

Analisis Perbandingan Penulangan Dinding Geser Berdasarkan Tata Cara Sni 2847:2013 Dengan Sni 2847:2019, Studi Kasus: Hotel Vega Kota Sorong

Comparative Analysis Of Shear Wall Reinforcement Based On Procedures For Sni 2847:2013 With Sni 2847:2019, Case Study: Vega Hotel Sorong City

Vinsen Hukom¹⁾, Wilis Sutiono²⁾, A. Didik S. Purwantoro³⁾, dan M. Nur Fajar⁴⁾

^(1,2,3,4) Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

Abstrak

Penggunaan dinding geser merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekakuan struktur dalam arah horizontal untuk menahan gaya-gaya lateral. Maka dari itu para insinyur dan ahli bangunan menggunakan berbagai cara untuk mengurangi gaya-gaya lateral tersebut. Salah satunya menggunakan perlakuan dinding geser pada konstruksi gedung. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan seberapa besar simpangan yang terjadi pada struktur saat terjadinya beban gempa. Dan selanjutnya mendapatkan perbandingan simpangan yang terjadi berdasarkan SNI 2847:2013 dengan SNI 2847:2019. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan pada lokasi penelitian, pengumpulan data-data terkait penelitian, studi literatur yang sesuai dengan penelitian dan pemodelan struktur dengan bantuan SAP 2000 sebagai program analisis simpangan. Hasil yang didapat pada penelitian adalah lebih besar simpangan yang terjadi sebelum menggunakan dinding geser dibandingkan setelah menggunakan dinding geser. Persentasenya adalah kisaran 1 sampai 4 persen. Dan berdasarkan perbandingan SNI 2847:2013 dengan SNI 2847:2019 untuk penulangan dinding geser bahwa simpangan yang terjadi pada struktur lebih besar nilainya berdasarkan analisis SNI 2847:2019 yang disesuaikan dengan model dan penempatannya.

Kata Kunci: Dinding Geser, Pengaku, Perkuatan, Simpangan

Abstract

The use of shear walls is one solution that can be used to increase the rigidity of the structure in the horizontal direction to withstand lateral forces. Therefore, engineers and builders use various ways to reduce these lateral forces. One of them uses sliding wall treatment in building construction. The purpose of this study was to get how much deviation occurred in the structure when the earthquake load occurred. And then get a comparison of deviations that occur based on SNI 2847: 2013 with SNI 2847: 2019. The method used in this study is to make observations on the research site, collect research-related data, literature studies in accordance with the research and structural modeling with the help of SAP 2000 as a deviation analysis program. The results obtained in the study were greater deviations that occurred before using shear walls than after using sliding walls. The percentage is in the range of 1 to 4 percent. And based on the comparison of SNI 2847:2013 with SNI 2847:2019 for shear wall looping, the deviation that occurs in the structure is greater in value based on the analysis of SNI 2847:2019 which is adjusted to the model and placement.

Keywords: Sliding Wall, Stiffener, Reinforce, Intermittent, SAP 2000

PENDAHULUAN

Gempa merupakan salah satu beban dinamis yang dapat menimbulkan gaya lateral yang sangat besar pengaruhnya dan sering kali merupakan faktor utama penyebab kerusakan struktur. Energi yang dipancarkan oleh gempa adalah berupa energi gelombang yang dapat menyebabkan terjadinya gerakan tanah, yang jika terjadi pada lokasi suatu struktur dapat menyebabkan deformasi pada struktur baik dalam arah *vertical* maupun dalam arah *horizontal*. (Menurut Reky Stenly Windah, 2011).

Deformasi yang terjadi dalam arah vertikal hanya sedikit berpengaruh terhadap struktur karena struktur biasanya direncanakan memiliki faktor keamanan yang cukup memadai terhadap gaya-gaya vertikal. Sebaliknya deformasi dalam arah horisontal akan menyerang titik-titik lemah pada struktur yang faktor keamanannya kurang memadai. Besarnya simpangan pada struktur akibat pembebanan dinamis dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti redaman, kekakuan, dan massa struktur. (Menurut Reky Stenly Windah, 2011).

Penggunaan Dinding Geser (*Shear Wall*) merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekakuan struktur dalam arah *horizontal* untuk menahan gaya-gaya lateral. Sebagai salah satu komponen *vertical*, dinding geser memiliki berbagai bentuk potongan melintang yang kebanyakan tidak beraturan. Dengan adanya variasi bentuk potongan melintang, maka sangat diperlukan suatu sistem pemodelan yang tepat untuk analisa dinding geser. (Menurut Reky Stenly Windah).

Analisa dinding geser suatu struktur bertingkat banyak dapat diselesaikan dengan berbagai pemodelan diantaranya sebagai elemen panel, kolom tunggal, dinding tipis, balok tinggi vertikal, elemen shell dan lain sebagainya. Dalam kajian ini dinding geser dimodelkan sebagai balok tinggi vertikal yang menyalurkan beban ke pondasi. (Menurut Reky Stenly Windah, 2011).

(*)Corresponding author

Telp :
E-mail : Muhammad.n.fajar53@gmail.com

Banyaknya metode yang dikenal dalam analisa struktur dewasa ini, dimana kerumitan perhitungannya tergantung pada derajat kebebasannya (*degrees of freedom*) struktur itu, dimana semakin tinggi derajat kebebasannya, semakin banyak pula persamaan simultan yang diperlukan sehingga masalahnya menjadi kompleks. Dengan bertambahnya kemampuan komputer dan kemajuan teknik-teknik numerik, analisa struktur dapat diselesaikan dengan menggunakan program komputer. Penggunaan program komputer seperti program SAP 2000 dapat memudahkan dalam analisa suatu struktur yang menggunakan dinding geser. (Menurut Reky Stenly Windah, 2011).

Tujuan penelitian ini adalah menghitung seberapa besar simpangan (*drift*) yang terjadi ketika gedung menggunakan dinding geser yang didesain sesuai Standar Nasional Indonesia mengenai Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan mendapatkan selisih simpangan perlakuan dinding geser yang terjadi berdasarkan SNI 2847:2013 dengan SNI 2847:2019 untuk arah X dan arah Y.

TINJAUAN PUSTAKA

Penulisan penelitian ini dibuat berdasarkan kaidah-kaidah yang disyaratkan. Untuk itu penulisan jurnal ini dibuat berdasarkan aturan-aturan Standar Nasional Indonesia mengenai Persyaratan Beton Bertulang 2013 dan 2019, Peraturan Pembebanan, Peraturan Gempa serta referensi-referensi ilmiah yang didapat sesuai dengan tujuan penulisan penelitian tersebut.

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Hotel Vega yang berada di Jalan Frans Kaisepo Km.7, Malaingkeci, Sorong Utara, Papua Barat, $131^{\circ}17'29''$ BT dan $0^{\circ}53'15''$ LS. Adapun lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth

Data Struktur

Pada dasarnya Hotel Vega merupakan jenis struktur gedung beton bertulang terdiri dari 5 lantai. Fungsi utama bangunan adalah sebagai sarana untuk memenuhi keperluan tamu atau wisatawan sebagai tempat tinggal sementara selama jauh dari tempat asalnya. Maka dari itu deskripsi gedung tersedia pada tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Gedung

Deskripsi Gedung	Keterangan
Sistem Struktur	Sistem Rangka Beton Bertulang
Fungsi Gedung	Hotel
Jumlah Lantai	5
Tinggi Gedung	23,5 m
Tinggi Lantai Tipikal	4,5 m

Sumber: Penelitian Terdahulu

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan menggunakan Studi Literatur, Pengumpulan Data, Pemodelan Tiga Dimensi (3D), Perhitungan Pembebanan, Analisis SAP 2000 versi 14.0.0, dan Bagan Alir

Studi literatur

Studi literatur dari jurnal, skripsi dan buku yang terkait dalam penelitian analisis dinding geser. Mempelajari tahapan-tahapan perancangan dinding geser dari media yang tersedia dalam Internet. Buku yang digunakan sebagai acuan penelitian antara lain SNI 2847:2013, SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, untuk beban gempa menggunakan SNI 1726:2019 Tata Cara

Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, dan SNI 1727:2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

Pengumpulan data

Pengumpulan data, baik data primer maupun data sekunder adalah hal penting yang harus dilakukan agar penelitian ini dapat berjalan. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa *Shop Drawing* Struktur Hotel Vega.

Shop Drawing digunakan untuk tahapan pemodelan yang sesuai dengan gambar yang ada sehingga analisis ini tidak menyimpang dari gambar yang ada. Semua struktur yang dimodelkan harus sesuai dengan *Shop Drawing*, untuk bangunan non struktural tidak dimodelkan karena tidak mempunyai pengaruh yang signifikan dalam pemodelan 3D ini.

Pemodelan tiga dimensi (3D)

Pemodelan struktur bangunan gedung menggunakan software SAP 2000 versi 14.0.0. Pemodelan ini berguna untuk memvisualisasikan bentuk struktur bangunan dan penempatan dinding geser yang diteliti serta menjalankan simulasi beban gempa.

Perhitungan pembebanan

Untuk mengetahui seberapa besar *drift* atau beban lateral yang terjadi pada struktur bangunan Gedung yang olehnya dipasang dinding geser. Maka peneliti memerlukan data-data pembebanan untuk dapat melakukan analisa perhitungannya. Dalam hal ini peneliti mengacu pada SNI 1727:2013 dan SNI 1726:2019.

Analisis SAP 2000 versi 14.0.0

Dalam proses analisis desain, dilakukan pada program SAP 2000 versi 14.0.0. Hal-hal yang diperlukan adalah definisi *property* data. Artinya, data-data mengenai spesifikasi bangunan seperti mutu material, dimensi penampang elemen struktur, pola pembebanan, kombinasi pembebanan, dirumuskan terlebih dahulu pada menu *define* dalam tools program SAP 2000.

Bagan alir penelitian

Bagan diuraikan sebagai berikut:

- 1) Studi literatur.
- 2) Data struktur berupa *Shop Drawing* dan data gempa berupa RSA 2019.
- 3) Pemodelan 3D gedung pada SAP 2000.
- 4) Input pembebanan SAP 2000.
- 5) Beban gravitasi berupa beban mati dan beban hidup, dan beban gempa berupa *respons spektrum*.
- 6) Kombinasi beban.
- 7) Memasukkan faktor skala gempa berdasarkan faktor keutamaan gempa (I_e) dan koefisien respon (R).
- 8) Analisis struktur gedung dan dinding geser melalui SAP 2000.
- 9) Kontrol *base shear* dengan rumus $V = C_s W$.
- 10) Hasil SAP 2000 berupa *drift*.
- 11) Kontrol kinerja struktur dengan metode kinerja batas layan dan batas ultimit.
- 12) Kontrol kinerja dinding geser dengan *displacement based method* dan *strength based method*.
- 13) Kesimpulan dan saran.

Bagan alir SAP 2000

Bagan diuraikan sebagai berikut:

- 1) Memilih *new model grid only*.
- 2) Input *new material* pada menu *define* dan input *area section* pada menu *define*.
- 3) Melakukan gambar model sesuai *shop drawing*
- 4) Input pembebanan, meliputi:
 - a) beban hidup.
 - b) beban hidup atap.
 - c) beban mati.
 - d) beban mati tambahan.
 - e) beban angin.
 - f) beban gempa.
- 5) Input kombinasi beban sesuai SNI 1726:2019.
- 6) *Running* analisa SAP 2000.
- 7) Pemodelan dinding geser.

- 8) Desain model dinding geser berdasarkan denah penempatan model A dan model B.
- 9) Desain dan analisa model A sesuai persyaratan SNI 2847:2013, dan desain dan analisa model B sesuai persyaratan SNI 2847:2019.
- 10) *Running* analisa SAP 2000.
- 11) Hasil.
- 12) Kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-Data Gedung

Konfigurasi gedung

Fungsi bangunan : Hotel

Tinggi bangunan : 23,5 m

Dasar : -2m

Tinggi total struktur : 23,5 m

Tinggi lantai dasar : 5,5 m

Tinggi lantai 1-4 : 4,5 m

Jumlah lantai : 5 lantai

Mutu beton ($f'c$) : 30 Mpa

Mutu baja (f_y) : 400 Mpa

Tebal pelat lantai:

Lantai A : 12 cm

Lantai B : 15 cm

Data Elemen Struktur

1) Dimensi penampang lantai dasar

Kolom 1 : 60 cm x 60 cm

Kolom 2 : 40 cm x 40 cm

Kolom 3 : 30 cm x 40 cm

Sloof 1 : 50 cm x 80 cm

Sloof 2 : 25 cm x 45 cm

Tebal Lantai : 20 cm

Mutu beton ($f'c$) : 30 Mpa

Mutu baja (f_y) : 400 Mpa

2) Dimensi penampang lantai 1, 2, dan 3

Kolom 1 : 60 cm x 60 cm

Kolom 2 : 40 cm x 40 cm

Kolom 3 : 30 cm x 40 cm

Balok 1 : 35 cm x 70 cm

Balok 2 : 30 cm x 60 cm

Balok 3 : 25 cm x 35 cm

Balok 4 : 15 cm x 30 cm

Tebal pelat lantai : 12 cm (lantai A)

Mutu beton ($f'c$) : 30 Mpa

Mutu baja (f_y) : 400 Mpa

3) Dimensi penampang lantai 4

Kolom 1 : 60 cm x 60 cm

Kolom 2 : 40 cm x 40 cm

Kolom 3 : 30 cm x 40 cm

Balok 1 : 35 cm x 70 cm

Balok 2 : 30 cm x 60 cm

Balok 3 : 25 cm x 35 cm

Tebal pelat lantai : 15 cm (lantai B)

Mutu beton ($f'c$) : 30 Mpa

Mutu baja (f_y) : 400 Mpa

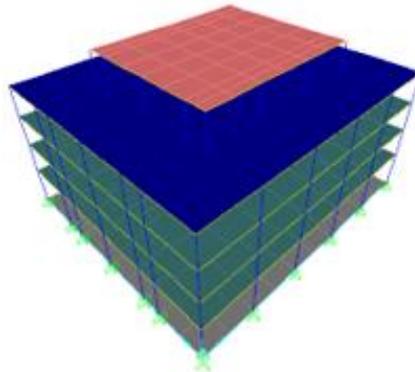
4) Dimensi penampang lantai atap

Balok 1 : 35 cm x 70 cm

Balok 2 : 30 cm x 60 cm
 Balok 3 : 15 cm x 30 cm
 Tebal pelat : 10 cm
 Mutu beton ($f'c$) : 30 Mpa
 Mutu baja (f_y) : 400 Mpa

Pemodelan 3D Struktur Gedung

Pemodelan struktur bangunan gedung menggunakan *software* SAP 2000 versi 14.0.0. Model 3D struktur bangunan gedung seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Pemodelan 3D Struktur Gedung

Pembebanan Struktur

Pada analisa struktur terdapat ide-ide dan asumsi yang digunakan dalam menyalurkan beban-beban yang bekerja pada struktur. Hal tersebut diterapkan untuk mengetahui seberapa besar pembebanan yang bekerja dalam struktur disesuaikan dengan tipe dan desainnya. Adapun ide-ide dan asumsi pembebanan yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Beban-beban yang bekerja hanya meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa.
- 2) Berat sendiri dari komponen struktur seperti balok, kolom dan pelat diterapkan langsung oleh program SAP 2000 versi 14.0.0.
- 3) Beban pelat dianalisis dan diterapkan ke dalam program SAP 2000 versi 14.0.0. Beban-beban mati tambahan yang dipasang pada struktur
- 4) Beban mati tambahan adalah beban mati yang terdiri dari beban plafond, mekanikal elektrikal dan plumbing (MEP), aspal dan water proofing.
- 5) Beban hidup diterapkan sesuai dengan fungsi lantainya dan pedoman pembebanan yang disepakati.
- 6) Beban pada balok yang dihitung dan dimasukkan pada program SAP 2000 versi 14.0.0 adalah beban mati akibat berat dinding sesuai posisi dinding pada denah.
- 7) Beban angin diterapkan pada bagian pelat atap struktur.

Kombinasi Beban

Perhitungan beban-beban kombinasi yang digunakan sesuai persyaratan kombinasi beban pada SNI 1726:2019 digunakan 5 poin kombinasi beban yaitu poin 1, 2, 5, 6, dan 7. Poin-poin kombinasi beban tersebut adalah:

- 1) $1,4D$
- 2) $1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R, \text{ digunakan } Lr \text{ sesuai SNI } 1727:2020)$
- 3) $0,9D + 1,0W$
- 4) $1,2D + Ev + Eh + L$
- 5) $0,9D - Ev + Eh$

Kontrol Analisis Simpangan Antar Tingkat Struktur

<https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/jimats>

Dalam menganalisis simpangan antar tingkat struktur tanpa penggunaan dinding geser, maka diperhitungkan penskalaan simpangan berdasarkan persyaratan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1, diketahui: $C_s(35) = C_s$ (*koefisien respons seismic*) persamaan 35, dimana:

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(1)$$

$$S_1 = 0,604 \text{ g}$$

$$R = 8$$

$$I_e = 1$$

Penyelesaian:

$$C_s = \frac{0,5 \times 0,604}{\left(\frac{8}{1}\right)}$$

$$C_s = \frac{0,302}{8}$$

$$C_s = 0,03775$$

Selanjutnya, menentukan gaya geser dasar untuk simpangan dengan persamaan:

$$C_s W \text{ dimana } \dots\dots\dots(2)$$

$$W = 88577,203 \text{ kN}$$

Penyelesaian:

$$C_s W = 0,03775 \times 88577,203$$

$$= 3343,789 \text{ kN}$$

3343,789 kN merupakan nilai minimum gaya geser dasar simpangan.

Selanjutnya, menghitung beban gempa dinamik respon spektrum sesuai penskalaan simpangan $C_s W/V_t$, dimana V_t adalah gaya geser dasar hasil analisis ragam. Dalam hal ini V_t didapatkan dari hasil perhitungan *Base Reaction* pada program SAP 2000 yang dibagi dalam arah X dan Y. Untuk arah X dinotasikan sebagai $V_t DX$ dan arah Y dinotasikan sebagai $V_t DY$.

Tabel 2. Base Reaction

Output Case	Global FX (kN)	Global FY (kN)
DX	4083,373	0,0001398
DY	0,000336	4106,81

Nilai yang digunakan untuk V_t adalah 4083,373 untuk arah X dan 4106,81 untuk arah Y, maka:

$$V_t DX = 4083,373 \text{ kN}$$

$$V_t DY = 4106,81 \text{ kN}$$

$$\text{Hitungan faktor skala simpangan (Fs) adalah } C_s W/V_t \dots\dots\dots(3)$$

a) Arah X

$$\begin{aligned} F_s \text{ simpangan} &= C_s W/V_t DX \\ &= 3343,789 / 4083,373 \\ &= 0,819 \end{aligned}$$

b) Arah Y

$$\begin{aligned} F_s \text{ simpangan} &= C_s W/V_t DY \\ &= 3343,789 / 4106,81 \\ &= 0,814 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan di atas, maka arah X harus diperbesar dengan faktor skala simpangan sebesar 0,819 dan arah Y harus diperbesar dengan faktor skala simpangan sebesar 0,814.

Penentuan Simpangan Antar Tingkat (Δ)

Pusat massa (*center of mass*)

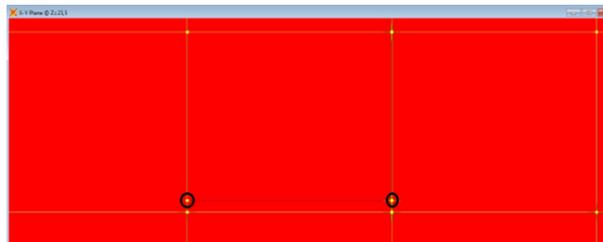
Penentuan simpangan antar tingkat didasari oleh persyaratan SNI 1726:2019 pasal 7.8.6 bahwa simpangan antar tingkat harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Perhitungan penentuan pusat massa (*center of mass*) didapatkan dari analisa beban seismik diafragma model struktur yang didesain melalui program aplikasi SAP 2000 dan dikontrol berdasarkan statik ekuivalen arah X (SX) dan arah Y (SY) yang disajikan berdasarkan tabel hasil analisa SAP 2000.

**Tabel 3. Nilai Pusat Massa (*Center of Mass*)
Arah Beban Gempa**

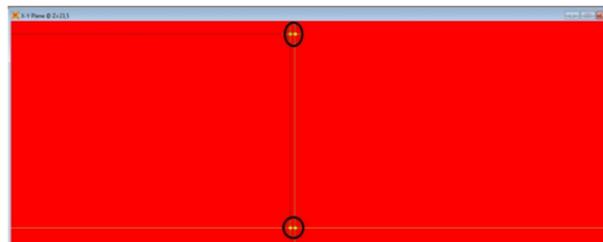
Beban Gempa Statik Ekuivalen	X	Y	Z
SX	18,5	16	23,5
SX	18,5	16	19
SX	18,5	16	14,5
SX	18,5	16	10
SX	18,5	16	5,5
SY	18,5	16	23,5
SY	18,5	16	19
SY	18,5	16	14,5
SY	18,5	16	10
SY	18,5	16	5,5

Special joint

Hasil nilai pusat massa (*center of mass*) yang didapat, selanjutnya diinput pada program SAP 2000 untuk mendapat *special joint* pada model struktur yang didesain. *Special joint* berfungsi untuk memberikan koneksi pada model strukturnya dan diteruskan ke tingkat di bawahnya. Yang mana *special joint* tersebut dapat memotong pada *frame* atau *slab* sesuai dengan area *special joint* tersebut. Maka untuk menjelaskan posisi *special joint* yang didapat, penulis menyajikan *joint* tersebut dengan gambar 7 dan gambar 8 sesuai symbol lingkaran hitam yang terpasang.



Gambar 3. *Special Joint* (1)



Gambar 4. *Special Joint* (2)

Berdasarkan gambar di atas maka didapatkan *special joint* berlaku pada rangka (*frame*) maupun plat (*slab*). Kondisi ini berlaku semua tingkat yang ada, mulai dari elevasi 23,5 m – 5,5 m. Dimana semua titik (*joint*) yang terbentuk akan terkoneksi dengan model struktur. Dan *displacement* yang akan digunakan nantinya ialah *displacement* pada titik (*joint*) tersebut.

Coordinat dan displacement

Pada poin ini harus juga diperhitungkan untuk mendapatkan simpangan antar tingkat yang dicari. Dengan menentukan *joint koordinat* pada model struktur berdasarkan beban gempa dinamik respon spektrum melalui SAP 200 dan melakukan analisa *displacement*. Hasil analisa program disajikan dalam dua arah beban gempa dinamik yang bekerja yaitu arah X (DX) dan arah Y (DY) seperti tabel di bawah ini:

Tabel 4. *Coordinat dan Displacement* Arah X

Joint	Arah Beban Gempa	Displacement	Coordinat		
			X	Y	Z
826	DX	0,027951	18,49	16,21	23,5
852	DX	0,026000	18,49	16,21	19
848	DX	0,022390	18,49	16,21	14,5
844	DX	0,016732	18,49	16,21	10
840	DX	0,009450	18,49	16,21	5,5

Tabel 5. Coordinat dan Displacement Arah Y

Joint	Arah Beban Gempa	Displacement	Coordinat		
			X	Y	Z
580	DY	0,024287	18,49	16,21	23,5
830	DY	0,022354	18,49	16,21	19
831	DY	0,019203	18,49	16,21	14,5
832	DY	0,014411	18,49	16,21	10
833	DY	0,008332	18,49	16,21	5,5

Setelah hasil analisa berdasarkan tabel di atas, maka akan dilakukan analisa perhitungan dengan faktor skala simpangan gaya geser dasar yang disesuaikan dari persamaan 35 pasal 7.8.1.1 SNI 1726:2019. Faktor skala simpangan digunakan berdasarkan perhitungan yang telah diketahui yaitu bahwa arah X harus diperbesar sebesar 0,819 dan arah Y sebesar 0,814, selanjutnya diperbesar berdasarkan persamaan 44 pasal 7.8.6 SNI 1726:2019. Dimana disebutkan sebagai simpangan *in-elastik* yaitu C_d/I_e . Setelah perhitungan kedua skala simpangan diselesaikan berdasarkan antar tingkat struktur, maka akan dihitung simpangan antar tingkatnya.

Analisis Dinding Geser (*Shear Wall Analyze*)

Pada tahapan ini penulis menganalisa penggunaan dinding geser sangatlah penting untuk meredam besarnya simpangan (*drift*) yang terjadi pada struktur gedung yang didesain akibat beban gempa yang terjadi nantinya. Ketika dinding geser pada struktur dipergunakan maka diharapkan dapat memberi simpangan yang tidak terlalu besar akibat beban gempa. Dalam merencanakan atau menganalisa suatu dinding geser maka penulis menggunakan aturan-aturan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang berlaku. Dalam hal ini dipergunakan Standar Nasional Indonesia tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Tahun 2019 dan akan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Tahun 2013. Kedua aturan digunakan sebagai acuan dalam desain penulangan dinding geser untuk membandingkan seberapa besar kekuatan maupun kekakuan dinding geser pada perlakuannya. Dan akan ditinjau berdasarkan penggunaan bentuk, spesifikasi material serta penempatannya.

Spesifikasi dinding geser dan material

Dalam perlakuannya dinding geser diuraikan berdasarkan parameter-parameter di bawah ini:

- 1) Spesifikasi dinding geser untuk elevasi 5,5 meter arah X, dalam hal ini menggunakan satuan panjang milimeter (mm).

- a) $h_w = 5500$ mm
- b) $l_w = 7700$ mm
- c) $t_w = 300$ mm

Spesifikasi dinding geser untuk elevasi 5,5 meter arah Y, dalam hal ini menggunakan satuan panjang milimeter (mm).

- d) $h_w = 5500$ mm
- e) $l_w = 6800$ mm
- f) $t_w = 300$ mm

- 2) Spesifikasi dinding geser untuk elevasi 4,5 meter arah X, dalam hal ini menggunakan satuan panjang milimeter (mm).

- a) $h_w = 4500$ mm
- b) $l_w = 6800$ mm
- c) $t_w = 300$ mm

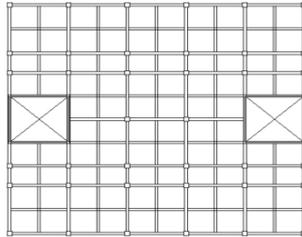
Spesifikasi dinding geser untuk elevasi 4,5 meter arah Y, dalam hal ini menggunakan satuan panjang milimeter (mm).

- d) $h_w = 4500$ mm
- e) $l_w = 6800$ mm

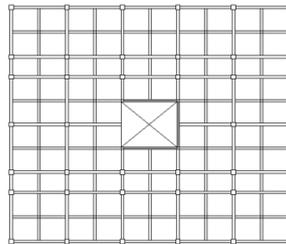
- f) $t_w = 300$ mm
- 3) Spesifikasi material yang digunakan adalah rangka beton bertulang, yang berdasarkan jenis material untuk keperluan analisis:
- a) Mutu beton (f'_c) = 30 Mpa
- b) Mutu baja tulangan = 400 Mpa

Denah Dinding Geser

Denah dinding geser dikategorikan berdasarkan bentuk dan penempatan yang akan dianalisis adalah 2 model denah dengan lokasi yang sama untuk setiap tingkat yang ada. Untuk model 1 didefinisikan pada SNI 2847:2013 sedangkan model 2 didefinisikan pada SNI 2847:2019. Kedua denah dinding geser tersebut digambarkan pada uraian di bawah ini:



Gambar 5. Denah Dinding Geser Model 1
Sumber: AutoCAD 2007



Gambar 6. Denah Dinding Geser Model 2
Sumber: AutoCAD 2007

Penggunaan dinding geser berdasarkan SNI 2847:2013

Berdasarkan aturan ini, desain dinding geser direncanakan berdasarkan syarat tulangnya dan kuat gesernya. Selanjutnya, akan dibahas sesuai persamaan-persamaan di bawah ini:

Tulangan Dinding Geser, Arah X

Data Penampang :

Panjang SW (l_w)	= 7700 mm
Tebal SW (t_w)	= 300 mm
Tinggi SW (h_w)	= 19000 mm
V_u (X)	= 4083,58 kN

Syarat tulangan mengacu pada persamaan 21.9.2.1, dimana $V_u > 0,083A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$ dan perlu dihitung rasio tulangan vertikal dan horizontal dimana ρ_l dan $\rho_t > 0,0025$.

Diketahui:

$$\rho_l = \frac{A_{sv}}{A_{cv}}$$

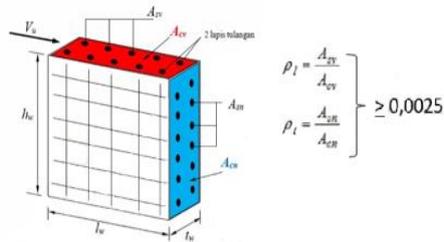
$$\rho_t = \frac{A_{sn}}{A_{cn}}$$

A_{sv} : ruas tulangan arah vertikal

A_{cv} : luas permukaan penampang arah vertikal

A_{sn} : ruas tulangan arah horizontal

A_{cn} : luas permukaan penampang arah horizontal



Gambar 7. Analisis penulangan dinding geser
Sumber: Materi Media Ajar

- 1) Periksa kebutuhan tulangan minimal

Dengan ketentuan $V_u > 0,083A_{cv}\lambda\sqrt{f'c}$ (4)
 $A_{cv} = 300 \text{ mm} \times 7700 \text{ mm} = 2310000 \text{ mm}^2$

$$0,083A_{cv}\lambda\sqrt{f'c}$$

$$= 0,083 \times 2310000 \times 1 \times \sqrt{30}$$

$$= 1050148,46 \text{ N}$$

$$= 1050,15 \text{ kN} < 4083,58 \text{ kN}$$

Karena hasil analisis 1050,15 kN lebih kecil dari $V_u = 4083,58 \text{ kN}$. Maka harus dipergunakan rasio tulangan vertikal dan horizontal atau ρ_l dan ρ_t minimal 0,0025.

- 2) Periksa kebutuhan pasang tulangan dalam dua lapis dengan perhitungan:

$$0,17A_{cv}\lambda\sqrt{f'c} \dots\dots\dots(5)$$

$$= 0,17 \times 2310000 \times 1 \times \sqrt{30}$$

$$= 2150906,48 \text{ N}$$

$$= 2150,90 \text{ kN} < 4083,58 \text{ kN}$$

Dari hasil perhitungan maka diperlukan dua lapis tulangan.

- 3) Menghitung tulangan horizontal dan vertikal dinding geser.

Rasio tulangan minimum digunakan 0,0025 sehingga dibutuhkan luas tulangan per m' (meter lari) dinding sebesar;

$$0,0025A_{cv} \dots\dots\dots(6)$$

$$= 0,0025 (300 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm})$$

$$= 750 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Jika dipasang tulangan D16 dalam dua lapis, maka $A_s = 201$, dimana nilai 201 adalah luas satu buah D16 dikali dengan dua lapis tulangan yang dipasang menjadi $A_s = 2 \times 201 = 402 \text{ mm}^2$, maka jarak antar tulangan menjadi:

$$s = \frac{402 \text{ mm}^2}{750 \text{ mm}^2/\text{m}'}$$

$$= 0,536 \text{ m}$$

= dikonversi menjadi 536 mm dibulatkan 500 mm

Namun untuk jarak 500 mm tidak dapat melebihi 450 mm jarak yang disyaratkan. Maka, diasumsikan menggunakan jarak tulangan sebesar 300 mm. Digunakan tulangan D16 – 300 dalam dua lapis untuk arah horizontal dan vertikal.

- 4) Periksa kuat geser dari dinding struktural, dengan perhitungan yang disyaratkan, yaitu;

$$V_n = A_{cv}[\alpha_c\lambda\sqrt{f'c} + \rho_t f_y] \dots\dots\dots(7)$$

Dimana koefisien α_c adalah 0,25 untuk $h_w/l_w \leq 1,5$.

Dimana koefisien α_c adalah 0,17 untuk $h_w/l_w \geq 2,0$.

Jika bervariasi antara $h_w/l_w \leq 1,5$ dan $h_w/l_w \geq 2,0$ maka dilakukan interpolasi.

Penyelesaian:

$$h_w/l_w = \frac{19000}{7700} = 2,47 > 2,0 \text{ sehingga } \alpha_c$$

$$= 0,17$$

$$A_{cv} = t_w \times l_w$$

$$= 300 \text{ mm} \times 7700 \text{ mm}$$

$$= 2310000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \rho t &= \frac{2 \times A_s}{t_w \times s} \\
 &= \frac{2 \times 201}{300 \times 300} \\
 &= \frac{402}{90000} \\
 &= 0,004467
 \end{aligned}$$

Selanjutnya;

$$\begin{aligned}
 V_n &= A_{cv} [\alpha_c \lambda \sqrt{f'c} + \rho t f_y] \\
 &= 2310000 [(0,17 \times 1 \times \sqrt{30}) + (0,004467 \times 400)] \\
 &= 2310000 \times 2,72 \\
 &= 6283200 \text{ N} \\
 &= 6283,2 \text{ kN} \\
 &= 6283,2 \text{ kN} > 4083,58 \text{ kN (Ok)}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas dinyatakan kuat terhadap geser.

1) Periksa kebutuhan tulangan minimal

$$\text{Dengan ketentuan } V_u > 0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f'c} \dots\dots\dots(8)$$

$$A_{cv} = 300 \text{ mm} \times 6800 \text{ mm} = 2040000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f'c} \\
 &= 0,083 \times 2040000 \times 1 \times \sqrt{30} \\
 &= 927403,83 \text{ N} \\
 &= 927,40 \text{ kN} < 4107,21 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Karena hasil analisis 927,40 kN lebih kecil dari $V_u = 4107,21 \text{ kN}$. Maka harus dipergunakan rasio tulangan vertikal dan horizontal atau ρ_l dan ρ_t minimal 0,0025.

2) Periksa kebutuhan elemen batas khusus (*special boundary element*).

Perhitungan terdapat pada pasal 21.9.6.

Penyelesaian,

$$\frac{\delta u}{h_w} = \frac{0,36}{19} = 0,019 \text{ m}$$

$$\text{Maka, } \frac{l_w}{600(\delta u/h_w)} = \frac{7,7 \text{ m}}{600(0,019 \text{ m})} = \frac{7,7 \text{ m}}{11,4 \text{ m}} = 0,67 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka dinding geser membutuhkan elemen batas khusus.

Menentukan tulangan transversal yang diperlukan pada elemen batas khusus.

Diasumsikan luas elemen batas khusus 600 mm x 600 mm. Digunakan *hoops* berbentuk persegi dengan tulangan D12, maka penyelesaiannya adalah:

b_c = dimensi inti kolom diukur dari sumbu ke sumbu, tulangan penyekang.

Penyelesaian:

$$b_c = 600 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm} + 2 \times 12 \text{ mm} / 2)$$

Tulangan transversal di elemen batas khusus harus dilebihkan panjangnya sepanjang l_w untuk arah X sebesar 7,7 m dan arah Y sebesar 6,8 m atau dengan persyaratan $M_u / 4 V_u$.

$$M_u / 4 V_u \dots\dots\dots(9)$$

Dimana,

$$\begin{aligned}
 \text{a) } &M_u / (4 \times V_{ux}) \\
 &= 141317,32 / (4 \times 4083,58) \\
 &= 8,65 \text{ m} \approx 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } & \text{Mu} / (4 \times V_{uy}) \\
 & = 141317,32 / (4 \times 4107,21) \\
 & = 8,60 \text{ m} \approx 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Penggunaan dinding geser berdasarkan SNI 2847:2019

Berdasarkan aturan ini, desain dinding geser direncanakan serupa berdasarkan syarat-syarat pada SNI 2847:2013 dengan perlakuan model dinding geser yang berbeda.

KESIMPULAN

Berdasarkan persyaratan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019 sebagai syarat perhitungannya, serta hasil analisis struktur menggunakan program SAP 2000, maka dapat disimpulkan bahwa pada prinsipnya penggunaan dinding geser berdasarkan SNI 2847:2019 lebih kuat daripada SNI 2847:2013. Karena desain penulangan elemen batas khusus yang lebih akurat. Pada prinsipnya letak perbedaan perhitungan dinding geser berdasarkan persyaratan SNI 2847:2013 dengan SNI 2847:2019 terdapat pada daerah tekan c atau panjang zona tekan dari dinding geser yang memerlukan elemen batas khusus. Didapatkan selisih simpangan perlakuan dinding geser yang terjadi berdasarkan SNI 2847:2013 dengan SNI 2847:2019 untuk arah X dan arah Y.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmatNya sehingga penelitian ini yang dapat terselesaikan. Dan juga kepada keluarga besar dengan kepedulian membantu dan memberi saran-saran dalam penulisan penelitian. Tidak lupa kepada dosen-dosen pembimbing yang begitu setia untuk membimbing dan mengajar sehingga penelitian terselesaikan.

REFERENSI

- Amaral C, 2016, Alternatif Perencanaan Dinding Geser (*Shear Wall*) Dengan Sistem Kantilever Pada Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia
- Badan Standar Nasional, 2002, Standar Nasional Indonesia 1726 : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung
- Badan Standar Nasional, 2013, Standar Nasional Indonesia 2847 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Jakarta, Indonesia
- Badan Standar Nasional, 2019, Standar Nasional Indonesia 2847 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Jakarta, Indonesia
- Badan Standar Nasional, 2013, Standar Nasional Indonesia 1727 : Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, Jakarta, Indonesia
- Badan Standar Nasional, 2013, Standar Nasional Indonesia 1726 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung, Jakarta, Indonesia
- Badan Standar Nasional, 2019, Standar Nasional Indonesia 1726 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung, Jakarta, Indonesia
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung, Standar Konstruksi Bangunan Indonesia, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1981, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, Pertama (Stensil) Cetakan Kedua (*Offset*) 300020583, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung, Indonesia
- [eprints.umm.ac.id](https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/jimats), 27 September 2021
- Manalip H, Kumaat E.J, Runtu F.I, 2015, Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan Beton Bertulang Dengan Analisa *Pushover*, **1 (5)**, (283-293)
- Windah S.R, 2011, Penggunaan Dinding Geser Sebagai Elemen Penahan Gempa Pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai, **2 (1)**, (151-155)