
Analisa Dinding Geser Ditinjau dari Waktu Getar Alami dan Simpangan Antar Lantai

Yayan Adi Saputro*¹, Khotibul Umam*², Shiska Fauziah*³, Ana Rahmawati*⁴

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara,
Jln. Taman Siswa (Pekeng) Tahunan Jepara; Telp. 0291-595320.

e-mail: *yayan@unisnu.ac.id, umam.t.sipil@ac.id, shiskafauziah22@gmail.com,
ana.11rahmawati@gmail.com

Abstract

Flat plate is a two-way plate system whose plate load is transferred directly to the column without passing through the beam structure. One of the advantages of this structure is that it can shorten the height of the building. However, the use of flat plate structures prone to lateral forces is mainly due to earthquake loads, because there are no beams causing weak joints (columns and plates), so the structure is flexible and can cause danger of failure to sliding. One alternative to increase structural rigidity is to use shear walls, where the shape and placement of the right layout are very influential. The research method is in the form of a 10-story building analysis using a flat plate structure system with 6 shear wall modeling. The distance between floors is 3 meters, with 4 x-axis ranges with a length of 6 meters and 3 stretches of the y-axis with a length of 5 meters. The function of the building as a flat is located in the city of Jepara with a medium land category. The analysis was carried out with the help of SAP2000 software in three dimensions (3D). Dynamic behavior reviewed includes natural vibration time and intersection between floors using spectrum response analysis methods. The results of the analysis show that the lowest time on natural vibration is found in modeling IV. For intersections between floors of all modeling meet SNI boundary requirements. The shear force increases in VI modeling for X direction and modeling III for direction Y. With the addition of lateral stiffening of the wall sliding on the flat plate structure system affects the internal forces on the corner, edge, and middle columns. From the dynamic behavior of the structure reviewed in modeling IV and VI, it presents the highest structural rigidity.

Keywords: Flat plate structure, Shear wall, Dynamic behavior.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan hunian terus meningkat, namun ketersediaan lahan juga semakin berkurang tidak terkecuali kota Jepara. Untuk mengatasi hal tersebut, dipilih alternatif yaitu pembangunan gedung ke arah vertikal. Salah satu inovasi baru yang jarang digunakan di Jepara yaitu penggunaan struktur pelat datar.

Pelat datar adalah sistem pelat dua arah yang beban pelatnya ditransfer langsung menuju kolom tanpa melewati struktur balok. Karena tidak terdapat balok, penggunaan pelat datar dapat mengurangi tinggi bangunan sehingga dapat mengurangi biaya pembangunan. Kelebihan lainnya yaitu memudahkan *finishing arsitektur* dan instalasi ME, serta dalam pemasangan bekistingnya simpel. Struktur bangunan gedung bertingkat rawan terhadap gaya lateral apalagi pada penggunaan struktur pelat datar, karena tidak terdapat balok sehingga join (pertemuan kolom dan pelat) lemah. Distribusi langsung ke kolom juga dapat menimbulkan bahaya kegagalan geser pondasi [1]. Salah satu penyebab gaya lateral yaitu gempa. Untuk mencegah resiko akibat struktur pelat datar yang terlalu *fleksibel* akibat beban lateral maka perlu penambahan elemen struktur untuk memikul beban lateral. Salah satu perkuatan struktur tersebut yaitu dengan menggunakan dinding geser. Dinding geser adalah suatu struktur dinding

yang berfungsi sebagai pengaku lateral, sehingga dapat menambah kekakuan pada struktur pelat datar. Penambahan dinding geser lebih disarankan untuk meningkatkan kekakuan pada struktur pelat datar dibanding penambahan perimeter beam [2]. Penempatan dinding geser dengan bentuk dan *layout* tertentu yang tepat akan sangat berpengaruh dalam memberikan tahanan terhadap beban horisontal dengan baik.

Penelitian ini menganalisa perbandingan perilaku dinamis struktur pelat datar akibat gaya vertikal dan gaya horisontal dengan menambahkan dinding geser sebagai elemen pengaku lateral. Dilakukan peninjauan struktur pelat datar dengan penambahan dinding geser dalam 2 bentuk dimana dalam setiap bentuk diletakkan pada 3 *layout* yang berbeda. Dari pemodelan dinding geser tersebut dianalisa penambahan dinding geser dengan bentuk dan *layout* mana yang mempunyai kekakuan yang paling tinggi terhadap perilaku dinamis struktur pelat datar [3]. Dimana perubahan perilaku dinamis struktur ditinjau dari waktu getar alami dan simpangan antar lantai.

Penelitian ini dimaksudkan dapat dijadikan acuan dan juga pertimbangan dalam mendesain dan merencanakan gedung bertingkat di Jepara dengan menggunakan sistem struktur pelat datar yang tahan terhadap beban lateral.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengambilan Data

Dalam penelitian ini data yang dipakai diperoleh dari berbagai sumber. Dimana data yang dikumpulkan dibedakan menjadi dua yaitu primer dan sekunder [4]. Dengan penjelasan data primer dan data sekunder yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

2.1.1 Data Primer

Dalam data primer yaitu berupa data perencanaan yang meliputi dimensi elemen-elemen struktur gedung yang akan dianalisa diperoleh dengan cara mendesain sebagaimana sesuai dengan peraturan dan ketentuan yang berlaku. Peraturan yang digunakan dalam merencanakan elemen-elemen struktur bangunan gedung dengan pelat datar adalah tata cara berdasarkan SNI 2847:2013 tentang Persyaratan dalam Beton Struktural pada Bangunan Gedung. Serta untuk beban gempa digunakan tata cara berdasarkan SNI 1726:2012 yaitu tentang Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung [5].

2.1.2 Data Sekunder

2.1.2.1 Studi Literatur

Studi literatur yaitu mencari data dari buku-buku, jurnal, atau penelitian yang sejenis yang akan penulis gunakan sebagai sarana pembandingan untuk menganalisa permasalahan dari dilakukannya penelitian ini. Studi literatur bertujuan agar analisa yang dilakukan mempunyai dasar yang tepat dan dapat dipertanggung jawabkan [6]. Dengan dilakukannya studi literatur sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan.

2.1.2.2 Tambahan Materi dari Internet

Perkembangan teknologi di masa sekarang telah sangat banyak memberi manfaat bagi semua pihak, salah satunya yaitu para mahasiswa. Dari internet berbagai

sumber informasi dapat diakses dengan mudah, termasuk informasi seputar dunia ilmu dan dunia pendidikan [7]. Untuk itu, dalam menyusun laporan ini penulis menambahkan sedikit materi atau informasi yang didapatkan dari situs-situs internet.

2.2 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian ini :

2.2.1 Permodelan Struktur

Tahap selanjutnya yaitu memodelkan struktur gedung. Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap enam buah gedung 10 lantai dengan sistem struktur pelat datar. Jarak antar lantai direncanakan dengan tinggi 3 meter [8]. Gedung terdiri dari 4 buah bentang pada arah sumbu x dan 3 buah bentang pada arah sumbu y. Dimana panjang bentang pada arah sumbu x adalah 6 m dan panjang arah bentang pada sumbu y adalah 5 m. Dimensi pelat, kolom, dan dinding geser didapat dengan melakukan *preliminary desain*. Bangunan direncanakan berfungsi sebagai rumah susun di wilayah Jepara dengan kategori gempa 2 dan berdiri pada tanah sedang. Dimana proses analisa menggunakan bantuan aplikasi *software* SAP2000 [9]. Data umum bangunan dan data bahan digunakan sebagaimana berikut :

Data Umum Bangunan

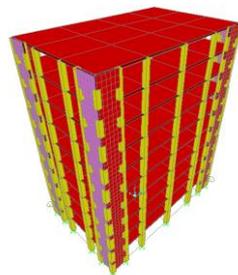
Sistem struktur	Pelat datar
Struktur gedung	Beton bertulang
Jumlah lantai	10 lantai
Tinggi total bangunan	30 m
Ketinggian per lantai	3 m
Fungsi gedung	Rumah susun
Lokasi	Jepara, Jawa Tengah
Zona gempa	2

Data Bahan

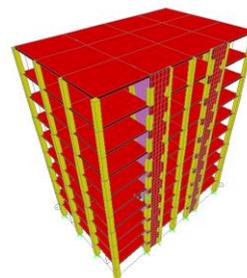
$f'c$	35 MPa
F_y	400 MPa
Tipe tanah	Sedang

2.2.1 Variasi Parameter

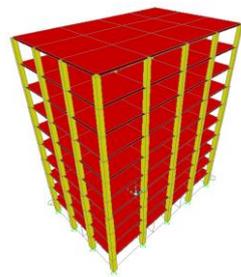
Pemodelan struktur sebanyak 6 model yaitu variasi struktur pelat datar menggunakan dinding geser dengan 2 bentuk yaitu L dan I dan ditempatkan pada 3 *layout* yang berbeda.



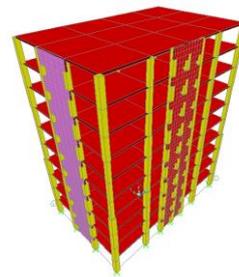
(a.) Pemodelan I



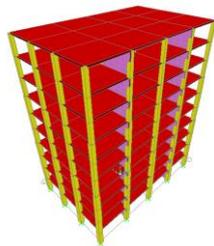
(b.) Pemodelan II



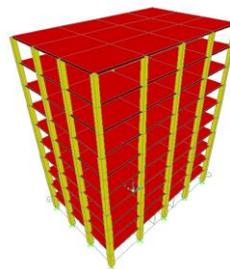
(c.) Pemodelan III



(d.) Pemodelan IV



(e.) Pemodelan V



(f.) Pemodelan VI

2.2.2 Analisa Permodelan

Melakukan pembebanan yaitu berupa beban vertikal meliputi beban hidup dan beban mati, serta beban horisontal yaitu beban gempa dan beban angin berdasarkan peraturan dan ketentuan yang berlaku.

2.2.3 Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan analisis pembebanan, selanjutnya struktur dianalisa untuk dapat mengetahui perubahan perilaku dinamis struktur, waktu getar alami dan simpangan antar lantai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Mutu Material dan Hasil Desain Elemen Struktur

Pemodelan	f'_c (MPa)	f_y (MPa)	Dimensi Kolom (b/h) (mm)	Tebal Pelat Datar (mm)	Tebal Dinding Geser (mm)
I	35	400	700, 600, 500	250	200
II	35	400	700, 600, 500	250	200
III	35	400	700, 600, 500	250	200
IV	35	400	700, 600, 500	250	200
V	35	400	700, 600, 500	250	200
VI	35	400	700, 600, 500	250	200

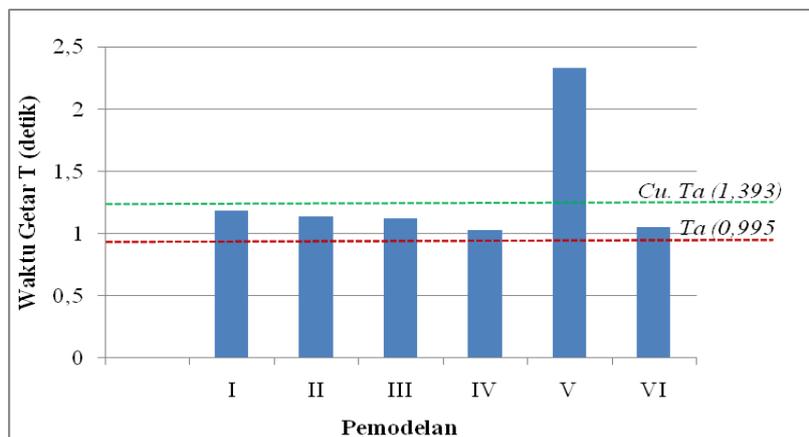
Hasil analisis yang diperoleh dari program SAP2000 yaitu perilaku dinamis ke-enam pemodelan struktur berupa waktu getar alami, simpangan antar lantai, gaya geser dasar, dan gaya-gaya dalam kolom sudut, tepi, serta kolom tengah. Respon struktur yang dianalisa dalam penelitian ini dibatasi hanya arah X dan Y terhadap beban gempa.

3.1 Waktu Getar Alami

Waktu getar alami struktur adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kekakuan struktur. Untuk struktur yang sama, semakin besar waktu getar alami struktur maka kekakuan struktur semakin kecil atau *fleksibel*. Waktu getar alami struktur untuk masing-masing pemodelan yang diambil yaitu pada mode pertama karena diperoleh waktu getar alami yang paling besar dari semua mode yang diperhitungkan dan merupakan suatu bentuk pola pergoyangan yang pertama kali menerima beban gempa. Perbandingan nilai waktu getar alami dari 6 pemodelan struktur dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2 Perbandingan Waktu Getar Alami Struktur

Pemodelan	Waktu Getar Alami (T)	SNI		Kontrol
		Batas Bawah (Ta)	Batas Atas (Cu.Ta)	
I	1,180	0,995	1,393	Oke
II	1,140	0,995	1,393	Oke
III	1,120	0,995	1,393	Oke
IV	1,030	0,995	1,393	Oke
V	2,330	0,995	1,393	Tidak Oke
VI	1,050	0,995	1,393	Oke



Gambar 3 Diagram Waktu Getar Alami Struktur

Perbandingan waktu getar alami struktur di atas dapat dilihat bahwa pada pemodelan V didapat nilai periode getar alami struktur paling tinggi serta tidak memenuhi syarat SNI karena tidak berada diantara batas bawah dan batas atas, sehingga pada pemodelan V struktur bergerak lebih *fleksibel* dibanding ke-lima pemodelan struktur lain. Untuk nilai waktu getar alami yang paling rendah didapat pada pemodelan IV, sehingga menunjukkan pemodelan IV merupakan pemodelan struktur yang bergerak paling kaku dari ke-enam pemodelan struktur lain.

3.2 *Simpangan Antar Lantai*

Simpangan antar lantai (*drift*) yaitu hasil dari pengolahan perbedaan selisih nilai *displacement* pada tiap lantai yang ditinjau kemudian dikali dengan faktor amplifikasi respon dan dibagi dengan nilai faktor keutamaan resiko gempa. Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak diperbolehkan lebih dari simpangan antar lantai tingkat ijin $(\Delta_{\alpha})/\rho$. Diperoleh simpangan antar lantai tingkat ijin sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 (\Delta_{\alpha})/\rho &= (0,02h_{sx})/\rho \dots\dots\dots(1) \\
 &= (0,02 \times 3000)/1,3 \\
 &= 46,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

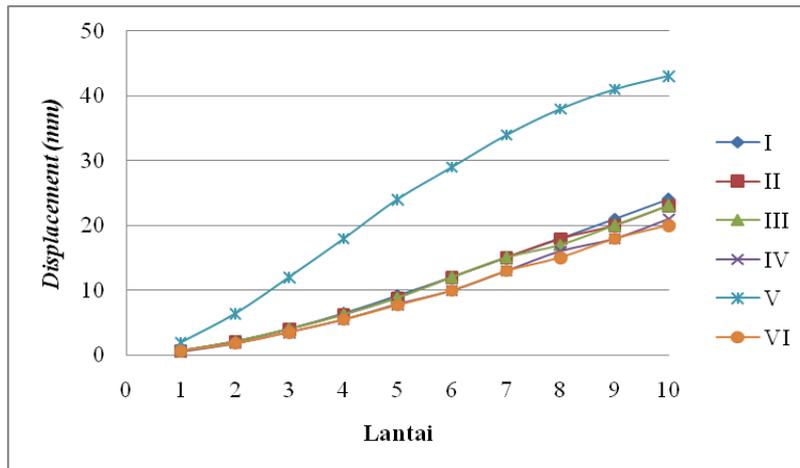
Sehingga, nilai simpangan antar lantai dari hasil analisis struktur melalui bantuan program SAP2000 dalam penelitian ini tidak diperbolehkan melebihi nilai simpangan antar lantai tingkat ijin yaitu 46,15 mm.

Tabel 3 *Displacement Arah X*

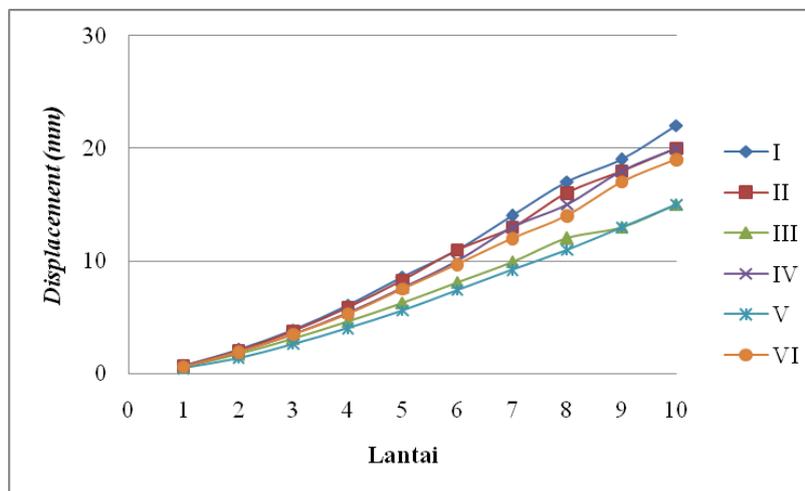
Lantai	Displacement Arah X (mm)					
	Pemodelan					
	I	II	III	IV	V	VI
Base	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,66	0,64	0,65	0,58	2,00	0,59
2	2,10	2,10	2,10	1,80	6,40	1,80
3	4,10	4,00	4,00	3,50	12,00	3,50
4	6,40	6,30	6,30	5,50	18,00	5,50
5	9,10	8,90	8,90	7,80	24,00	7,70
6	12,00	12,00	12,00	10,00	29,00	10,00
7	15,00	15,00	15,00	13,00	34,00	13,00
8	18,00	18,00	17,00	16,00	38,00	15,00
9	21,00	20,00	20,00	18,00	41,00	18,00
10	24,00	23,00	23,00	21,00	43,00	20,00

Tabel 4 *Displacement Arah Y*

Lantai	Displacement Arah Y (mm)					
	Pemodelan					
	I	II	III	IV	V	VI
Base	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,67	0,65	0,60	0,62	0,45	0,62
2	2,10	2,00	1,70	1,90	1,40	1,90
3	3,90	3,80	3,10	3,50	2,60	3,50
4	6,10	5,90	4,60	5,40	4,00	5,30
5	8,60	8,30	6,30	7,60	5,60	7,50
6	11,00	11,00	8,10	10,00	7,40	9,70
7	14,00	13,00	9,90	13,00	9,20	12,00
8	17,00	16,00	12,00	15,00	11,00	14,00
9	19,00	18,00	13,00	18,00	13,00	17,00
10	22,00	20,00	15,00	20,00	15,00	19,00



Gambar 4 Grafik Perpindahan Lantai Arah X



Gambar 5 Grafik Perpindahan Lantai Arah Y

Gambar 4 dan 5 menyajikan grafik *dicplacement* atau perpindahan lantai yang hampir pada semua pemodelan memiliki nilai *dicplacement* yang hampir sama, kecuali pada pemodelan V arah X yaitu pemodelan struktur pelat datar dengan dinding geser berbentuk I ditempatkan pada *layout* 2 menunjukkan nilai yang paling tinggi dari semua pemodelan. Untuk simpangan antar lantai (*drift*) dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 serta pada gambar grafik 6 dan 7 yang menunjukkan bahwa simpangan antar lantai dari semua pemodelan memenuhi syarat batas ijin berdasarkan SNI. Penurunan nilai simpangan menunjukkan kekakuan struktur semakin meningkat.

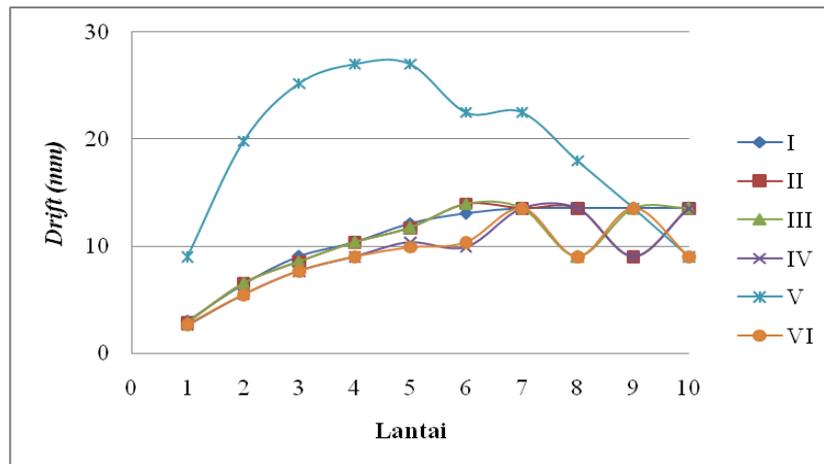
Tabel 5. Simpangan Antar Lantai Arah X Pemodelan I-VI

Lantai	Simpangan (mm)					
	I	II	III	IV	V	VI
Base	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

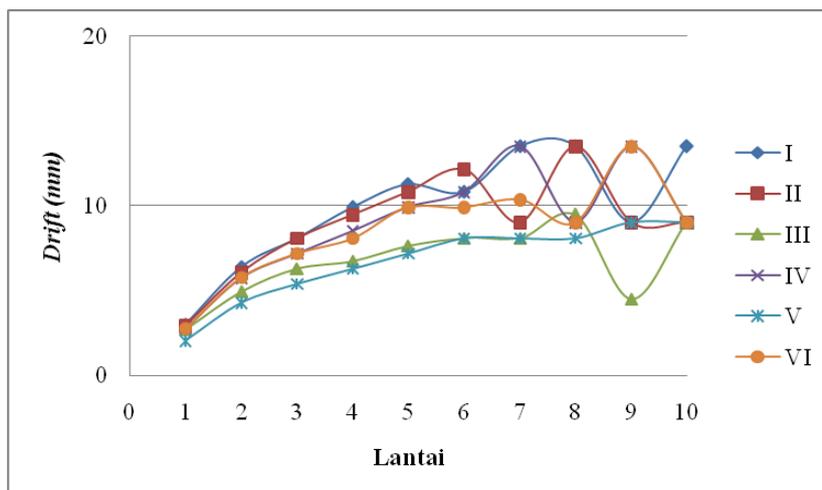
1	2,97	2,88	2,93	2,61	9,00	2,66
2	6,48	6,57	6,53	5,49	19,80	5,45
3	9,00	8,55	8,55	7,65	25,20	7,65
4	10,35	10,35	10,35	9,00	27,00	9,00
5	12,15	11,70	11,70	10,35	27,00	9,90
6	13,05	13,95	13,95	9,90	22,50	10,35
7	13,50	13,50	13,50	13,5	22,50	13,50
8	13,50	13,50	9,00	13,5	18,00	9,00
9	13,50	9,00	13,50	9,00	13,50	13,50
10	13,50	13,50	13,50	13,50	9,00	9,00

Tabel 6. Simpangan Antar Lantai Arah Y Pemodelan I-VI

Lantai	Simpangan (mm)					
	I	II	III	IV	V	VI
Base	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	3,02	2,93	2,70	2,79	2,03	2,79
2	6,44	6,08	4,95	5,76	4,28	5,79
3	8,10	8,10	6,30	7,20	5,40	7,20
4	9,90	9,45	6,75	8,55	6,30	8,10
5	11,25	10,80	7,65	9,90	7,20	9,90
6	10,80	12,15	8,10	10,80	8,10	9,90
7	13,50	9,00	8,10	13,50	8,10	10,35
8	13,50	13,50	9,45	9,00	8,10	9,00
9	9,00	9,00	4,50	13,50	9,00	13,50
10	13,50	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00



Gambar 6 Grafik Simpangan Lantai Arah Y



Gambar 7 Grafik Simpangan Lantai Arah Y

Dapat dilihat bahwa *drift* yang terjadi hampir pada semua pemodelan pada arah X dan Y pada lantai ke 1-6 menunjukkan peningkatan deformasi yang linier, kemudian rata-rata pada lantai 7,8,9, atau pada lantai 10 mengalami penurunan, kenaikan, atau tetap. Namun dari semua pemodelan *drift* yang terjadi pada setiap lantai semakin ke atas deformasinya cenderung semakin linier. Kecuali pada pemodelan V pada arah X deformasinya cenderung menurun, pada lantai 2-5 mengalami kenaikan drastis, dan pada lantai ke 6-10 mengalami penurunan. Ini dikarenakan pada pemodelan V penempatan dinding geser terletak hanya pada sumbu y dan tidak terdapat dinding geser pada sumbu x sama sekali seperti ke lima pemodelan lain.

4. KESIMPULAN

Dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Nilai waktu getar alami fundamental struktur terendah terdapat pada pemodelan IV. Terdapat satu pemodelan yang tidak memenuhi batas SNI yaitu pada pemodelan V.
2. Simpangan antar lantai dari semua pemodelan memenuhi syarat batas ijin berdasarkan SNI dan memiliki nilai simpangan yang hampir sama, kecuali pada pemodelan V mempunyai nilai simpangan yang paling tinggi dan deformasinya cenderung menurun.
3. Penambahan dinding geser dengan bentuk dan *layout* yang berbeda sangat mempengaruhi faktor dinamis struktur pelat datar. Dari semua parameter perilaku dinamis struktur yang ditinjau yaitu waktu getar alami dan simpangan antar lantai menunjukkan bahwa pemodelan IV dan VI menyajikan kekakuan struktur yang paling tinggi.

5. SARAN

Untuk semakin menambah kekakuan struktur menggunakan pelat datar dapat mengkombinasikan dinding geser dengan *layout* di tepi dan di tengah bangunan. Lebih disarankan untuk menempatkan dinding geser seimbang/simetris antara sumbu X dan Y.

Perlu dilakukan penelitian lebih mendalam terhadap variasi tebal dinding geser atau pelat datar. Juga pada sistem struktur pelat datar dengan bentuk geometrik yang berbeda. Serta mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan estetika, sehingga inovasi perancangan struktur pelat datar khususnya di Jepara dapat dikerjakan mendekati pada kondisi sesungguhnya seperti

di lapangan dan hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan perancangan yaitu kuat, aman, ekonomis, dan tepat pada waktu pelaksanaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Effendi, Y. Chandra, and S. J. Akbar, 2017, *Waktu Getar Alami Fundamental*, No. 2, Vol. 7, pp. 274–283, Teras J.
- [2] K. Sudarsana, I. B. D. Giri, and I. G. G. Wiryadi, 2014, *Efek Penambahan Dinding Geser atau Perimeter Beams Terhadap Perilaku Dinamis Struktur Pelat Datar Empat Tingkat*, no. 1, vol. 18, pp. 78–87, J. Ilm, Tek. Sipil.
- [3] Setiawan, A, 2015, *Persamaan Empiris Waktu Getar Alami Struktur Pelat Datar Beton Bertulang Berdasarkan Hasil Analisis Vibrasi 3 Dimensi*, 13(2), 109–116, Jurnal Media Teknik Sipil.
- [4] Fauziah, L, 2013, *Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa*, Vol. 1, No. 7, 466–472, Jurnal Sipil Statik.
- [5] PPPURG, 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, Direktorat Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- [6] L. Savitri, “Tugas Akhir,” 175.45.187.195, p. 31124, 2010, [Online]. Available: [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf).
- [7] ACI, 2007, *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary*, USA: American Concrete Institute.
- [8] Y. N. Kusuma, W. Mahendra, J., 1945, *the Study of Form and Layout of Shear Wall on the Structure of Multi-Storey Building Behavior*, No. 1, T. Sipil, F. Teknik, and S. Ganda.
- [9] M. W. Rizki, 2016, *Efek Penambahan Shearwall Berbentuk L Pada Bangunan Rusunawa UNAND*, Skripsi, Program Sarjana Teknik Sipil, Univ. Andalas, Padang.