

TINJAUAN PENGGUNAAN SHEAR WALL SEBAGAI PENGAKU STRUKTUR PORTAL GEDUNG BERTINGKAT DI DAERAH RAWAN GEMPA

Iwan Wikana¹⁾, Wijaya, E.H²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta
e-mail : christanti_lkp@yahoo.co.id

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta

ABSTRACT

Buildings in seismic regions need a rigid structural member such as shear walls to act as stiffeners. For multi-story portals the shear wall is meant to resist horizontal load in the event of an earthquake. The purpose of this study is to compare the stiffness of two identical portals, one stiffened by a shear wall while the other portal did not have a shear wall.

The following regulations and guideline were consulted in the analysis: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (Indonesian Building Loading Code) PPIUG 1983, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Guideline to Perform Structural Analysis for Concrete Buildings), SNI-1726-2002, Standard Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (Standard for Earthquake Resistant Design for Building Structures), SNI 03-2874-2002. The structural analysis to compare the performance of the two portals was conducted with SAP 2000 v. 11.0 and Microsoft Excel 2010.

The portal without shear wall has the maximum joint displacement in the X-direction = 13.05 mm and in the Y-direction = - 3.05 mm. For the portal with shear wall, the maximum joint displacements were 4.32 mm in the X-direction and -3.05 mm in the Y-direction. The maximum axial load for the portal without shear wall was 8.12 kN and - 912.83 kN, while for the portal with shear wall they were 56.85 kN and 0714.48 kN, respectively. The maximum shear forces were 84.02 kN and -75.17 kN for the portal without shear wall, while for the portal with shear wall they were 116.48 kN and -56.96 kN, respectively. The maximum bending moment in the case of the portal without shear wall were 164.16 kN.m and -187.27 kN.m as compared to 42.03 kN.m and -78.40 kN.m for the portal with share wall. It was obvious that the shear walls provided efficient stiffening to the portal.

I. PENDAHULUAN

Indonesia mengalami yang pertumbuhan penduduk yang meningkat dari tahun ketahun, Dari kenyataan ini hampir semua aspek kehidupan masyarakat memiliki gagasan untuk membangun tempat tinggal yang terbuat dari struktur beton bertulang. Perencana struktur dituntut agar lebih kreatif dan inovatif dimana negara Indonesia merupakan wilayah rawan terhadap gempa bumi. Oleh karena itu, untuk gedung bertingkat di Indonesia hendaknya direncanakan dengan maksimal agar dapat menahan beban lateral. Dalam hal ini, salah satu elemen struktur yang mampu menahan beban lateral adalah *shear wall*. Berdasarkan pembahasan ini penulis akan menganalisis kekuatan konstruksi bangunan

gedung bertingkat dengan judul “Tinjauan Penggunaan *Shear Wall* Sebagai Pengaku Struktur Portal Gedung Bertingkat di Daerah Rawan Gempa”. Tinjauan permasalahan yang akan diselesaikan adalah kekuatan portal yang tidak menggunakan *shear wall* dan kekuatan portal jika menggunakan *shear wall* pada kombinasi beban (beban mati, beban hidup dan beban gempa) ditinjau dari *joint displacement* dan besarnya gaya-gaya dalam (aksial, geser dan momen) yang terjadi dengan menggunakan analisis SAP 2000 v 11. Analisis dimaksudkan untuk mengetahui kekakuan portal yang tidak menggunakan *shear wall* dan portal yang menggunakan *shear wall* ditinjau dari *joint displacement* yang terjadi pada gedung bertingkat akibat beban yang bekerja pada setiap elemen struktur.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Beban-beban Struktur Bangunan

Menurut Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), beban-beban pada struktur bangunan bertingkat, dengan arah bekerjanya dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Beban Vertikal (Gravitasi).
 - 1) Beban Mati (*Dead Load*).
 - 2) Beban Hidup (*Live Load*).
 - 3) Beban Hujan (*Run Load*)
- b. Beban Horizontal (Lateral).
 - 1) Beban Gempa (*Earthquake*).
 - 2) Beban Angin (*Wind Load*).
 - 3) Beban Tanah (*Soil Load*).

2.2. *Shear Wall* (Dinding Geser)

Dinding geser merupakan komponen struktur yang berfungsi meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya lateral. Dinding geser (*shear wall*) berupa beton atau baja, dirancang dapat menahan gaya lateral yang ditimbulkan beban hidup dari angin atau gempa pada suatu sistem struktur bangunan bertingkat tinggi (Tangoro, D. et al, 2006).

2.2.1. Klasifikasi *shear wall*

Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu :

- a. *Bearing walls* adalah dinding geser yang juga mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga menggunakan dinding partisi antarapartemen yang berdekatan.
- b. *Frame walls* adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari *frame* beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun diantara baris kolom.
- c. *Core walls* adalah dinding geser yang terletak di dalam wilayah inti pusat dalam gedung, yang biasanya diisi tangga atau poros lift. Dinding yang terletak di kawasan inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan ekonomis.

2.2.2. Susunan *shear wall*

- a. Tertutup: susunan dinding-dinding melingkupi ruang simetris seperti persegi panjang, bujur sangkar, segitiga, bulat, membentuk inti (*core*).
- b. Terbuka: susunan dinding-dinding terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur yang tidak lengkap melingkupi ruang geometrik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Analisis Pembebanan

Beban mati dan beban hidup struktur dihitung berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983). Konstruksi gedung kuliah Fakultas Kedokteran UKDW Yogyakarta dihitung berdasarkan (SK SNI 03-2847-2002) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dan (SNI-1726-2002) Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Berdasarkan SNI 03-2874-2002 pasal 11.2 tentang kuat perlu, kombinasi beban yang disyaratkan yaitu:

- a. Kuat perlu untuk menahan beban mati.

$$U = 1,4 D \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

- b. Kuat perlu untuk menahan beban mati, beban hidup dan beban hujan.

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5R \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

- c. Kuat perlu bila ketahanan struktur terhadap gempa diperhitungkan.

$$U = 1,2D + 1,0L \pm 1,0E \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

$$U = 0,9D \pm 1,0E \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

3.2. Analisa beban gempa

Merencanakan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung seperti rangka portal, dinding geser, kolom, balok, lantai, dan kombinasinya harus diperhitungkan memikul pengaruh gempa rencana. Beberapa faktor yang diperhitungkan antara lain.

- a. Pembatasan waktu getar alami fundamental
- b. Beban gempa nominal statik ekuivalen
- c. Waktu getar alami fundamental
- d. Nilai faktor respon gempa (C)
- e. Faktor keutamaan gedung (I)
- f. Daktilitas struktur

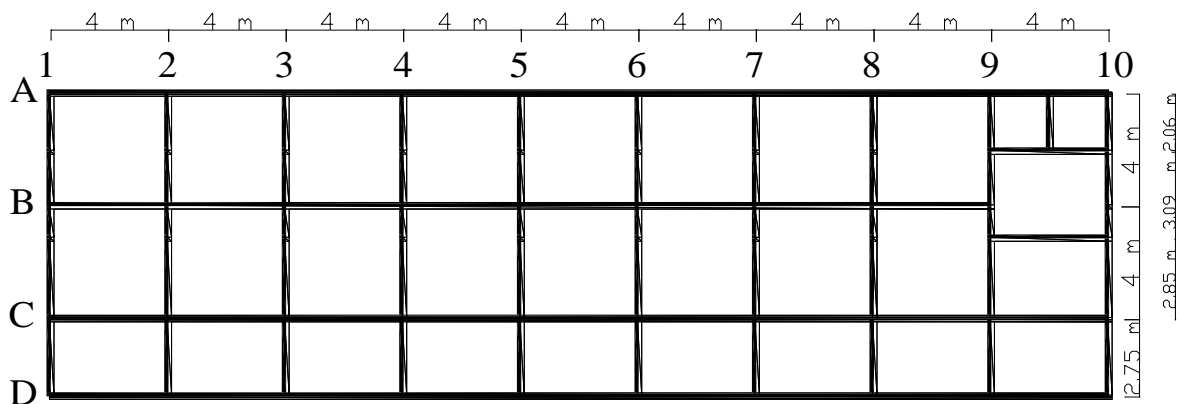
3.3. Analisis Portal Berdasarkan SAP 2000 v 11

Tinjauan kekuatan portal berdasarkan SAP 2000 v 11 dilakukan langkah-langkah antar lain menentukan geometri struktur, menentukan material, menentukan dimensi, pendesainan, pembebanan, analisis model.

IV. ANALISIS STRUKTUR

4.1. Analisis Beban Gravitasi

Beban gravitasi adalah berupa beban mati dan beban hidup akibat gaya tarik bumi. Pada perhitungan ini disajikan pada portal 1-1 sebagai elemen struktur yang akan dianalisis. Grid denah lantai dapat dilihat pada Gambar 4.1,



Gambar 4.1. Grid denah lantai bangunan

4.2. Perencanaan pembebanan struktur

a. Beban mati lantai 1-7 (WD)

1. Berat sendiri plat (12 cm)	$= 0,12 \times 2400$	$= 288 \text{ Kg/m}^2$
2. Berat pasir urug (3 cm)	$= 0,03 \times 1800$	$= 54 \text{ Kg/m}^2$
3. Berat spesi (2 cm)	$= 2 \times 21$	$= 42 \text{ Kg/m}^2$
4. Berat keramik (1 cm)	$= 1 \times 24$	$= 24 \text{ Kg/m}^2$
5. Plafon + Penggantung		$= 18 \text{ Kg/m}^2$
	WDL	$= 426 \text{ Kg/m}^2$ +

b. Beban hidup lantai 1-7 (WL)

Untuk gedung kuliah	$= 250 \text{ Kg/m}^2$ (PPIUG 1983 Hal.17)
Untuk tangga / bodres	$= 300 \text{ Kg/m}^2$ (PPIUG 1983 Hal.17)

c. Beban rencana (Wu) $= 1,2.WD + 1,6.WL$
 $= 1,2.430 + 1,6.250$
 $= 916 \text{ Kg.m}'$

d. Beban mati lantai atap (WD)

1. Berat sendiri plat	$= 0,10 \times 2400$	$= 240 \text{ Kg/m}^2$
2. Plafon + Penggantung		$= 18 \text{ Kg/m}^2$

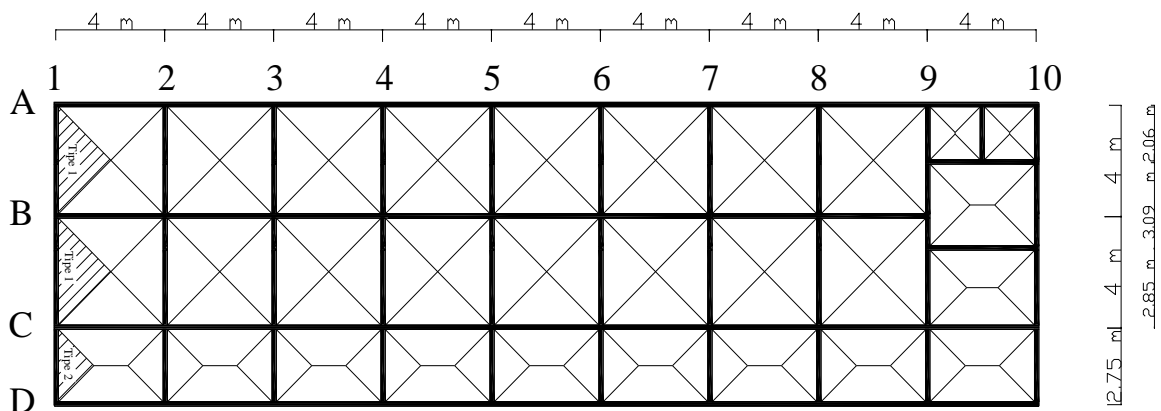
$$WD = 258 \text{ Kg/m}^2 +$$

e. Beban hidup lantai atap (WL)

Untuk atap gedung	$= 100 \text{ Kg/m}^2$ (PPIUG 1983 pasal 3.2.1)
-------------------	-------------------------------------------------

Dalam analisa struktur ini, beban dinding tidak ikut dalam analisis. Beban dinding diasumsikan dari partisi berbahan ringan, sehingga perhitungan beban dinding dapat diperhitungkan dalam perhitungan lebih lanjut.

4.3. Perhitungan struktur akibat beban gravitasi

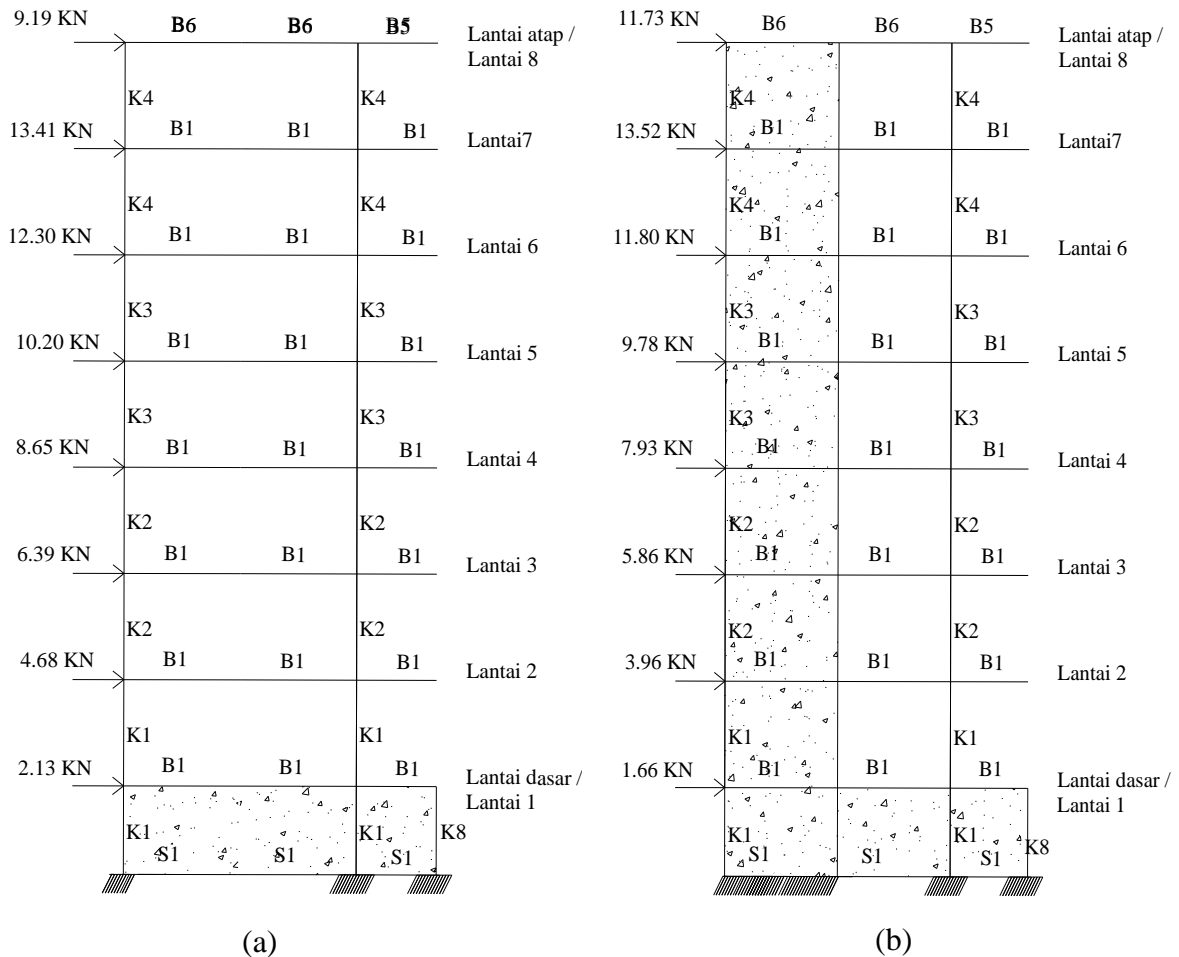


Gambar 2. Pembagian beban merata portal 1-1 (arah Y)

Hasil perhitungan beban dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pembagian beban gempa pada setiap lantai portal dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Tabel 1. Perhitungan beban portal 1-1

Lantai	T (m)	L (m)	A(m ²)	Q _{DL} (KN/m ²)	Q _{LL} (KN/m ²)	W _{DL} (KN/m)	W _{LL} (KN/m)
Tipe 1	2	4	4	4.26	2.5	8,52	5
Tipe 2	1.375	2.75	1.89	4.26	3	5,85	4,12
Atap	T (m)	L (m)	A(m ²)	Q _{DL} (KN/m ²)	Q _{LL} (KN/m ²)	W _{DL} (KN/m)	W _{LL} (KN/m)
Tipe 2	1.375	2.75	1.89	2.58	1	3,54	1,375
Terpusat	T (m)	L (m)	A(m ²)	Q _{DL} (KN/m ²)	Q _{LL} (KN/m ²)	P _D (KN)	P _L (KN)
Lantai	2	4	4	4.26	2.5	8.52	5
Balok anak						4.8	0
Atap						15.2	3

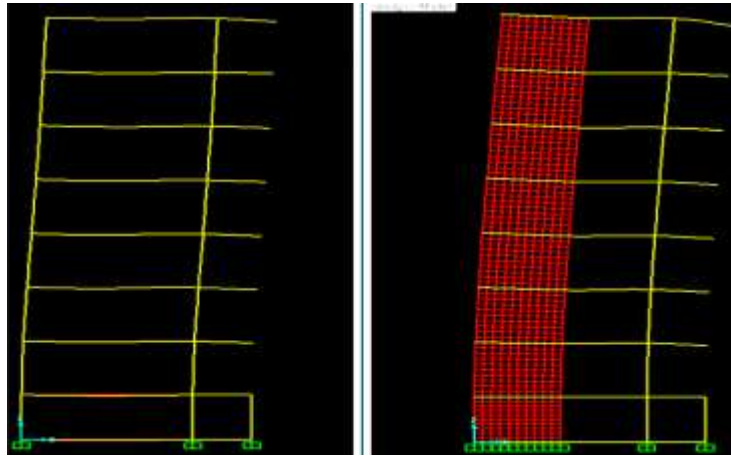


Gambar 4. 3. Pembagian beban gempa portal 1-1 (a) Tanpa *Shear wall* (b) Dengan *Shear wall*

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

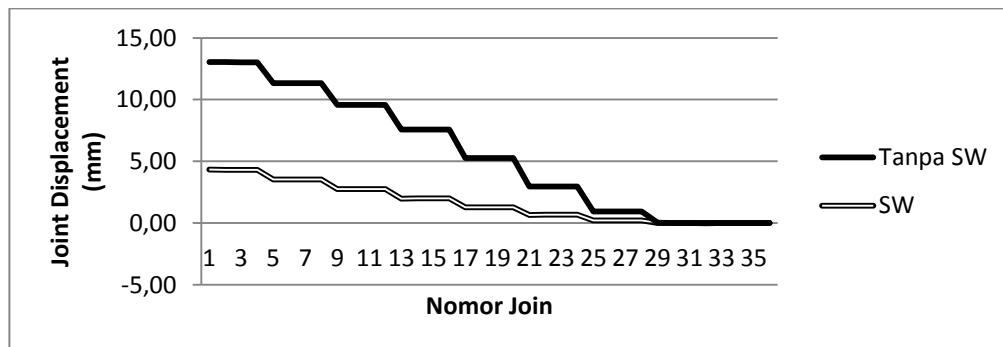
5.1. Hasil Analisis *Joint Displacement* Yang Terjadi Akibat Kombinasi Beban

Setelah analisis dilakukan, hasil *joint displacement* yang terjadi pada portal yang menggunakan *shear wall* dan yang tidak menggunakan *shear wall* sangat bervariasi, dalam hal ini *joint displacement* yang terjadi adalah akibat kombinasi beban 3. Hasil analisis seperti pada Gambar 5.1, Gambar 5.2 dan Gambar 5.3.

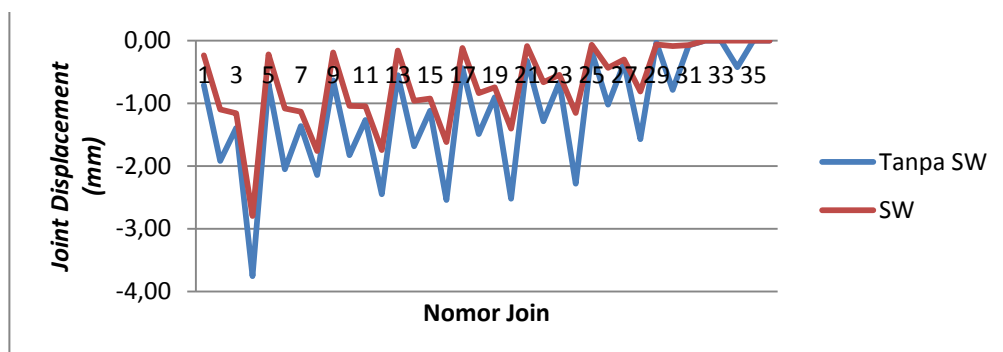


Gambar 5.1.

Perbandingan *joint displacement* takibat *Comb3* pada portal tanpa *shear wall* dan portal dengan *shear wall*



Gambar 5.2. Grafik perbandingan *joint displacement* arah X akibat *Comb3* pada portal



Gambar 5.3. Grafik perbandingan *joint displacement* arah Y akibat *Comb3* pada portal

5.2. Pembahasan

a. *Joint displacement* akibat kombinasi beban

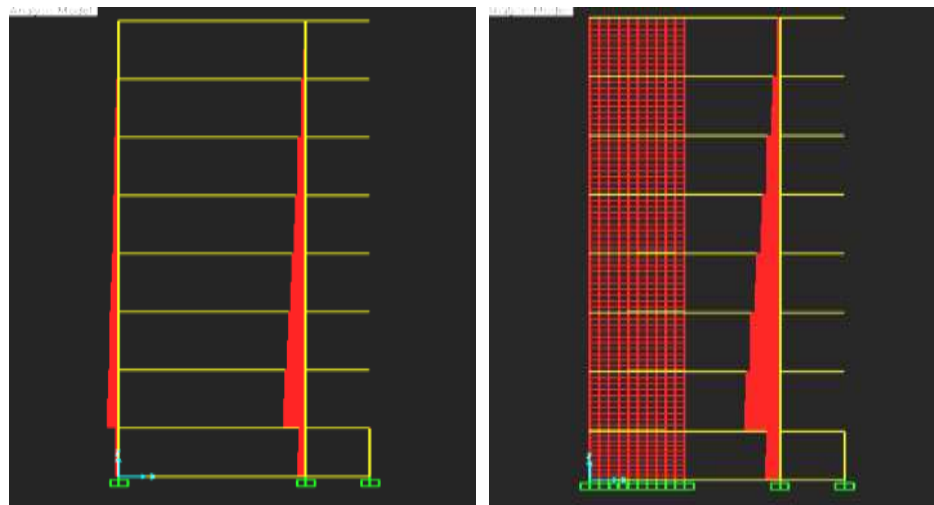
Tabel 2. *Joint displacement* terbesar akibat kombinasi beban pada portal

Kombinasi Beban	Portal Tanpa SW		Portal Dengan SW	
	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
Comb1	3,22	- 3,04	1,55	-2,49
Comb2	3,22	- 3,05	1,76	-2,46
Comb3	13,05	- 3,05	4,32	-2,89
Comb4	-6,97	- 2,06	- 1,14	- 1,87
Comb5	12,08	- 2,82	3,37	-2,06
Comb6	-7,94	- 1,40	-1,74	-1,14

Untuk *Joint displacement* pada arah X, sangat jelas perbedaan antara portal yang menggunakan *shear wall* dan yang tidak menggunakan *shear wall*. *Shear wall* sebagai pengkaku sangat efektif untuk menahan gaya yang bekerja horizontal. Untuk *Joint displacement* pada arah Y, terlihat jelas perbedaan portal menggunakan *shear wall* dan yang tidak menggunakan *shear wall*. Tetapi, perbedaan tidak terlalu besar karena pada portal 1-1 dengan *shear wall* tidak digunakan kolom pada titik 1-A. Hal ini menjelaskan, penggunaan *shear wall* dapat mempertahankan kekakuan struktur.

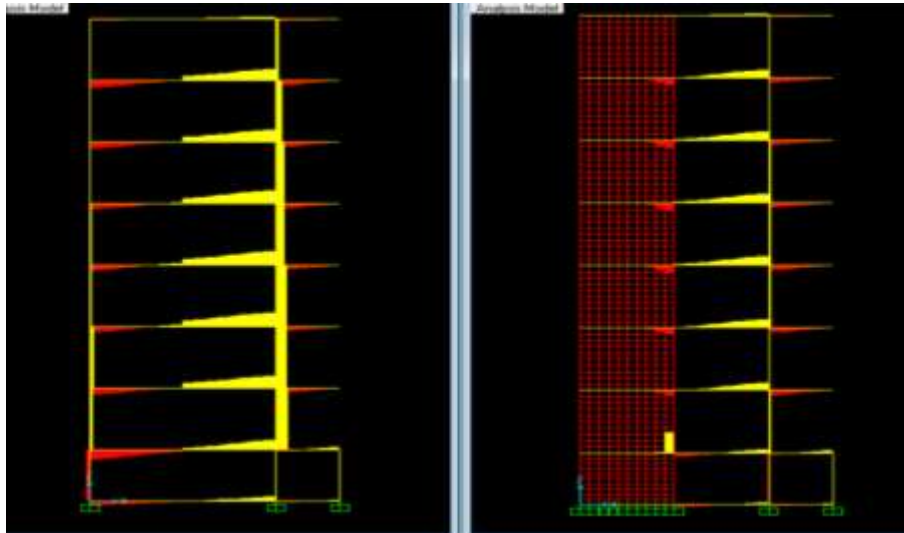
b. Gaya yang bekerja pada element portal (kolom-balok)

Gaya dalam dan momen terbesar terjadi akibat kombinasi beban 3. Hasil analisis seperti pada Gambar 5.4, 5.5 dan 5.6 serta Gambar 5.7, 5.8 dan 5.9.

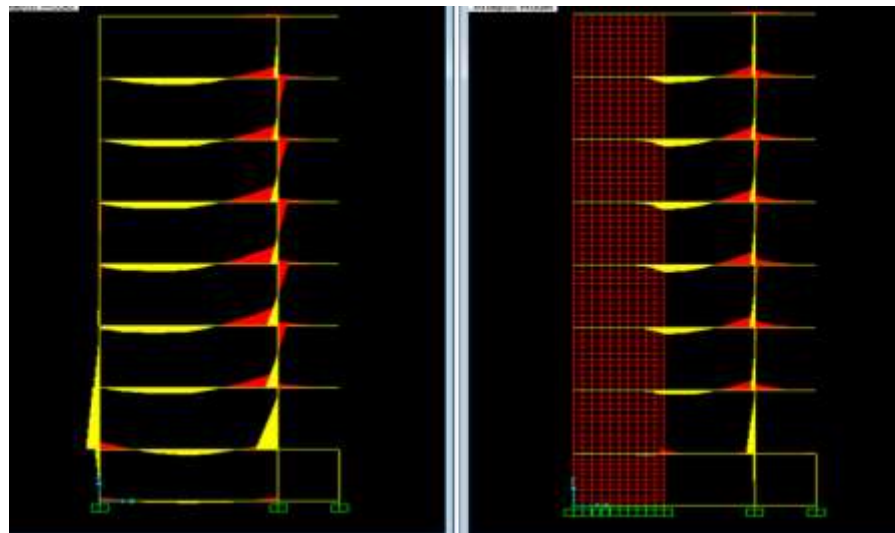


Gambar 5.4.

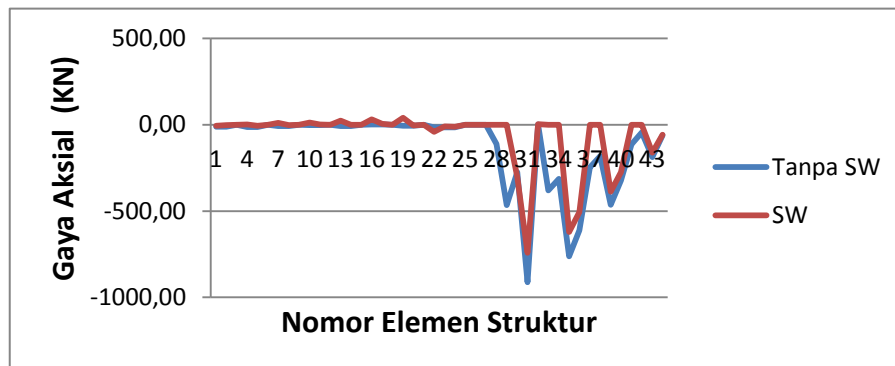
Perbandingandiagram gaya aksial akibat *Comb3* pada portal tanpa *shear wall* dan portal dengan *shear wall*



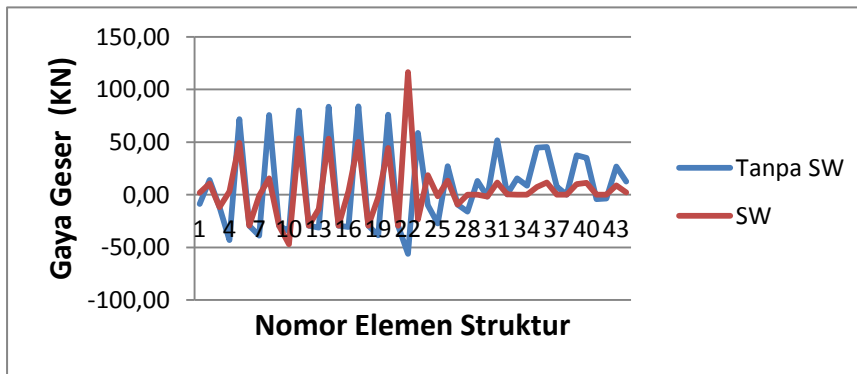
Gambar 5.5. Perbandingandiagram gaya geser akibat *Comb3* pada portal tanpa *shear wall* dan portal denganshear wall



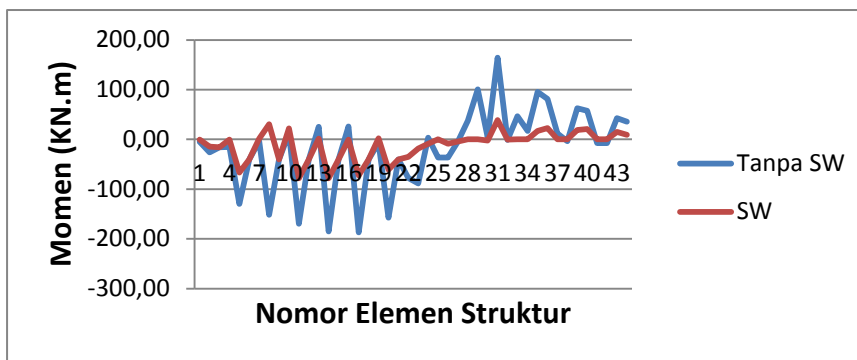
Gambar 5.6. Perbandingandiagram momen akibat *Comb3* pada portal tanpa *shear wall* dan portal denganshear wall



Gambar 5.7. Grafik perbandingan gaya aksial yang terjadi akibat *Comb3* pada portal



Gambar 5.8. Grafik perbandingan gaya geser yang terjadi akibat *Comb3* pada portal



Gambar 5.9. Grafik perbandingan momen yang terjadi akibat *Comb3* pada portal

c. Gaya aksial, gaya geser dan momen yang terjadi akibat kombinasi beban

1. Gaya-gaya dalam pada portal akibat kombinasi beban.

Tabel 3. Gaya-gaya dalam dan momen yang terjadi pada elemen portal

Kombinasi Beban	Portal Tanpa SW		Portal Dengan SW	
	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
Comb1	3,22	- 3,04	1,55	-2,49
Comb2	3,22	- 3,05	1,76	-2,46
Comb3	13,05	- 3,05	4,32	-2,89
Comb4	-6,97	- 2,06	- 1,14	- 1,87
Comb5	12,08	- 2,82	3,37	-2,06
Comb6	-7,94	- 1,40	-1,74	-1,14

2. Gaya-gaya yang ditinjau sebelumnya adalah gaya-gaya dalam (aksial, geser dan momen) yang terbesar, karna tinjauan ini memfokuskan pada gaya yang relatif

- besar. Sedangkan dalam perencanaan struktur, dibutuhkan gaya terbesar yang bernilai positif dan gaya yang bernilai negatif dari masing-masing balok dan kolom.
3. Gaya-gaya yang dalam yang terjadi pada kedua portal yang ditinjau memiliki perbedaan yang sangat beragam, pada portal yang tidak menggunakan *shear wall* memiliki gaya-gaya dalam yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan portal yang menggunakan *shear wall*. Hal ini menjelaskan bahwa penggunaan *shear wall* pada portal tersebut sebagai pengkaku struktur sangat efisien.
 4. Gaya geser pada balok (portal yang menggunakan *shear wall*) yang menerima beban dari balok anak akan mengalami geser yang besar, hal ini disebabkan karena balok yang terletak pada *shear wall* lebih kaku dibanding balok di sebelahnya.

VI. KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

- a. *Joint displacement* yang terjadi pada portal yang tidak menggunakan *shear wall*, terbesar pada arah X = 13,05mm dan arah Y = -3,05mm sedangkan pada portal yang menggunakan *shear wall*, terbesar pada arah X = 4,32mm dan arah Y = -2,80mm, *joint displacement* terbesar terjadi akibat kombinasi beban *Comb3*.
- b. Gaya-gaya dalam (aksial, geser dan momen) yang terjadi pada elemen struktur portal yang tidak menggunakan *shear wall*, gaya aksial = 8,12 KN dan -912,83 KN, gaya geser = 84,02 KN dan -75,17 KN, momen = 164,16 KN.m dan -187,27 KN.m. Sedangkan pada elemen struktur portal yang menggunakan *shear wall*, gaya aksial = 56,85 KN dan -741,48 KN, gaya geser = 116,48 KN dan -46,96 KN, momen = 42,02 KN.m dan -78,40 KN.m.
- c. Struktur portal 1-1 dengan *shear wall* lebih kaku dibandingkan dengan struktur portal 1-1 tanpa *shear wall*.
- d. Penggunaan *shear wall* pada portal 1-1 gedung Fakultas Kedokteran UKDW Yogyakarta sebagai pengkaku struktur sangat efisien, mengingat portal bertingkat tinggi dan bangunan di daerah rawan gempa.

6.2. Saran

- a. Keterbatasan waktu membatasi analisis hanya dalam bidang 2 dimensi saja, analisis dalam bidang 3 dimensi memberikan hasil yang lebih teliti.

- b. Ketampilan, ketelitian dan pemahaman struktur oleh analisator harus menjadi faktor utama untuk menjalankan program.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto (2008), *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, (2002), *SNI 03-1729-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, (2002), *SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, (2002), *SNI 1726-2002: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, 2002, *Metode, Spesifikasi Dan Tata Cara*, Jakarta.
- Dewobroto, W., (2007), *Aplikasi rekayasa konstruksi dengan SAP 2000 Edisi Baru*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, (1981), *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Stensil,
- Harefa, Y., (2012), *Tinjauan Kekuatan Portal Gedung Graha Spa Maguwoharjo Yogyakarta*, UKRIM, Yogyakarta.
- Hulu, Elridho., (2012), *Laporan Praktek Kerja Lapangan : Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Kedokteran UKDW Yogyakarta*, UKRIM, Yogyakarta.
- Kusuma, G., dan Andiono, T., (1993), *Desain Struktur Beton Rangka Bertulang di Daerah Rawan Gempa*, Erlangga, Jakarta.
- McCormac, J., (2003), *Edisi Kelima Desain Beton Bertulang Jilid 2*, Erlangga, Jakarta
- Satyarno, I., Nawangalam, P., dan Pratomo, R., (2012), *Belajar SAP 2000 Analisis Gempa*, Zamil Publishing, Yogyakarta.
- Satyarno, I., Nawangalam, P., dan Pratomo, R., (2012), *Belajar SAP 2000 Edisi Kedua*, Zamil Publishing, Yogyakarta.
- Schodek, D., (1999), *Struktur Edisi Kedua*, Erlangga, Jakarta.
- Tanggoro, D., Sukardi, K., dan Somaatmadja, A., (2006), *Struktur Bangunan Tinggi Dan Bentang Lebar*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K., (1997), *Teknik Gempa*, Naviri Offset Yogyakarta.