



PENGARUH POSISI DINDING GESER I-SHAPE TERHADAP SIMPANGAN STRUKTUR PADA GEDUNG RUSUNAWA DI KOTA DOLOK SANGGUL, SUMATERA UTARA

THE EFFECT OF I-SHAPE SHEAR WALL POSITION ON STRUCTURAL DEVIATION IN RUSUNAWA BUILDING IN DOLOK SANGGUL CITY, NORTH SUMATERA

Ilham Sukena^a, Meillyta^b

^{a,b}Universitas Muhammadiyah Aceh, Jalan Muhammadiyah No. 91 Batoh-Banda Aceh, Indonesia

*Sukenailham26@gmail.com

Info Artikel:

- Artikel Masuk: 19/12/2024

Artikel diterima: 30/12/2024

ABSTRAK

Simpangan struktur berlebih sering terjadi akibat beban lateral yang besar, seperti beban gempa, yang dapat mengakibatkan keruntuhan jika melampaui batas izin. Beban gempa bekerja secara dinamis pada struktur dan dapat menyebabkan deformasi signifikan, terutama pada struktur tanpa elemen perkuatan. Salah satu solusi untuk mengurangi dampak tersebut adalah penambahan dinding geser. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh posisi dinding geser terhadap simpangan struktur Gedung Rusunawa 3 lantai di Kota Dolok Sanggul, Sumatera Utara. Beban gempa dianalisis menggunakan model I-shape shear wall dengan empat variasi posisi, dimodelkan melalui SAP2000 V.20 berdasarkan SNI 1726:2019. Hasil menunjukkan bahwa penempatan dinding geser pada variasi 3 di inti bangunan mengurangi simpangan arah x sebesar 88,690%, 96,839%, dan 96,806% pada setiap lantai, serta simpangan arah y sebesar 88,701%, 97,524%, dan 97,319%. Sebaliknya, variasi 1 dan 2 meningkatkan simpangan arah x masing-masing sebesar 1,786%–2,678%, tetapi mengurangi simpangan arah y sebesar 92,090%–97,918%. Posisi dinding geser berpengaruh signifikan terhadap kinerja struktur. Penempatan dinding geser searah dengan beban lateral gempa lebih efektif mengurangi simpangan, sedangkan posisi yang tidak searah menyebabkan ketidakstabilan kekakuan dan peningkatan simpangan. Penempatan dinding geser pada pusat massa bangunan efektif menurunkan simpangan di kedua arah sumbu. Dengan demikian, posisi dinding geser yang tepat dapat meningkatkan stabilitas struktur terhadap beban gempa.

Kata Kunci : Beban Gempa; Dinding Geser; SAP2000; Simpangan Struktur; Variasi Penempatan

ABSTRACT

Excessive structural deviation occurs when large lateral loads act, one of which is earthquake load. If the structural deviation exceeds the permitted limit, the building is susceptible to collapse. One method that can be applied is the addition of shear walls. This study aimed to determine the effect of the position of the shear wall on the structural deviation in a 3-story Rusunawa Building in Dolok Sanggul City, North Sumatra Province. The placement of the I-shape shear wall is modeled with 4 different position variations. The modelling of the review building structure was carried out with the help of the SAP2000 V.20 application following the

provisions of SNI 1726:2019. The results of this study indicate that the placement of shear walls in variation 3 in the building core reduces the x-direction deviation value of each floor by 88.690%, 96.839% and 96.806%, while the y-direction deviation value on each floor is reduced by 88.701%, 97.524% and 97.319%. The placement of shear walls in variations 1 and 2 increases the value of the x-direction structural deviation by 1.786% and 2.381% on the 1st floor, increases by 2.207% and 2.467% on the 2nd floor and increases by 2.357% and 2.678% on the 3rd floor. The value of the y-direction structural deviation in variations 1 and 2 decreases by 92.090% and 92.090% on the 1st floor, decreases by 97.890% and 97.918% on the 2nd floor and decreases by 97.152% and 97.187% on the 3rd floor. It can be concluded from the study that the position has a significant effect on the performance of the shear wall. The placement of the shear wall in the same direction as the lateral load effectively reduces the structural deviation. The placement of the shear wall that is not in the same direction as the lateral load will cause stiffness instability so that the structural deviation increases and the placement of the shear wall at the center of mass of the building effectively reduces the deviation in both directions of the building axis.

Keyword: Earthquake Load; Shear Wall; SAP2000; Structure Deflection; Placement Variation

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang terletak pada kawasan yang disebut area *ring of fire*. Letak tersebut menyebabkan Indonesia memiliki banyak patahan aktif dan sering mengalami gempa bumi. Kondisi alam Indonesia membuat para perancang gedung bertingkat di Indonesia harus menerapkan penanganan yang tepat agar bangunan tetap dapat beroperasi dan aman saat terkena gempa. Pada perencanaan struktur, beban lateral yang sering diperhitungkan karena dapat menimbulkan gaya lateral yang besar adalah beban angin dan beban gempa. Semakin tinggi bangunan, semakin rawan pula bangunan tersebut terhadap keruntuhan akibat gaya lateral terutama gaya gempa. Akibat adanya gaya lateral yang bekerja adalah struktur mengalami simpangan. Apabila simpangan struktur melebihi syarat aman yang telah ditetapkan oleh peraturan yang ada maka gedung dinyatakan rentan mengalami keruntuhan.

Salah satu solusi untuk mengatasi simpangan struktur yang melebihi batas izin adalah dengan menambahkan dinding geser atau *shear wall* pada struktur bangunan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja dinding geser adalah besarnya beban lateral yang bekerja, dimensi dinding geser, posisi, serta bahan yang digunakan [1]. Profil *I-shape* digunakan karena akan diperoleh kapasitas aksial serta momen terbesar dan luas tulangan yang terkecil akibat gaya-gaya yang bekerja daripada dinding geser berbentuk lain dengan spesifikasi yang sama [2].

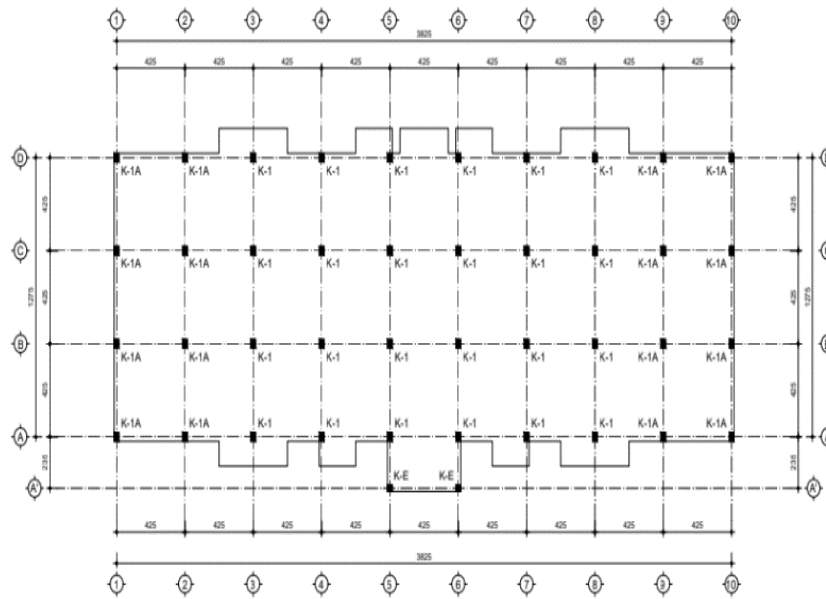
Fokus penelitian ini adalah analisa simpangan antar lantai yang terjadi pada gedung bertingkat akibat adanya beberapa variasi penempatan dinding geser. Analisa dilakukan dengan pemodelan gedung bertingkat menggunakan bantuan aplikasi SAP2000 V.20 dengan merujuk kepada ketentuan SNI 1726:2019. Pada penelitian ini, analisa simpangan struktur dilakukan berdasarkan beban-beban yang bekerja pada berbagai elemen struktural tanpa mempertimbangkan struktur tanah dan pondasi. Objek penelitian adalah Gedung Rusunawa 3 lantai yang berlokasi di Kota Dolok Sanggul, Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara.

2. METODE

Analisa pengaruh posisi dinding geser terhadap simpangan horizontal yang terjadi pada bangunan gedung dimulai dengan pengumpulan data-data yang dibutuhkan. Data-data tersebut antara lain:

1. Denah bangunan
2. Data mutu material
3. Data dimensi dan penulangan kolom
4. Data dimensi dan penulangan balok

5. Data dimensi pelat lantai
6. Data beban gempa pada penelitian terdahulu
7. Data hasil perhitungan simpangan struktur pada penelitian terdahulu

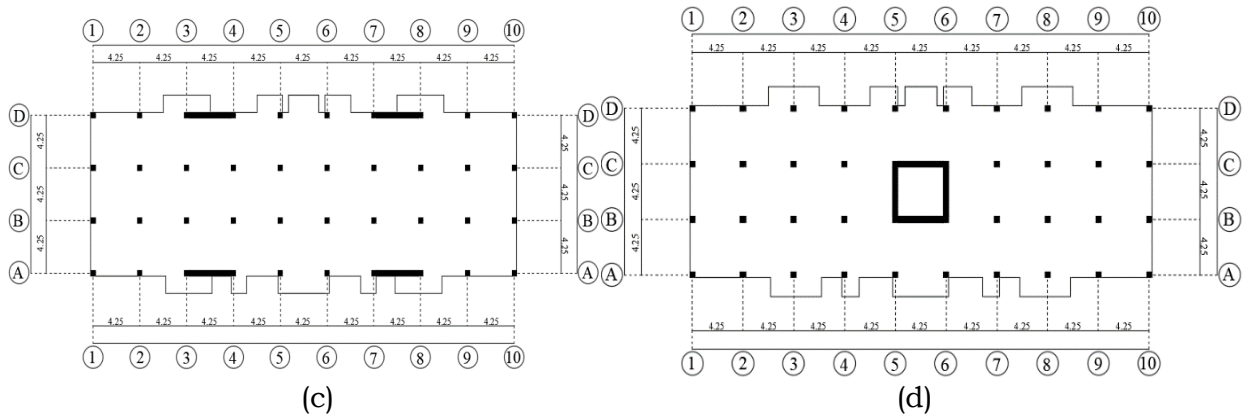
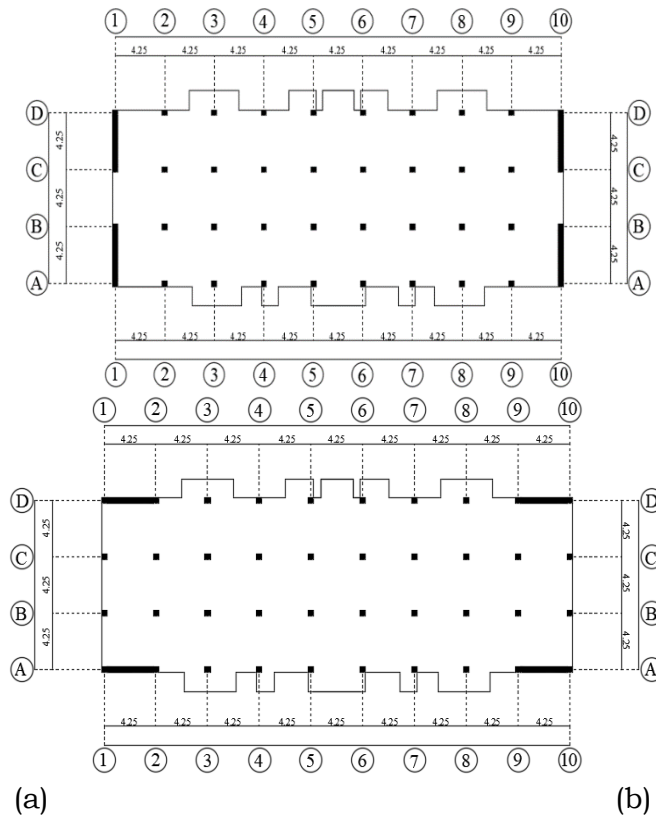


Gambar 1. Denah lantai 1, lantai 2 dan lantai 3 gedung tinjauan

Pre-Liminary Design merupakan tahap awal untuk memperkirakan dimensi gedung berdasarkan gambar struktural gedung agar selanjutnya dilakukan analisa dengan program SAP2000 V.20. Berikut adalah langkah-langkah pemodelan struktur yang dilakukan:

1. Mempersiapkan garis bantu (*grid*) dalam ruang tiga dimensi untuk menempatkan elemen-elemen struktur.
2. Memasukkan data material penyusun elemen struktur.
3. Memasukkan data penampang elemen-elemen struktur seperti dimensi, penulangan dan tipe material yang digunakan.
4. Menggambar seluruh elemen struktur pada posisi masing-masing sehingga menjadi satu kesatuan (*portal*).

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap 4 variasi perletakan dinding geser menggunakan denah gedung yang sama. Penempatan dinding geser pada setiap variasi adalah sebagai berikut:



Gambar 2. (a) Penelitian sebelumnya, (b) Variasi 1, (c) Variasi 2, (d) Variasi 3

Perhitungan dan analisa beban gempa berdasarkan langkah-langkah pada SNI 1726:2019 untuk bangunan gedung. Nilai dari beberapa parameter perhitungan beban gempa dapat diperoleh dari website <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id>. Untuk data properti beban gempa seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan nilai parameter kegempaan adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan koordinat lokasi yang ingin ditinjau
2. Selain memasukkan koordinat, lokasi tinjauan juga dapat ditentukan dengan memilih langsung pada peta yang telah disediakan
3. Menentukan jenis tanah pada lokasi penelitian

Tabel 1. Data Properti Beban Gempa [3]

Properti Beban Gempa	Input
Periode Waktu (T)	0,574
Percepatan Periode Pendek (S_s)	1,5085
Percepatan Periode 1 detik (S_1)	0,6719
Periode Transisi	20
Kelas Situs	SE
Modifikasi Respon (R)	8
Kuat Lebih Sistem (Ω_0)	3
Pembesaran Defleksi (C_d)	5 ½
Faktor Keutamaan (I_e)	1

Sumber: Wahyu, 2023

Pada program SAP2000 V.20, beban mati dihitung dan di-input secara otomatis. Beban mati berupa berat sendiri berbagai elemen seperti sloof, balok lantai, kolom, ring balok, pelat lantai dan dinding geser. Berat sendiri dari berbagai elemen pada struktur tersebut dipengaruhi oleh dimensi penampang dan material yang digunakan.

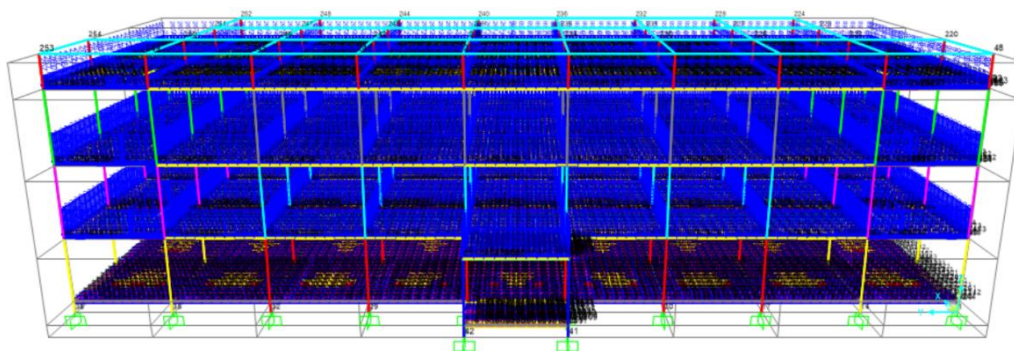
Beban mati tambahan yang di-input pada model struktur berdasarkan elemen-elemen non-struktural yang cukup memberikan penambahan beban pada bangunan. Beban mati tambahan dapat berbeda pada berbagai bangunan bergantung kepada desainnya. Data beban mati tambahan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Beban Mati Tambahan [3]

Lokasi Beban	Nilai (KN/m ²)
Pelat Lantai	1,510
Balok Lantai 1 dan 2	6,875
Balok lantai 3	2,625

Sumber: Wahyu, 2023

Beban hidup pada struktur yang diinput berdasarkan ketentuan SNI 1727:2020. Input beban hidup pada model struktur menggunakan SAP 2000 dilakukan pada beberapa elemen struktur seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

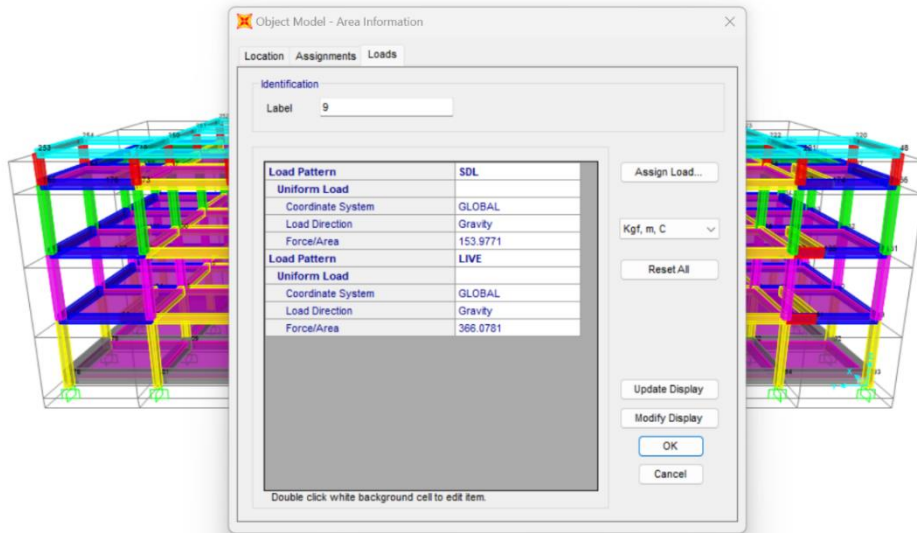
**Gambar 3.** Input beban mati tambahan pada model struktur di SAP2000 V.20

Untuk data beban hidup tambahan seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Beban Hidup [4]

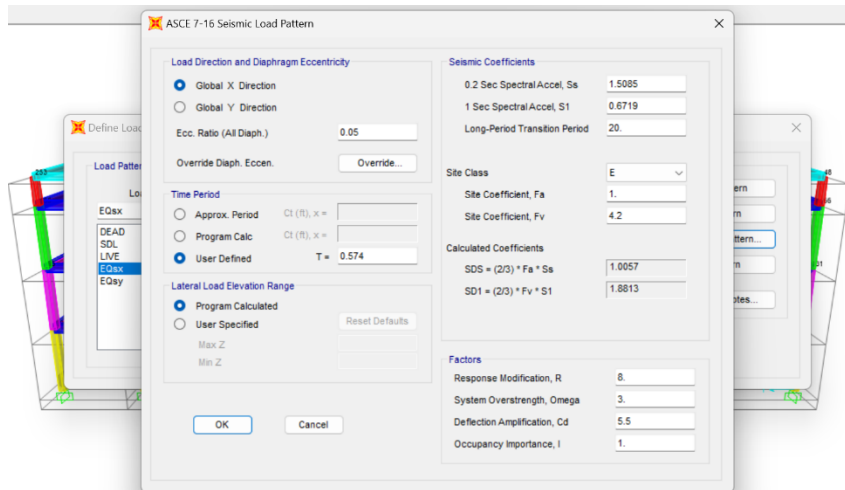
Lokasi Beban	Nilai (KN/m ²)
Pelat Lantai	1,510
Balok Lantai 1 dan 2	6,875
Balok lantai 3	2,625

Sumber: SNI 1727, 2020



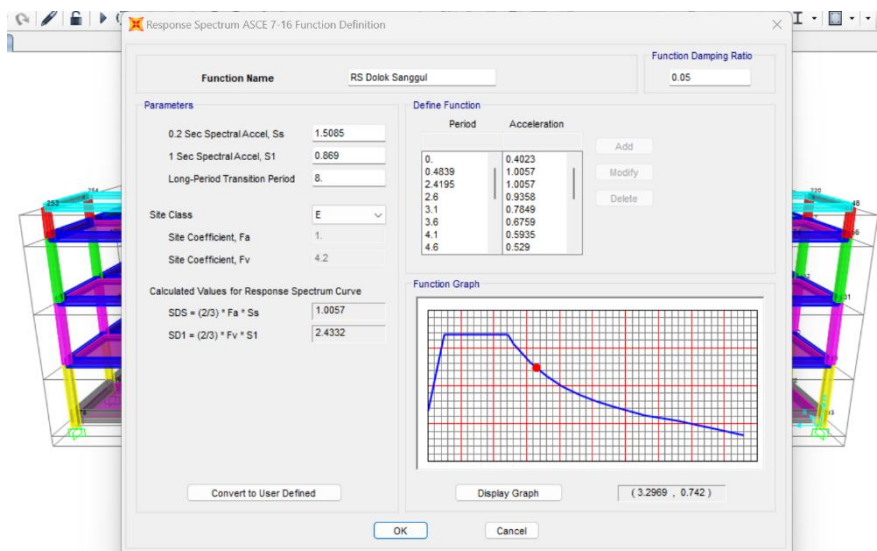
Gambar 4. Input beban hidup pada model struktur di SAP2000 V.20

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan dianalisa dengan dua metode. Metode pertama yaitu metode statis yang mengasumsikan beban gempa sebagai gaya lateral dimana besaran dan arahnya bersifat tetap. Data properti beban gempa wilayah lokasi penelitian yang telah diperoleh di-input ke SAP2000 dalam arah x dan arah y seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Input beban gempa statis di SAP2000 V.20

Metode kedua adalah metode dinamis dimana beban gempa diasumsikan sebagai gaya lateral yang besaran serta arahnya berubah seiring waktu. Perhitungan beban gempa dinamis pada penelitian ini menggunakan metode Respon Spektrum. Data properti perhitungan beban gempa di wilayah lokasi penelitian di-input di SAP2000 sebagaimana pada perhitungan beban gempa statis. Beban gempa dinamis di-input dalam arah x dan arah y seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Input beban gempa dinamis di SAP2000 V.20

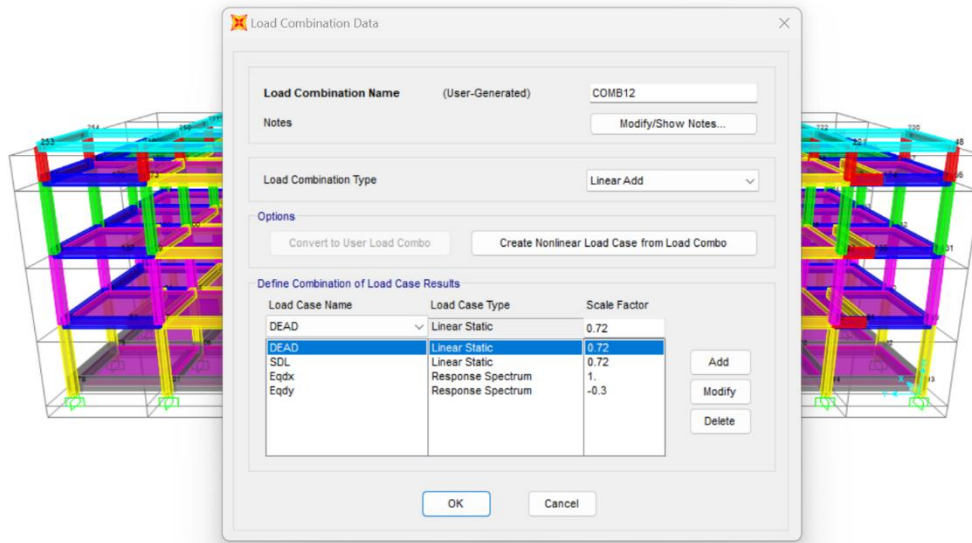
Kombinasi pembebanan pada analisa beban gempa untuk bangunan gedung mengikuti ketentuan SNI 1726:2019. Perhitungan beban seismik pada penelitian ini menggunakan 18 kombinasi beban, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kombinasi Pembebanan [5]

No.	Kombinasi Beban
1	$U = 1,4 D + 1,4 SD$
2	$U = 1,2 D + 1,2 SD + 1,6 L$
3	$U = 1,38 D + 1,38 SD + 1,0 E_x + 0,3 E_y + 1,0 L$
4	$U = 1,38 D + 1,38 SD + 1,0 E_x - 0,3 E_y + 1,0 L$
5	$U = 1,38 D + 1,38 SD - 1,0 E_x + 0,3 E_y + 1,0 L$
6	$U = 1,38 D + 1,38 SD - 1,0 E_x - 0,3 E_y + 1,0 L$
7	$U = 1,38 D + 1,38 SD + 1,0 E_y + 0,3 E_x + 1,0 L$
8	$U = 1,38 D + 1,38 SD + 1,0 E_y - 0,3 E_x + 1,0 L$
9	$U = 1,38 D + 1,38 SD - 1,0 E_y + 0,3 E_x + 1,0 L$
10	$U = 1,38 D + 1,38 SD - 1,0 E_y - 0,3 E_x + 1,0 L$
11	$U = 0,72 D + 0,72 SD + 1,0 E_x + 0,3 E_y$
12	$U = 0,72 D + 0,72 SD + 1,0 E_x - 0,3 E_y$
13	$U = 0,72 D + 0,72 SD - 1,0 E_x + 0,3 E_y$
14	$U = 0,72 D + 0,72 SD - 1,0 E_x - 0,3 E_y$
15	$U = 0,72 D + 0,72 SD + 1,0 E_y + 0,3 E_x$
16	$U = 0,72 D + 0,72 SD + 1,0 E_y - 0,3 E_x$
17	$U = 0,72 D + 0,72 SD - 1,0 E_y + 0,3 E_x$
18	$U = 0,72 D + 0,72 SD - 1,0 E_y - 0,3 E_x$

Sumber: SNI 2847, 2019

Penentuan kombinasi pembebanan pada model struktur di SAP2000 V.20 seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Penentuan kombinasi pembebanan pada model struktur di SAP2000 V.20

Nilai simpangan struktur yang telah dihitung dari *output* defleksi setelah dilakukan analisa dengan Sap2000 dihitung menggunakan persamaan umum agar diperoleh nilai simpangan struktur. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\Delta_{x,y} = \frac{(\delta_2 - \delta_1) \times C_d}{I_e} \tag{1}$$

Keterangan:

- δ : Defleksi yang terjadi (mm)
- C_d : Faktor pembesaran defleksi
- I_e : Faktor keutamaan

Simpangan struktur yang telah diperoleh pada setiap tingkat bangunan dikontrol sesuai dengan ketentuan. Kontrol simpangan struktur harus memenuhi persyaratan dimana simpangan struktur yang terjadi pada bangunan dalam arah x dan arah y harus lebih kecil dari simpangan struktur izin ($\Delta_{x,y} < \Delta_a$). Simpangan struktur izin dihitung dengan merujuk kepada SNI 1726:2019, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Simpangan Struktur Izin (Δ_a) [6]

Struktur	Kategori Resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat, atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Sumber: SNI 1726, 2019

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, diperoleh data simpangan struktur tiap lantai pada gedung tinjauan untuk setiap variasi peletakan dinding geser. Data-data hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik. Untuk nilai simpangan struktur arah x pada setiap variasi posisi dinding geser ditampilkan pada Tabel 6.

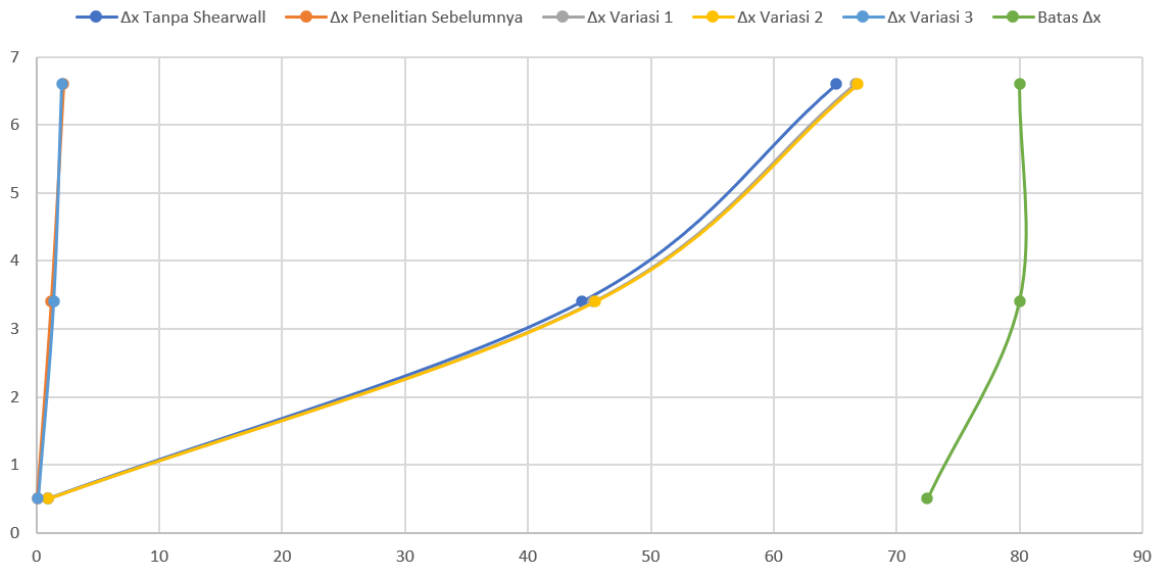
Tabel 6. Nilai simpangan struktur arah x pada setiap variasi posisi dinding geser

Lantai	Tinggi Lantai	δx (m)	δx (mm)	Δx (mm)	Δa (mm)	Kontrol $\Delta x < \Delta a$
Tanpa Dinding Geser						
Lantai 3	3200	0,020069	20,069	65,092	80	Aman
Lantai 2	3200	0,008234	8,234	44,363	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000168	0,168	0,924	72,50	Aman
Variasi Penempatan pada Penelitian Terdahulu						
Lantai 3	3200	0,000632	0,632	2,194	80	Aman
Lantai 2	3200	0,000233	0,233	1,204	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000014	0,014	0,077	72,50	Aman
Variasi Penempatan 1						
Lantai 3	3200	0,020529	20,529	66,627	80	Aman
Lantai 2	3200	0,008415	8,415	45,342	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000171	0,171	0,940	72,50	Aman
Variasi Penempatan 2						
Lantai 3	3200	0,020589	20,589	66,836	80	Aman
Lantai 2	3200	0,008437	8,437	45,457	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000172	0,172	0,946	72,50	Aman
Variasi Penempatan 3						
Lantai 3	3200	0,000652	0,652	2,079	80	Aman
Lantai 2	3200	0,000274	0,274	1,402	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000019	0,019	0,104	72,50	Aman

Perubahan simpangan struktur arah x setiap variasi ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase perubahan simpangan struktur arah x setiap variasi

Kode Lantai	Penelitian Sebelumnya	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
Lantai 3	-96,629%	2,357%	2,678%	-96,806%
Lantai 2	-97,285%	2,207%	2,467%	-96,839%
Lantai 3	-91,667%	1,786%	2,381%	-88,690%



Gambar 8. Grafik nilai simpangan struktur arah x

Dapat dilihat dari grafik 8 bahwa simpangan struktur arah x berkurang drastis pada penerapan dinding geser seperti penempatan penelitian sebelumnya dan pada variasi penempatan 3. Penurunan nilai simpangan struktur terjadi karena dinding geser pada kedua variasi tersebut ditempatkan di arah sumbu x bangunan sehingga menambah kekakuan bangunan pada sumbu tersebut serta membantu memperkuat struktur dengan menahan gaya lateral arah x. Sedangkan pada variasi lain tidak terjadi pengurangan nilai simpangan struktur yang dihasilkan karena dinding geser tidak ditempatkan pada sumbu x seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai simpangan struktur arah y pada setiap variasi posisi dinding geser

Lantai	Tinggi Lantai	δy (m)	δy (mm)	Δy (mm)	Δa (mm)	Kontrol $\Delta y < \Delta a$
Tanpa Dinding Geser						
Lantai 3	3200	0,025163	25,163	78,782	80	Aman
Lantai 2	3200	0,010839	10,839	58,641	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000177	0,177	0,973	72,50	Aman
Variasi Penempatan pada Penelitian Terdahulu						
Lantai 3	3200	0,026047	26,047	80,811	80	Aman
Lantai 2	3200	0,011354	11,354	61,231	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000221	0,221	1,215	72,50	Aman
Variasi Penempatan 1						
Lantai 3	3200	0,000647	0,647	2,244	80	Aman
Lantai 2	3200	0,000239	0,239	1,237	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000014	0,014	0,077	72,50	Aman
Variasi Penempatan 2						
Lantai 3	3200	0,000639	0,639	2,216	80	Aman
Lantai 2	3200	0,000239	0,236	1,221	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000014	0,014	0,077	72,50	Aman

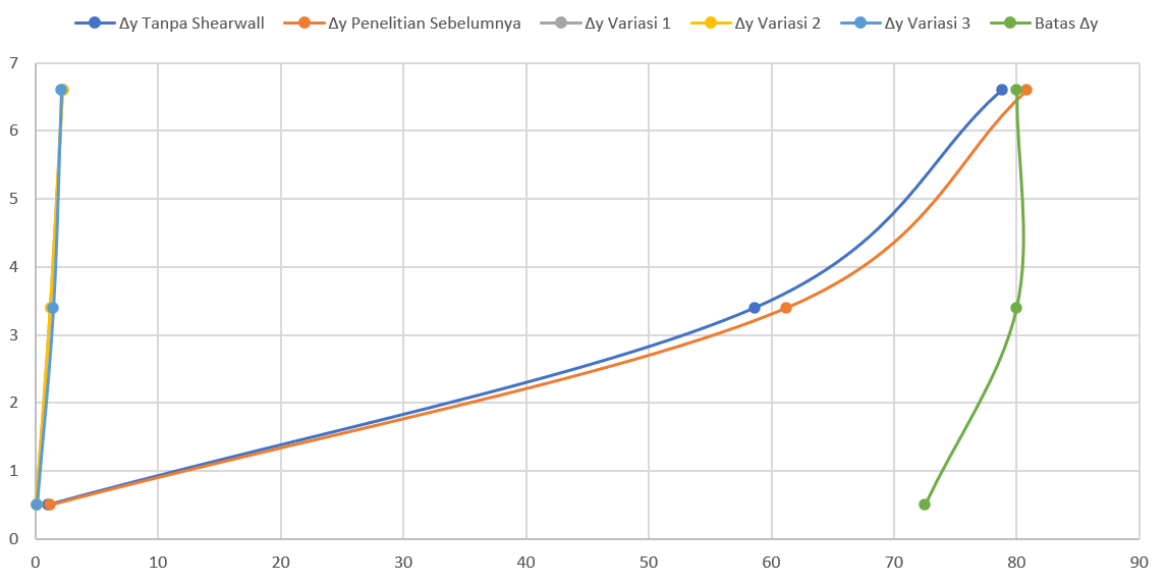
Variasi Penempatan 3

Lantai 3	3200	0,000668	0,668	2,112	80	Aman
Lantai 2	3200	0,000284	0,284	1,452	80	Aman
Lantai 1	2900	0,000020	0,020	0,110	72,50	Aman

Perubahan simpangan struktur arah y setiap variasi, seperti ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Persentase perubahan simpangan struktur arah y setiap variasi

Kode Lantai	Penelitian Sebelumnya	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
Lantai 3	2,576%	-97,152%	-97,187%	-97,319%
Lantai 2	4,418%	-97,890%	-97,918%	-97,524%
Lantai 3	24,859%	-92,090%	-92,090%	-88,701%



Gambar 9. Grafik nilai simpangan struktur arah y

Dari Gambar 9 diketahui bahwa simpangan struktur arah y berkurang secara signifikan pada penerapan dinding geser variasi 1, variasi 2 dan variasi 3. Penurunan nilai simpangan struktur yang signifikan terjadi karena dinding geser ditempatkan pada raha sumbu y bangunan sehingga membantu memperkuat bangunan untuk menerima gaya lateral arah y dan menambah kekakuan yang membuat gedung mengalami simpangan struktur lebih kecil. Sedangkan pada variasi lain tidak terjadi perubahan pada nilai simpangan struktur yang dihasilkan karena dinding geser tidak ditempatkan pada sumbu y.

4. KESIMPULAN

Dinding geser *I-shape* yang ditempatkan tidak searah dengan beban lateral yang bekerja tidak membantu mengurangi simpangan struktur pada sumbu arah beban bekerja, sebaliknya dapat memperbesar simpangan struktur pada arah berlawanan akibat terjadinya ketidakseimbangan kekakuan. Penempatan dinding geser *I-shape* di inti bangunan sangat baik untuk mengurangi simpangan struktur gedung karena *core wall* menahan gaya lateral sumbu horizontal x dan y. Penempatan dinding geser pada kedua

sumbu horizontal x dan y pada gedung sangat efektif untuk memperkecil simpangan struktur. Posisi dinding geser *I-shape* memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kinerjanya dalam menambah kekuatan bangunan dan memperkecil simpangan struktur yang terjadi

5. REFERENSI

- [1] L. Fauziah, M. D. J. Sumajouw, S. O. Dapas, dan R. S. Windah, "Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa", Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2014.
- [2] L. S. B. Wibowo dan D. Zebua, "Analisis Pengaruh Lokasi Dinding Geser Terhadap Pergeseran Lateral Bangunan Bertingkat Beton Bertulang 5 Lantai", *Ge-STRAM*, Vol. 4, 16-20, 2021.
- [3] M. Wahyu, "Analisa Pengaruh Dinding Geser Terhadap Simpangan Horizontal Struktur Gedung", Universitas Muhammadiyah Aceh, 2023.
- [4] Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727, "Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain", Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 2020.
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan", Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 2019.
- [6] Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726, "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung", Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 2019.
- [7] M. R. Amri, G. Yulianti, R. Yunus, S. W. Wiguna, A. Adi, A. N. Ichwana, Randongkir, R. Evans, dan R. T. Septian, "Risiko Bencana Indonesia (RBI)", BNPB Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, 2016.
- [8] Bahera, Sanjeebanee, and P. K. Parhi, "Studies on Location of Shear Wall in Buildings for Structural Stability", *International Journal of Research in Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 6 Issue 6, 2017.
- [9] N. Faqih, "Analisis Desain Konstruksi dengan Perhitungan Manual dan Program SAP2000 Versi 9", Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo, 2018.
- [10] H. Gou and K. Wong, "A Comparative Study of Shear Wall Performance on Multi-Storey Residential Buildings under Wind and Earthquake Loads", *Engineering Structures*, 199, 109620, 2019.
- [11] A. N. Ismail, "Perbandingan Simpangan Horizontal pada Bangunan Bertingkat Struktur Beton dengan Penggunaan Dinding Geser Menurut SNI-1726-2002 dan SNI-1726-2012", Cilegon, 2015.
- [12] A. Kaveh and P. Zakian "Seismic Design Optimization of RC Moment Frames and Dual Shear Wall-Frame Structures Via CSS Algorithm", *Asian Journal of Civil Engineering*, 15, 435-465, 2014.
- [13] H. Muhtadin, "Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, dan Simpangan Antar Lantai Bangunan Berdasarkan SNI 1726-2019 dan SNI 1726-2012", 2023.
- [14] A. Tanii, J. J. S. Pah, R. Ramang, A. H. Rizal, dan S. Utomo, "Keefektifan Penempatan Dinding Geser Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Struktur", *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 12, 2023.
- [15] Nurul, "Analisa Letak Dinding Geser (*Shear Wall*) terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa", Ternate, 2019.
- [16] R. Rendra, "Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa dengan Metode Respon Spektrum dan Time History", Universitas Riau, Pekanbaru, 2015.
- [17] Simamora dan Jawaarta, "Analisis Perpindahan Lateral Struktur Beton Bertulang pada Bangunan Bertingkat Beraturan dan Ketidakteraturan Horizontal", Surabaya, 2020.