

ANALISIS PENGARUH BENTUK DINDING GESER BETON BERTULANG TERHADAP KAPASITAS DAN LUAS TULANGAN

I Gede Gegiranang Wiryadi¹ dan I Ketut Sudarsana²

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Mahasaraswati, Denpasar

²Program Studi Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar

Email:anankwiryadi@gmail.com

ABSTRAK

Terdapat beberapa cara untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan bertingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horisontal dan memperkecil periode waktu getar strukturnya, salah satu solusi yang digunakan adalah dengan penambahan dinding geser. Dinding geser memiliki banyak tipe bila dibagi berdasarkan bentuknya yang diantaranya dinding geser I-Shape, L-Shape, T-Shape dan IWF-Shape yang dapat disesuaikan dengan denah yang tersedia dan bentuk bangunannya. Perbedaan bentuk dari dinding geser selaras dengan perbedaan kapasitas dinding geser di dalam memikul gaya-gaya luar serta perbedaan pada luas tulangannya. Dengan bantuan *software S-Concrete versi 7.02* ketika memodelkan 4 tipe bentuk dinding geser yang diberi gaya-gaya luar (aksial dan momen) yang arah dan besarnya sama dan spesifikasi material yang sama, maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas gaya aksial dan momen terbesar ada pada dinding geser I-Shape yang dibuktikan dengan rasio aksial-momen terhadap kapasitas sebesar 0,71, dilanjutkan dengan dinding geser IWF-Shape (0,86) dan L-Shape dan T-Shape (keduanya 0,96). Ditinjau dari segi luas tulangan total, dimulai dari terkecil terdapat pada dinding geser I-Shape dengan luas 29166 mm², diikuti dengan dinding geser L-Shape (36666 mm²), T-Shape (40833 mm²), dan IWF-Shape (51250 mm²).

Kata kunci: *dinding geser, I-shape, L-shape, T-shape, IWF-shape, S-Concrete, kapasitas, luas tulangan*

ANALYSIS OF SHAPE EFFECT OF REINFORCED CONCRETE SHEAR WALL DUE TO CAPACITY AND REBAR AREA

ABSTRACT

There are several way to improve the structural performance of high rise building in anticipate horizontal drift and reduce structure time period, one of the solution is by adding the shear wall. Shear wall has many type if it divided by it's shape, including I-Shape, L-Shape, T-Shape and IWF-Shape that can be adapted with the available plan and building shape. The shape difference of shear wall is linear with the difference of shear wall capacity in enduring the forces and the difference of rebar area. By using *S-concrete version 7.02* when modelling 4 type of shear walls that given the same axial force and moment and the same materials, it can be concluded that the biggest axial forces and moment capacity is on the I-Shape shear wall as evidenced by axial: momen ratio compare to the capacity as big as 0.71, followed by IWF-Shape (0.86), and L-Shape and T-Shape (both 0.96). Evaluated from total of rebar area, starting from the smallest, I-Shape shear wall with area 29166 mm², followed by L-Shape (36666 mm²), T-Shape (40833 mm²), and IWF-Shape (51250 mm²).

Keywords: *shear wall, I-shape, L-shape, T-shape, IWF-shape, S-Concrete, capacity, rebar area*

1 PENDAHULUAN

Struktur bangunan dalam perencanaannya selain memperhitungkan ketahanan memikul beban vertical juga memperhitungkan ketahanan terhadap beban lateral. Beban lateral tersebut antara lain seperti beban angin dan beban gempa. Semakin tinggi bangunan semakin besar pula tingkat resiko bangunan untuk bertahan bila terjadi gempa. Beban gempa merupakan beban yang diperhitungkan berdasarkan pergerakan tanah dimana struktur tersebut berdiri. Adapun indikator yang dapat digunakan untuk mengukur efek dari beban dinamis ini adalah simpangan horisontal dan waktu getar struktur. Apabila simpangan horisontal dan waktu getar struktur ini melebihi syarat aman yang telah ditetapkan oleh peraturan, seperti SNI 1726:2012 tentang kegempaan yang berlaku di Indonesia, maka gedung akan melewati ambang batas *serviceability* dan berpotensi mengalami kerusakan hingga keruntuhan.

Terdapat beberapa cara untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan bertingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horisontal dan memperkecil waktu getar strukturnya, salah satu solusi yang digunakan adalah dengan penambahan dinding geser (*shearwall*). Penambahan dinding geser dapat memperkaku struktur dan mereduksi simpangan lateral akibat gempa (Sudarsana et al., 2014). Dinding geser merupakan slab beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya-gaya dalam yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur. Fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya lateral akibat gempa. Beberapa penelitian eksperimen dan analisis numerik telah dilakukan untuk memprediksi berbagai perilaku dinding geser diantaranya oleh Zhang and Wang, 2000; Graham et al., 2009; Krolicki et al., 2011; Dashti et al., 2017 dan masih banyak lagi yang menunjukkan bahwa penggunaan dinding geser sangat efektif dalam meningkatkan kekakuan struktur dalam menahan beban lateral.

Bentuk dinding geser ada bermacam-macam yang dapat disesuaikan dengan denah yang tersedia dan bentuk bangunannya. Berbagai bentuk yang lazim digunakan diantaranya *I-Shape*, *L-Shape*, *T-Shape* dan *IWF-Shape*. Perbedaan bentuk dari dinding geser selaras dengan perbedaan kapasitas dinding geser, deformasi geser serta perbedaan pada luas tulangannya (Beyer et al., 2011).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk meninjau perbandingan kapasitas serta luas tulangan dari masing-masing bentuk dinding geser dengan bantuan *software S-Concrete v.7.02*, dimana bentuk-bentuk dinding geser tersebut dirancang dengan mengikuti ketentuan dari ACI 318-2014 atau SNI 2847-2013.

2 DINDING GESER

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin. Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu:

1. *Bearing walls* adalah dinding geser yang berfungsi untuk mendukung sebagian besar beban gravitasi. Dinding ini juga dapat dimanfaatkan sebagai partisi antar apartemen yang berdekatan.
2. *Frame walls* adalah dinding geser yang berfungsi untuk menahan beban lateral, yang mana beban gravitasi berasal dari *frame* beton bertulang. Dinding-dinding seperti ini dibuat atau ditempatkan diantara baris kolom.
3. *Core walls* adalah dinding geser yang terletak di dalam wilayah inti atau pusat dalam gedung yang biasanya tempat-tempat tersebut diisi tangga atau poros lift. Dinding yang terletak disekitar inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan paling ekonomis.

Bangunan tinggi tahan gempa umumnya menggunakan elemen-elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen, dan gaya aksial yang timbul akibat beban gempa maupun beban lateral lainnya. Adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, diharapkan mampu menyerap sebagian besar beban gempa atau beban lateral lainnya yang terjadi.

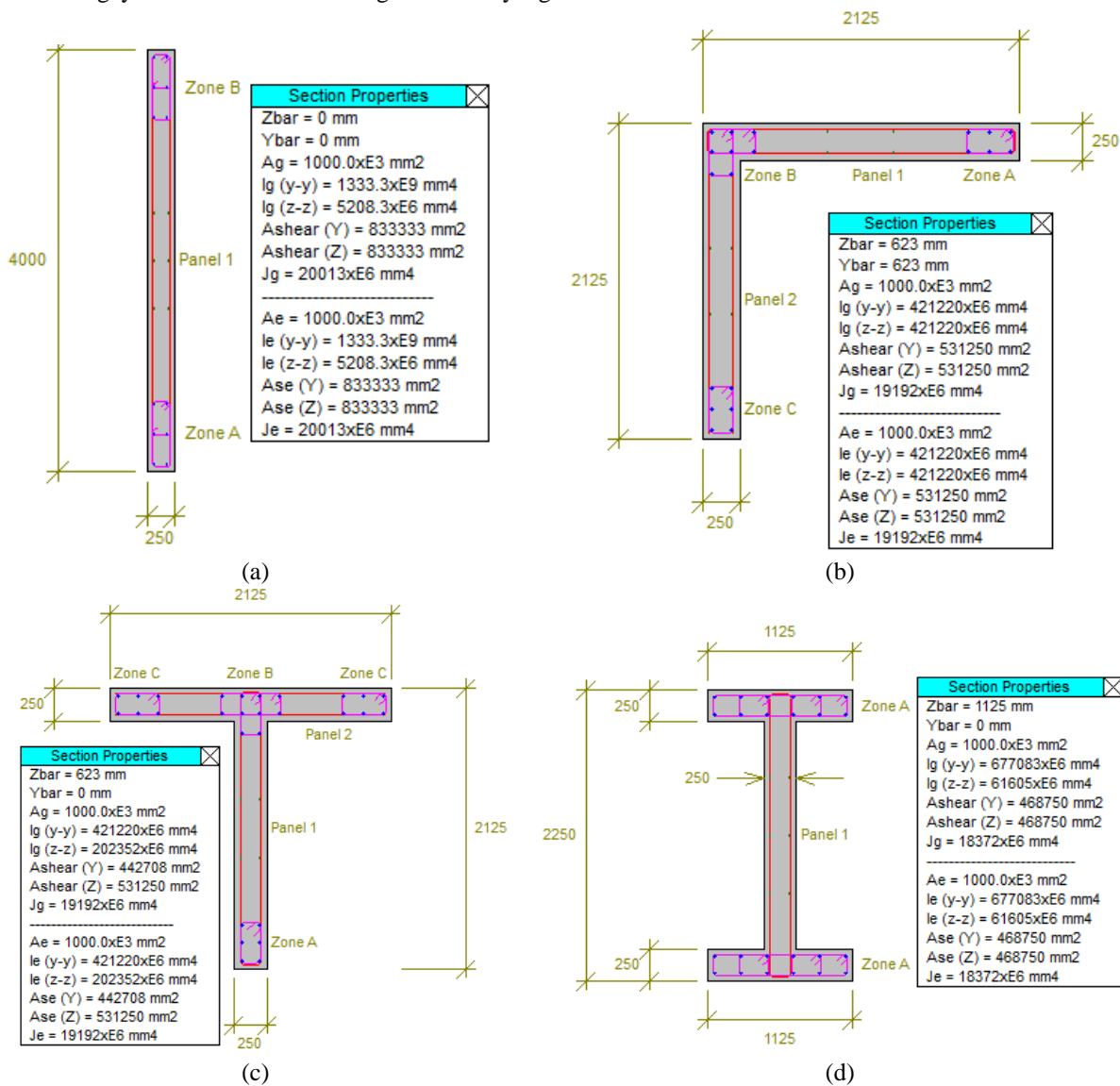
Semakin tinggi suatu gedung, simpangan horisontal yang terjadi akibat gaya lateral akan semakin besar, untuk itu sering digunakan dinding geser pada struktur bangunan tinggi untuk memperkaku struktur sehingga simpangan yang terjadi dapat berkurang. Dinding geser juga berfungsi untuk mereduksi momen yang diterima struktur rangka sehingga dimensi struktur rangka dapat dibuat seefisien mungkin pada struktur bangunan tinggi akibat gaya lateral. Keruntuhan pada dinding geser disebabkan oleh momen lentur karena terjadinya sendi plastis pada kaki dinding (Salonikios, 2007; Bohl and Adebar, 2011). Kapasitas dinding geser dapat juga ditingkatkan dengan memberikan perkuatan (Yang et al., 2018).

Gaya lateral yang diterima struktur gedung, baik diakibatkan oleh beban gempa maupun angin akan disebar melalui struktur lantai yang berfungsi sebagai diafragma horisontal yang kemudian akan ditahan oleh dinding geser karena memiliki kekakuan yang besar untuk menahan gaya lateral. Dinding geser dapat dianggap sebagai balok yang tebal karena kekakuannya dan berinteraksi terhadap gaya lateral serta lentur terhadap momen guling (*overtuning moment*). Kemampuan dinding geser dalam menahan gaya lateral, torsi, dan momen guling

tergantung dari konfigurasi geometri, orientasi, dan lokasi dinding geser pada suatu bangunan (Untari, 2005; Widyawati, 2006).

3 METODE

Dalam penelitian kali ini, proses desain dinding geser dilakukan dengan *software S-concrete v. 7.02*. *Sofwere S-concrete v. 7.02* dapat membantu memodelkan hingga melakukan pengecekan serta menghasilkan diagram interaksi dinding geser (Softek Services, 2006). Pada penelitian ini akan dibandingkan 4 jenis bentuk dinding geser yang diantaranya adalah *I-Shape*, *L-Shape*, *T-Shape* dan *IWF-Shape* yang masing-masingnya akan diberikan gaya aksial dan momen dengan besaran yang sama.

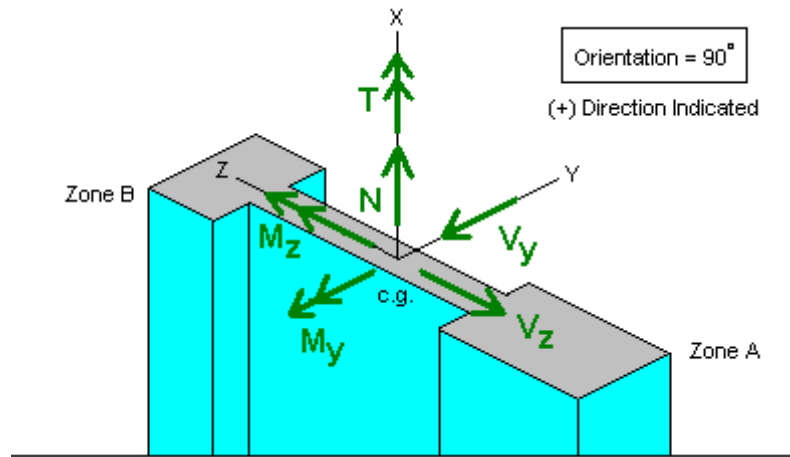


Gambar 1. Tipe-tipe dinding geser berdasarkan bentuk
(a) *I-Shape* (b) *L-Shape* (c) *T-Shape* (d) *IWF-Shape*

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Diagram Interaksi

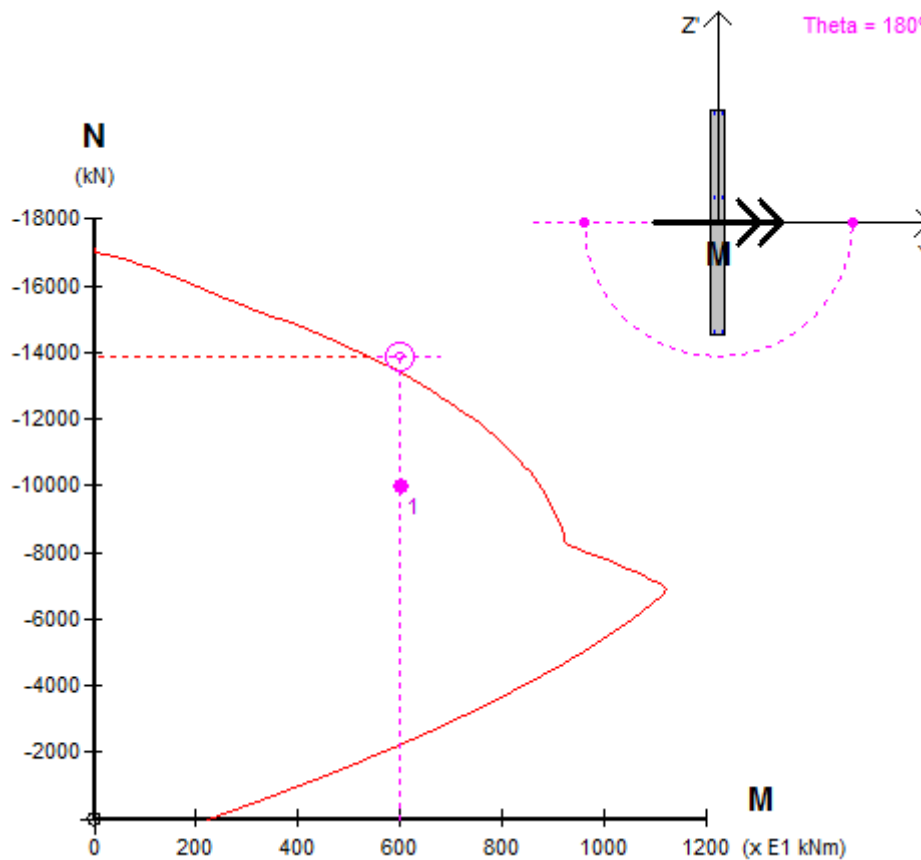
Pada penelitian ini akan dibandingkan 4 jenis bentuk dinding geser yang diantaranya adalah *I-Shape*, *L-Shape*, *T-Shape* dan *IWF-Shape*. Masing-masing dinding geser diberikan gaya aksial sebesar 10000 kN searah gravitasi dan momen sebesar 6000 kNm searah sumbu Z seperti terlihat pada Gambar 2.



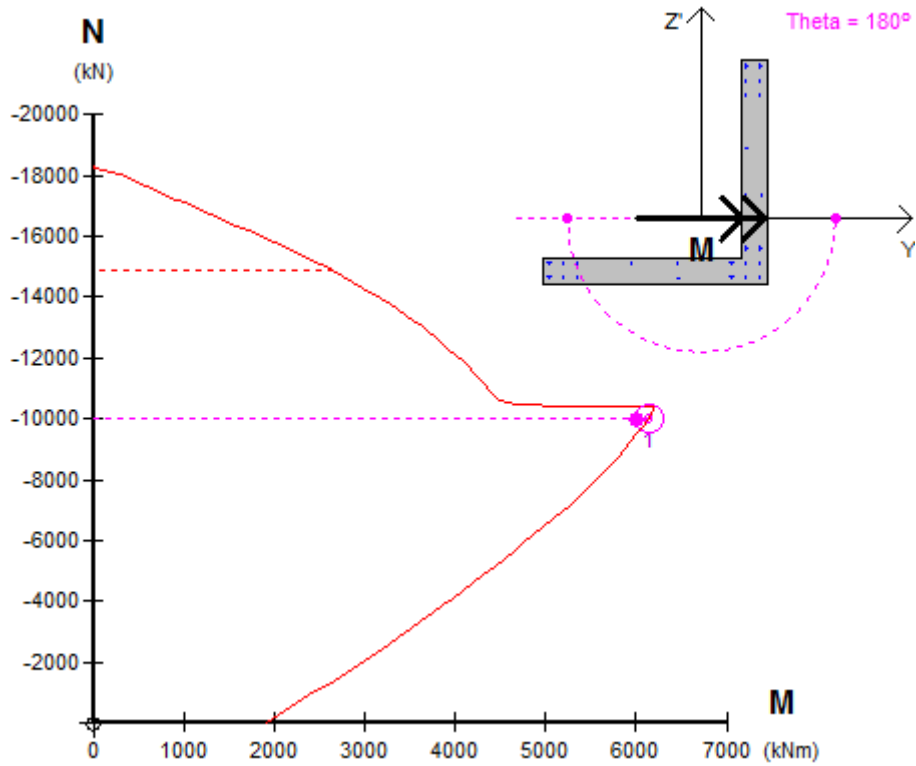
Gambar 2. Definisi sumbu pada dinding geser

Semua dinding geser pada penelitian ini memiliki luas penampang yang sama yaitu $A_g = 1,0 \text{ m}^2$ dan dengan gaya-gaya yang bekerja besarnya sama. Kondisi tersebut dibuat sama dengan harapan dapat diketahui variasi luas penulangan yang diperlukan dari sisi desain, jarak tulangan horizontal maupun vertikal, serta kapasitas aksial-momen dari masing-masing bentuk dinding geser.

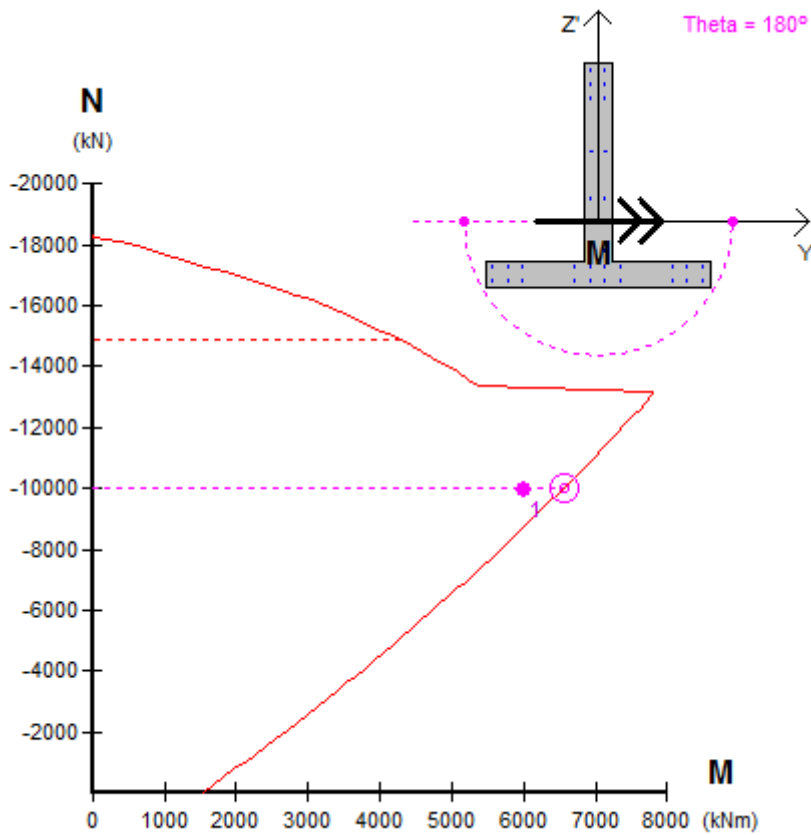
Berdasarkan hasil analisis dan desain dengan *software S-concrete v. 7.02* seperti terlihat pada Gambar 3 hingga Gambar 6, masing-masing bentuk dinding geser memiliki diagram interaksi gaya aksial-momen (N-M) yang berbeda-beda. Perbandingan diagram interaksi gaya aksial-momen berdasarkan hasil analisis menunjukkan dinding geser *I-Shape* merupakan dinding geser yang memiliki kapasitas aksial dan momen yang terbesar diantara dinding geser yang lainnya.



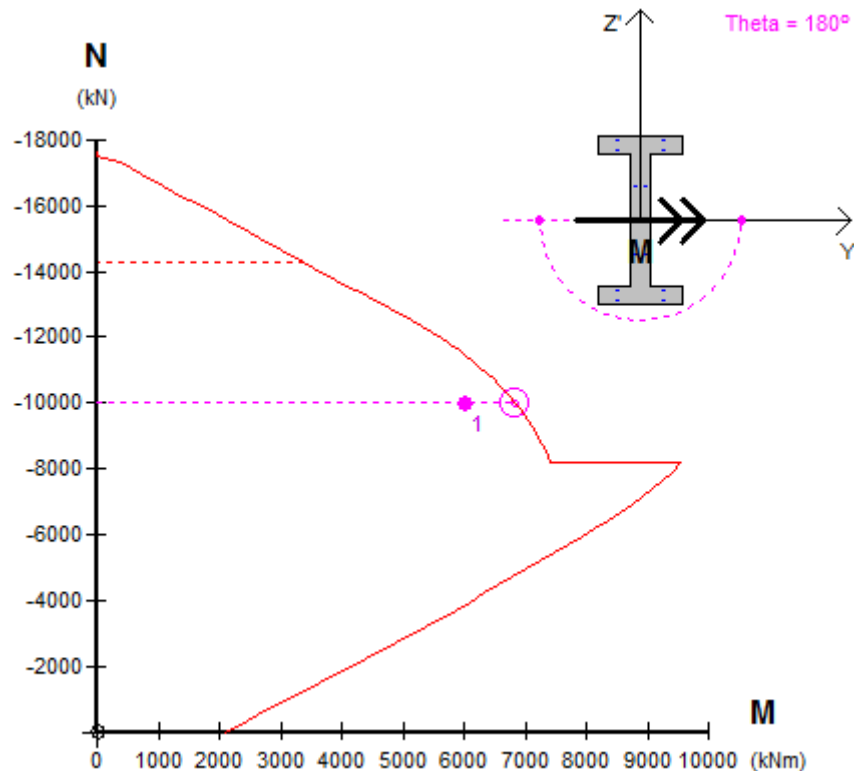
Gambar 3. Diagram Interaksi N-M Dinding Geser *I-Shape*



Gambar 4. Diagram Interaksi N-M Dinding Geser *L-Shape*



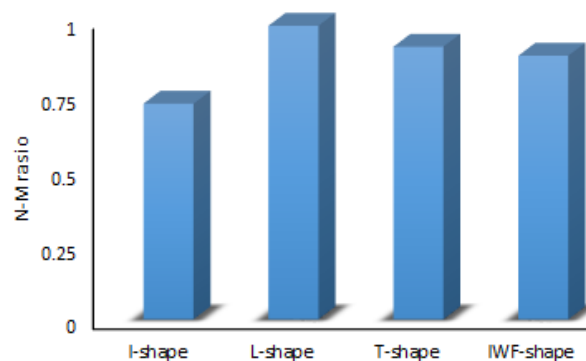
Gambar 5. Diagram Interaksi N-M Dinding Geser *T-Shape*



Gambar 6. Diagram Interaksi N-M Dinding Geser IWF-Shape

4.2 Kapasitas Aksial dan Momen

Gambar 7, menunjukkan Dinding Geser *I-Shape* memiliki rasio aksial-momen terhadap kapasitas yang terkecil (0,72) yang berarti memiliki kapasitas yang paling besar dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini karena dari besaran gaya-gaya yang bekerja ($N = 10000 \text{ kN}$ dan $M = 6000 \text{ kN-m}$) ternyata hanya sebesar 0,72 atau 72% dari kapasitas gaya-gaya yang dapat dipikul oleh dinding geser tersebut. Kemudian dinding geser *IWF-Shape* menempati urutan kedua dengan rasio 0,88. Sedangkan dinding geser *L-Shape* dan *T-Shape* memiliki kapasitas terkecil dibandingkan dengan bentuk lainnya, hal ini dibuktikan dengan rasio aksial-momennya yaitu masing-masing sebesar 0,98 dan 0,91 yang artinya dari gaya-gaya yang bekerja pada dinding geser tersebut sudah mencapai 98% dan 91% dari kapasitas aksial dan momen nya.

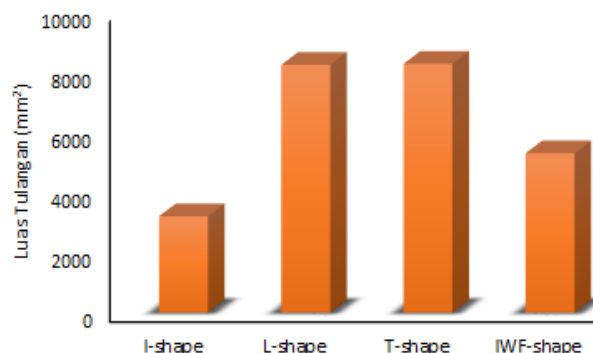


Gambar 7. Perbandingan rasio Aksial : Momen pada masing-masing dinding geser

4.3 Jarak dan Luas Tulangan

Dari hasil desain jarak dan diameter penulangan horizontal dan vertical dibuat sama untuk bagian panelnya yaitu berjarak 450mm untuk semua bentuk dinding geser. Namun dimensi tulangan pada zona dibedakan berdasarkan diameter tulangan sesuai dengan kebutuhan desain. Pada dinding geser *I-shape* dan *IWF-shape* tulangan utama pada zona menggunakan diameter 16mm (D16) sedangkan pada dinding geser *L-shape* dan *T-*

shape menggunakan tulangan diameter 19mm (D19). Jika dibandingkan secara luas tulangan total pada masing-masing dinding geser termasuk penulangan pada daerah elemen batas seperti terlihat pada Gambar 8, maka didapatkan dinding geser *T-Shape* memiliki luas tulangan terbesar (8268 mm²) dibanding semua tipe dinding geser, diikuti dengan *L-Shape* (8232 mm²) dan *IWF-Shape* (5298 mm²) serta yang paling sedikit adalah *I-Shape* (3202 mm²).



Gambar 8. Perbandingan luas tulangan total (A_s total) pada masing-masing dinding geser

5 KESIMPULAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai pengaruh bentuk dinding geser terhadap kapasitas aksial dan momen serta luas tulangannya yang dibantu dengan *software S-Concrete 7.02* didapatkan kesimpulan:

1. Kapasitas gaya aksial dan momen terbesar ada pada dinding geser *I-Shape* yang dibuktikan dengan rasio aksial-momen terhadap kapasitas sebesar 0,72, dilanjutkan dengan dinding geser *IWF-Shape* yang memiliki rasio sebesar 0,88 dan kapasitas terkecil ada pada dinding geser *T-Shape* dan *L-Shape* dengan rasio masing-masing sebesar 0,91 dan 0,98.
2. Luas tulangan total terkecil hingga terbesar berturut-turut yaitu dinding geser *I-Shape* dengan luas 3202 mm², diikuti dengan dinding geser *IWF-Shape* dengan luas 5298 mm² kemudian dinding geser *L-Shape* dengan luas 8232 mm² serta luas tulangan terbesar terdapat pada dinding geser *T-Shape* dengan luas 8268 mm².
3. Tipe bentuk dinding geser yang paling ekonomis adalah dinding geser *I-Shape* dikarenakan dengan gaya-gaya yang bekerja dan spesifikasi yang sama dengan bentuk dinding geser lainnya didapatkan kapasitas aksial dan momen terbesar dan luas tulangan yang terkecil. Sedangkan dinding geser dengan bentuk *L-shape* maupun *T-shape* merupakan dinding geser yang kurang efisien karena kapasitas yang lebih kecil dibandingkan *I-shape* dan *IWF-shape* serta luas tulangan yang besar.

5.2 Saran

Dari hasil pembahasan dan kesimpulan, dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemilihan tipe bentuk dinding geser harus disesuaikan dengan bentuk denah bangunan yang akan dirancang serta penempatan yang tepat sehingga dinding geser dapat diusahakan simetris pada denah.
2. Dinding geser tipe *I-Shape* adalah tipe yang paling ekonomis dan memiliki kapasitas aksial dan momen terbesar, sehingga dapat menjadi pilihan sebagai pengaku struktur yang efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318 (2014) *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14)*.
- Badan Standardisasi Nasional (2012) *SNI-1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta. Available at: www.bsn.go.id.
- Badan Standardisasi Nasional (2013) *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta. Available at: www.bsn.go.id.
- Beyer, K., Dazio, A. and Priestley, M. J. N. (2011) 'Shear Deformations of Slender Reinforced Concrete Walls under Seismic Loading', *ACI Structural Journal*, 108(2), pp. 167 – 177.
- Bohl, A. and Adebar, P. (2011) 'Plastic Hinge Lengths in High-Rise Concrete Shear Walls', *ACI Structural Journal*, 108(2), pp. 148 – 157.

- Dashti, F., Dhakal, R. P. and Pampanin, S. (2017) 'Numerical Modeling of Rectangular Reinforced Concrete Structural Walls', *Journal of Structural Engineering*. doi: 10.1061/(asce)st.1943-541x.0001729.
- Graham, D. A. *et al.* (2009) 'Performance of Log Shear Walls Subjected to Monotonic and Reverse-Cyclic Loading', *Journal of Structural Engineering*. doi: 10.1061/(asce)st.1943-541x.0000035.
- Krolicki, J., Maffei, J. and Calvi, G. M. (2011) 'Shear strength of reinforced concrete walls subjected to cyclic loading', *Journal of Earthquake Engineering*. doi: 10.1080/13632469.2011.562049.
- Salonikios, T. N. (2007) 'Analytical Prediction of the Inelastic Response of RC Walls with Low Aspect Ratio', *Journal of Structural Engineering*.
- Softek Services (2006) *S-Concrete for Windows Manual*. Richmond: Softek Services.
- Sudarsana, I. K., Giri, I. B. D. and Gegiranang Wiryadi, I. G. (2014) 'Efek Penambahan Dinding Geser atau Perimeter Beams Terhadap Perilaku Dinamis Struktur Pelat Datar Empat Tingkat', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 18(1). Available at: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/view/23730>.
- Untari, A. A. (2005) *Pemodelan Dinding Geser Sebagai Shel Element, Rangka Batang, Dan Portal Ekuivalen Pada Struktur Rangka Dinding Geser*. Universitas Udayana.
- Widyawati, N. L. (2006) *Perilaku Dinamis Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Berbagai Konfigurasi dan Posisi Dinding Geser*. Universitas Udayana.
- Yang, K. H., Kwon, H. J. and Kwon, S. J. (2018) 'Seismic strengthening of shear walls using wire ropes as lateral reinforcement', *ACI Structural Journal*. doi: 10.14359/51701148.
- Zhang, Y. and Wang, Z. (2000) 'Seismic behavior of reinforced concrete shear walls subjected to high axial loading', *ACI Structural Journal*.