STUDI PERBANDINGAN PERILAKU STRUKTUR BANGUNAN TERHADAP POSISI DINDING GESER

Syaifuddin Lutfi[1], Eka Susanti[2], dan Jaka Propika[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Sipil-ITATS Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya
e-mail: syaifuddinlutfi@gmail.com

ABSTRACT

Dual systems (open frame and shearwall) have been widely used in the construction of earthquake resistant multi-story building structures in Indonesia. The shape and placement of shearwall for multiple systems also varies. In its application in the field, shearwall is placed on the outside or in the middle of a building structure. To find out where shearwall is more effective, two 10-story building structures will be compared using a double system. The difference analysis lies in the placement of the shearwall, on the outside and in the middle of the building structure. The results of the comparison of these two structures are analysis of the period of vibration structure, mass participation, deviation, and earthquake shear forces. Where the structure with the location of the shearwall on the outside (type 1 structure) of the building is more effective than the structure with the shearwall in the middle (type 2 structure) of the building structure. This conclusion was obtained based on the results of the analysis that the vibrational period of type 2 structures did not meet the permit vibration period, the mass participation of type 2 structures was 1.01%, the deviation of type 2 structures was 1.1% and the shear force of type 2 structures was 3.04%. than type1 structures.

Keywords: *Shearwall, dual systems, Mass Participation, Period of Vibrating Structures, Deviations, earthquake shear forces*

ABSTRAK

Sistem ganda (*open frame* dan *shearwall*) telah banyak digunakan dalam pembangunan struktur gedung bertingkat tahan gempadi Indonesia. Bentuk dan penempatan *shearwall* untuk sistem ganda pun beragam. Dalam aplikasinya di lapangan, *shearwall* di tempatkan di sisi luar atau di bagian tengah sebuah struktur bangunan. Untuk mengetahui letak *shearwall* yang lebih efektif, akan dibandingkan dua buah struktur bangunan 10 lantai dengan menggunakan sistem ganda. Perbedaan analisis terletak pada penempatan *shearwall*, di sisi luar dan di tengah struktur bangunan. Hasil dari perbandingan kedua struktur ini berupa analisis perioda getar struktur, partisipasi massa, simpangan, dan gaya geser gempa. Dimana struktur dengan letak *shearwall* di sisi luar (struktur tipe 1) bangunanlebih efektif dari pada struktur dengan *shearwall* di tengah (struktur tipe 2) struktur bangunan. Kesimpulan ini diperoleh berdasarkan hasil analisis bahwa periode getar struktur tipe 2 tidak memenuhi periode getar ijin, partisipasi massa struktur tipe2 lebih besar 1,01%, simpangan struktur tipe2 lebih besar 1,1% dan gaya geser gempa struktur tipe2 lebih besar 3,04% dari pada struktur tipe1.

Kata kunci: *Shearwall*, sistem ganda, Partisipasi Massa, Perioda Getar Struktur, Simpangan, gaya geser gempa

PENDAHULUAN

Untuk menghitung struktur bangunan bertingkat tahan gempa terdapat 2 cara yang bisa digunakan, yaitu *open frame* dan kombinasi *open frame* dengan *shearwall* atau bisa disebut sistem ganda. Pada sistem *open frame*, dinding tidak ikut memikul beban yang diterima oleh struktur. Sedangkan pada sistem ganda, dinding (*shearwall)* ikut memikul beban yang diterima oleh struktur.

Sistem ganda sendiri sudah banyak diaplikasikan pada bangunan gedung bertingkat yang tahan gempa. Bentuk *shear wall* juga beragam, mulai dari bentuk profil L, H, persegi, dan

masih banyak bentuk yang lainnya. Lokasi penempatan *shearwall*nya pun mulai beragam. Pada aplikasi di lapangan *shearwall* sering di tempatkan dibagian ujung dalam fungsi suatu ruangan, ataupun di tempatkan memanjang di tengah searah tinggi bangunan berfungsi untuk menahan beban angin ataupun beban gempa yang ditransfer melalui struktur portal ataupun struktur lantai.

Oleh karena itu perlu dianalisa bagaimana penempatan *shearwall* yang efektif pada bangunan bertingkat tahan gempa. Pada tugas akhir ini akan dibandingkan pengaruh penempatan lokasi *shearwall* yang efektif ditinjau dari perilaku struktur akibat beban lateral gempa.

TINJAUAN PUSTAKA

Pinto, A. C., 2012, Sistem ganda adalah gabungan dari dua sistem yaitu *open frame* (portal) dan *shearwall* (dinding geser). Sistem ganda yang digunakan dalam bangunan bertingkat memiliki kemampuan yang tinggi dalam memikul gaya geser pada sistem gabungan antara *open frame* dan *shearwall* disebabkan adanya interaksi antara keduanya. Interaksi tersebut terjadi karena kedua sistem tersebut mempunyai perilaku defleksi yang berbeda . Akibat beban lateral dinding geser akan berperilaku *flexural/bending mode*, sedangkan *frame* akan berdeformasi dalam *shear mode*, dengan demikian gaya geser dipikul oleh *frame* pada bagian atas dan dinding geser memikul gaya geser pada bagian bawah, Prof. Ir. Bambang Budiono, M.E., PhD. 2001dan Putra, R. A., 2015.

Shearwall (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.Kemampuan *shearwall* dalam menahan beban lateral tergantung dari konfigurasi geometri, orientasi, dan lokasi dinding geser pada suatu bangunan.

Perencanaan pembebanan pada struktur ini untuk beban mati dan beban hidup menggunakan PPIUG 1983 dan SNI 1727 – 2013, untuk beban gempa menggunakan SNI 1726 – 2012. Dimensi untuk *preliminarydesign* balok, kolom, pelat dan *shearwall* sesuai dengan SNI 2847 – 2013.

Hasil analisis perilaku struktur terhadap beban gempa yaitu perioda getar struktur, partisipasi massa, simpangan, dan gaya geser gempa dilakukan dengan bantuan SAP 2000, Eka Susanti 2014.

Sistem Ganda

Dalam sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu paling sedikit menahan 25% gaya gempa desain. Nilai gaya perbandingan arah X dan Y untuk sistem ganda didapatkan dari hasil *output* program SAP2000.

Periode Struktur

Periode struktur adalah waktu yang diperlukan oleh suatu struktur untuk menempuh satu putaran penuh ketika terkena suatu gaya. Dalam studi perbandingan ini hasil dari periode struktur didapatkan dari *output* SAP2000

T (periode)$< Cu\,Ta$

Dimanakoefisien Cuditentukan berdasarkan SNI 1726:2012.

Ta = periode fundamental struktur

$Ta = C_t \times h^x$

dimana koefisien C_t dan *x* ditentukan berdasarkan SNI 1726:2012 dan h adalah tinggi lantai

Gaya Geser Gempa

Gaya geser gempa tergantung oleh besarnya nilai koefisien respon seismik (*Cs*). Besar gaya geser (*base shear*) seismik didapatkan dengan persamaan berikut :

V = Cs x W

dimana:

Cs = koefisien respon seismik

W = berat total struktur
Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik.

Partisipasi Massa

Partisipasi massa (*mass source*) adalah besarnya massa yang masuk ke struktur bangunan pada moda tertentu sekurang-kurangnya 90 persen dari massa aktual (SNI 1726-2012 pasal 7.9).

Simpangan Antar Lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.9.3 untuk memenuhi persyaratan simpangan digunakan rumus (pasal 7.8.6):

$\Delta i < \Delta a$

dimana : Δi = Simpangan yang terjadi tiap lantai
Δa = Simpangan yang diizinkan antar lantai

- Perhitungan untuk Δi pada tingkat 1

$$\Delta_1 = \frac{Cd \text{ x } \delta_{e1}}{Ie}$$

- Perhitungan untuk Δi pada tingkat 2 :

$$\Delta_2 = \frac{Cd \text{ x } (\delta_{e2} - \delta_{e1})}{Ie}$$

dimana :
δe_1 = Simpangan akibat beban gempa tingkat 1
δe_2 = Simpangan akibat beban gempa tingkat 2
Δ_1 = Simpangan yang terjadi di tingkat 1
Δ_2 = Simpangan yang terjadi di tingkat 2
C_d = Faktor pembesaran defleksi
I_e = Faktor keutamaan gedung

METODE

Penelitian ini dimulai dengan memodelkan struktur dengan letak *shearwall* di sisi luar (struktur tipe 1) bangunan lebih efektif dari pada struktur dengan *shearwall* di tengah (struktur tipe 2) struktur bangunan. Permodelan dilakukan dengan bantuan SAP 2000, Dimensi untuk *preliminarydesign* balok, kolom, pelat dan *shearwall* sesuai dengan SNI 2847 – 2013. Kemudian dilanjutkan dengan pembebanan sesuai dengan PPIUG 1983 dan SNI 1727 – 2013, untuk beban gempa menggunakan SNI 1726 – 2012. Hasil analisis permodelan berupa nilai periode getar struktur, partisipasi massa dan gaya geser gempa.

Untuk data perencanaan bangunan adalah sebagai berikut:

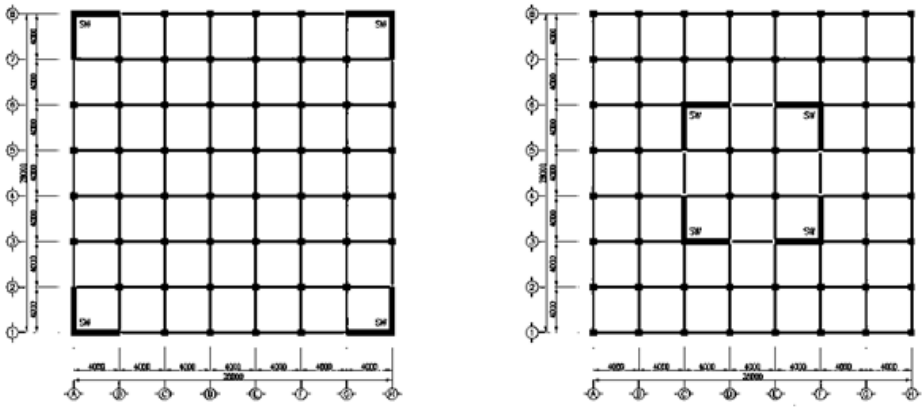
- Tipe bangunan : Gedung Apartemen
- Lokasi : Surabaya
- Ukuran bangunan : 28m x 28m
- Luas area : 784m^2
- Jumlah lantai : 10 lantai
- Tinggi bangunan : 40m
- Mutu beton (f'c) balok : 30 Mpa
- Mutu beton (f'c) kolom &*Shearwall* : 35 Mpa

- Mutu baja (fy) : 400 Mpa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design

Perbandingan denah untuk studi perbandingan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Denah struktur tipe 1 (kiri) dan struktur tipe 2 (kanan)

Untuk *preliminary design*dimensi balok, kolom, pelat dan *shearwall* sesuai dengan syarat dan persamaan yang ada pada SNI 2847-2013 dimana diperoleh hasil perhitungan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Preliminary Design*

No.	Jenis Struktur	Dimensi (cm)
1	Balok	30 x 40
2	Kolom	60 x 60
3	Pelat	12
4	*Shearwall* (Dinding geser)	20

Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam studi perbandingan ini adalah sebagai berikut:

- 1.4 DL
- 1.2 DL + 1.6 LL
- 1.2 DL + 1 LL ± 0.3 (p Q_{Ex} + 0.2 S_{DS} DL) ± 1 (p Q_{Ey} + 0.2 S_{DS} DL)
- 1.2 DL + 1 LL ± 1 (p Q_{Ex} + 0.2 S_{DS} DL) ± 0.3 (p Q_{Ey} + 0.2 S_{DS} DL)
- 0.9 DL ± 0.3 (p Q_{Ex} - 0.2 S_{DS} DL) ± 1(p Q_{Ey} - 0.2 S_{DS} DL)
- 0.9 DL ± 1 (p Q_{Ex} - 0.2 S_{DS} DL) ± 0.3(p Q_{Ey} - 0.2 S_{DS} DL)

Sumber:"Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201x"

Analisis Gaya Gempa

Data perencanaan analisis gempa daerah Surabaya digunakan data sebagai berikut:

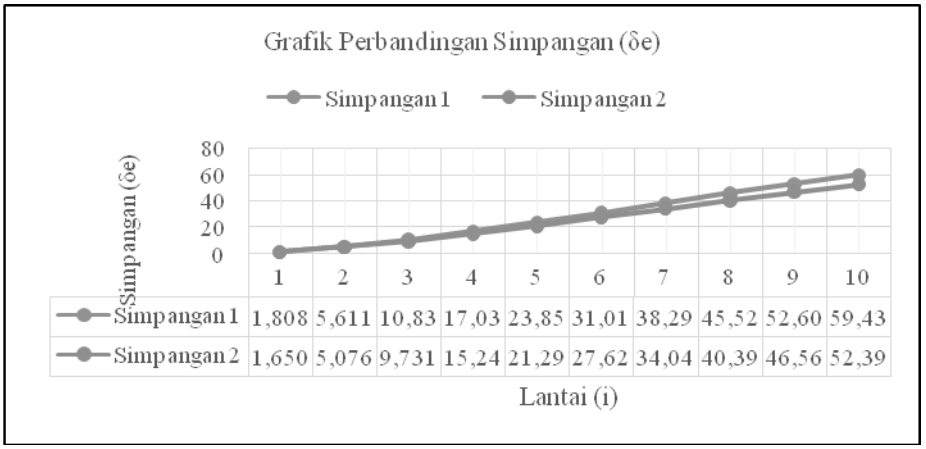
- Kelas Situs : SE
- Kategori Risiko : II
- Faktor Keutamaan : 1
- Ss : 0,663
- S_1 : 0,247

Data di atas kemudian diproses dan menghasilkan nilai Koefisien situs (Fa dan Fv), parameter spectrum percepatan (S_{MS} dan S_{M1}), parameter spectral desain (S_{DS} dan S_{D1}) untuk selanjutnya dilanjutkan mencari grafik respon spektrum.

Proses selanjutnya adalah mencari periode struktur, gaya geser gempa (*base shear*), partisipasi massa, simpangan lantai dan kontrol sistem ganda. Setelah semua proses telah dilakukan, selanjutnya dibandingkan hasil antara struktur tipe 1 dan tipe 2. Hasil rekapitulasi hasil proses perbandingan struktur seperti pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perbandingan Kedua Tipe Struktur

No	Jenis Analisis	Struktur 1		Struktur 2		Ket.
1	Perioda (T)	1,80189 detik		1,8277 detik		Nilai struktur 2 lebih besar dan tidak OK
2	*Base shear* (Statik)	587550,27 kg		574777,44 kg		Selisih 1,03%
3	*Base shear* (Dinamik)	657018.8 kg		677031.8 kg		Selisih 1,03%
4	Partisipasi massa (X Y)	95.2659 %		96.3218 %		Selisih 1,03%
5	Sistem Ganda :	Arah X :	Arah Y	Arah X :	Arah Y :	Struktur 1 dan 2
	Shearwall	72%	75%	72%	74%	memenuhi kontrol
	Sistem rangka	28%	25%	28%	26%	sistem ganda



Gambar 3. Grafik perbandingan simpangan yang terjadi

Hasil tabel perbandingan struktur tipe 1 dan tipe 2 dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa periode getar struktur tipe 2 tidak memenuhi periode getar ijin, partisipasi massa struktur tipe 2 lebih besar 1,01% dan gaya geser gempa struktur tipe 2 lebih besar 3,04% dari pada struktur tipe 1. Sementara hasil grafik perbandingan simpangan yang terjadi menunjukkan simpangan struktur tipe 2 lebih besar 1,1%.

KESIMPULAN

Karena nilai dari kontrol perioda struktur tipe 2 lebih besar dari struktur tipe 1 dan tidak memenuhi nilai yg diijinkan, maka dapat disimpulkan bila struktur tipe 1 dengan letak *shearwall* berada diluar lebih efektif dari pada struktur tipe 2 dengan letak *shearwall* berada didalam.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).
[2] Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).
[3] Badan Standarisasi Nasional. 2013. Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
[4] Departemen Pekerjaan Umum, 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).
[5] Eka Susanti, 2014, Studi Perilaku Struktur Beton Bertulang Pasca Elastis Akibat Beban Gempa SNI 03-1726-2012 Dengan ATC 40 dan FEMA 440
[6] Prof. Ir. Bambang Budiono, M.E., PhD. 2001. Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 1726-2002 dan RSNI 1726-201x.
[7] Putra, R. A., 2015, Skripsi : Studi Komparatif Dimensi dan Penulangan Pada Struktur Gedung Beton Tahan Gempa yang di Desain Sebagai SRPMK dan SG.
[8] Pinto, A. C., 2012, Skripsi : Kajian Bentuk Shear Wall Terhadap Deformasi Struktur.