berbagai frekuensi gempa.

Tabel 4. *Base Shear* Masing-masing Model

Model	Arah X (kN)	Arah Y (kN)
Model A	2007,174	2007,171
Model B	2645,236	2694,670
Model A+B	5178,938	3458,254



Gambar 12. Grafik Perbandingan *Base Shear* Model A Dengan Model A+B



Gambar 13. Grafik Perbandingan *Base Shear* Model B Dengan Model A+B

Berdasarkan rangkuman nilai gaya geser dasar atau *base shear* pada ketiga model, menunjukkan bahwa model A+B menghasilkan gaya geser terbesar untuk masing masing arah. Hal ini juga memberikan pengertian bahwa, meskipun dalam pemodelan A+B dipisahkan dilatasi, tetapi pada analisis ETABS tetap dianggap dalam satu kesatuan massa struktur. Besarnya nilai gaya geser pada model A+B disebabkan oleh besarnya massa bangunan, yang merupakan gabungan antara massa bangunan A dan massa bangunan B.

Selain itu dapat diamati bahwa massa A dan massa B dengan *layout* yang hampir berbentuk persegi menghasilkan gaya geser yang hampir sama untuk arah X dan arah Y. Berbeda dengan model A+B yang merupakan bangunan dengan *layout* persegi panjang, sehingga gaya geser dasar yang dihasilkan lebih besar pada arah bentang memanjang atau X bila dibandingkan dengan arah Y.

KESIMPULAN

1. *Drift* struktur pada model A dan Model B pada arah X lebih kecil bila dibandingkan dengan model A+B, sebaliknya pada arah Y *drift* yang dihasilkan model A+B lebih besar bila dibandingkan dengan model A dan model B

2. *Base shear* pada model A+B lebih besar dari model A dan model B untuk arah X dan arah Y.

DAFTAR PUSTAKA

Hendratha, A., Nugraha, T. A., & Muljati, I. (2014). PENGARUH DILATASI PADA BANGUNAN DENGAN KETIDAKBERATURAN SUDUT DALAM YANG DIDESAIN SECARA DIRECT DISPLACEMENT-BASED. *Jurnal Dimensi Pertama Teknik Sipil*, 3(2).

Hermawan, D., Masril, & Bastian, E. (2022). Analisis Pengaruh Dilatasi Bangunan Gedung Tinggi Menggunakan ETABS Pada Bangunan Berdenah T. *Jurnal Enskikoplediaku Org*, 2(1).

Hidayat, R., Masril, & Herista, F. (2022). Pengaruh Dilatasi Terhadap Simpangan Antar Lantai Bangunan Tinggi Berbentuk H. *Jurnal Enskikoplediaku*, 4(3).

Sunaryati, J., & Lestara, S. (2019). Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber layout 1 dan Perhitungan Penulangan elemen. *6 Th ACE Confrence*.

Yusmar, F., Sandra, N., Rifwan, F., & Juliafad, E. (2023). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil Pengaruh Reduksi Kekakuan Elemen Struktur Terhadap Perilaku Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Sedang di Kota Padang* (Vol. 21, Issue 4). <http://iptek.its.ac.id/index.php/jats>