

Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung

George Andalas¹⁾
Suyadi²⁾
Hasti Riakara Husni³⁾

Abstract

Shearwall is one of alternative solution in planning of building structure for earthquake-resistant. Shearwall is able to affect stiffness of the building structure and provide a structure with good ductility, so as to minimize the damaged caused by earthquake shaking. This study aimed to analyze the positioning of shearwall on a building structure models using non-linear static analysis (Pushover)

In the analisys, shearwalls on each models are placed at different position. The performance of the building structure was analyzed using SAP2000 program. The result of the analysis is a form of drift ratio on each model of the buliding structure. From the result obtained drift value ratio on without shearwall model, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5, model 6 in the X direction in sequences as follows: 54×10^{-8} ; 48×10^{-8} ; 42×10^{-8} ; 30×10^{-8} ; 28×10^{-8} ; 8×10^{-9} ; 8×10^{-9} . While in the Y direction as follows: 77×10^{-5} ; 66×10^{-5} ; 62×10^{-5} ; 51×10^{-5} ; 23×10^{-5} ; 15×10^{-5} ; 14×10^{-5} . So we can conclude that model 6 has better performance compared to other models. Then, the optimum model of positioning ot the shearwalls is model 6.

keywords: SAP2000, pushover analysis, shearwall, erathquake load.

Abstrak

Dinding geser merupakan salah satu solusi alternatif dalam merencanakan struktur gedung tahan gempa. Dinding geser mampu mempengaruhi kekakuan pada struktur gedung dan memberikan struktur dengan daktilitas baik, sehingga mampu meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat goyangan gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penempatan posisi dinding geser pada suatu model struktur bangunan menggunakan analisis statik non-linear (*pushover*).

Dalam analisis yang dilakukan, dinding geser pada setiap model ditempatkan pada posisi yang berbeda-beda. Kinerja struktur bangunan dianalisis menggunakan program SAP2000. Hasil analisis adalah berupa *drift ratio* pada setiap model struktur bangunan tersebut. Dari hasil didapat nilai *drift ratio* pada model tanpa dinding geser, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5, model 6 pada arah X secara berurutan sebagai berikut: 54×10^{-8} ; 48×10^{-8} ; 42×10^{-8} ; 30×10^{-8} ; 28×10^{-8} ; 8×10^{-9} ; 8×10^{-9} . Sedangkan pada arah Y sebagai berikut: 77×10^{-5} ; 66×10^{-5} ; 62×10^{-5} ; 51×10^{-5} ; 23×10^{-5} ; 15×10^{-5} ; 14×10^{-5} . Jadi dapat disimpulkan model 6 mempunyai kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan model lainnya. Sehingga penempatan posisi dinding geser yang optimum adalah model 6.

Kata kunci: SAP2000, analisis *pushover*, dinding geser, beban gempa

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar lampung.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

1. PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh Indonesia adalah bencana alam yaitu gempa. Indonesia merupakan salah satu daerah yang rawan gempa. Provinsi Lampung merupakan salah satu dari daerah Indonesia yang masuk ke dalam zona gempa. Pengaruh gempa terhadap perilaku struktur bangunan seperti rumah, hotel, rumah sakit, perkantoran dan lainnya sangatlah tinggi. Gempa dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur sehingga struktur tersebut tidak bisa digunakan lagi, gempa dapat mengakibatkan kerugian dari segi ekonomi dan dapat mengakibatkan korban jiwa. Tantangan atau permasalahan tersebut mendorong para insinyur sipil mempelajari lebih dalam lagi tentang rekayasa gempa, dimulai dari perilaku dan pengaruhnya dan dari situlah para insinyur sipil merencanakan suatu struktur pada gedung dapat meminimalisir pengaruh gempa terhadap gedung tersebut.

Kebutuhan akan bangunan tahan gempa merupakan sebuah hal yang harus terpenuhi, khususnya untuk daerah-daerah dengan tingkat kerawanan gempa tinggi seperti di Indonesia. Berdasarkan pengalaman yang telah terjadi, keruntuhan bangunan akibat bencana gempa bumi menelan korban jiwa dalam jumlah yang cukup besar. Oleh karena itu, bangunan harus direncanakan untuk dapat memberikan kinerja minimal *life safety*, di mana bangunan diperbolehkan mengalami kerusakan namun tidak mengalami keruntuhan. Dengan demikian, kemungkinan timbulnya korban jiwa dapat diminimalisasi.

Tuntutan akan ketahanan terhadap gempa juga harus diperhatikan untuk bangunan-bangunan eksisting, khususnya bangunan-bangunan lama yang secara material telah mengalami degradasi, dan direncanakan dengan peraturan lama. Bangunan-bangunan seperti ini seringkali memiliki kerawanan gempa yang tinggi. Oleh karena itu, sebuah tindakan harus dilakukan untuk menghasilkan kinerja bangunan yang aman dengan tetap mempertahankan fungsi bangunan eksisting.

Dalam merancang struktur bangunan bertingkat ada prinsip utama yang harus diperhatikan yaitu meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Semakin tinggi bangunan semakin rawan pula bangunan tersebut dalam menahan gaya lateral, terutama gaya gempa. Salah satu solusi alternatif yang digunakan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi dalam mengatasi simpangan horizontal adalah dengan pemasangan dinding geser (*shearwall*). Dinding geser adalah slab beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser 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. Ketika dinding geser ditempatkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bagian-bagian Struktur

Bagian-bagian struktur gedung adalah komponen-komponen penyusun struktur bangunan gedung yang terdiri dari struktur bawah, struktur atas dan portal.

2.1.1. Struktur Bawah

Yang dimaksud dengan struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada di bawah permukaan yaitu pondasi. Pondasi adalah suatu konstruksi yang

berfungsi untuk meneruskan beban-beban bangunan atas ke tanah yang mampu mendukungnya. Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah.

2.1.2. Struktur Atas

Struktur atas (*upper structure*) adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perancangan meliputi : atap, pelat lantai, kolom, balok, portal, dan tangga.

2.1.3. Portal

Portal merupakan suatu rangka struktur pada bangunan yang harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara. Portal dibagi menjadi 2 jenis yaitu portal tak bergoyang dan portal bergoyang .

2.2. Pembebanan Struktur

Pembebanan pada struktur ini dibagi atas jenis-jenis pembebanan Pembebanan pada struktur ini dibagi atas jenis-jenis pembebanan.

2.2.1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian- penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

2.2.2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian gedung yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekan jatuh (energi kinetik) butiran air. Kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

2.2.3. Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

2.2.4. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi yang mempengaruhi struktur tersebut.

2.3. Rekayasa Kegempaan

Pengaruh gempa pada struktur ditentukan berdasarkan analisis dinamik, maka yang diartikan dalam beban gempa itu gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh tanah akibat gempa itu sendiri. Adapun peraturan saat merencanakan beban gempa dapat menggunakan peraturan perencanaan berikut:

2.3.1 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Berdasarkan SNI 1726:2012

Beban gempa rencana pada SNI 03-1726-2012 memiliki periode ulang sebesar 2500 tahun. Pada peraturan gempa sebelumnya, SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-1989, secara berurutan digunakan beban gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun dan 200 tahun. Dengan menggunakan periode ulang gempa rencana 2500 tahun, SNI 1726-2012 menggunakan beban gempa yang kemungkinan terlampaunya sebesar 2% dalam jangka waktu 50 tahun, yang dengan kata lain menggunakan beban gempa yang lebih besar dibandingkan dua peraturan gempa sebelumnya.

Hasil respon spektra pada permukaan sebagai berikut:

$$S_{ms} = Fa \cdot S_s \quad (1)$$

$$S_{m1} = Fv \cdot S_1 \quad (2)$$

Keterangan:

S_{ms} : parameter *response spectrum* periode pendek

S_{m1} : parameter *response spectrum* perioda 1 detik

Fa : Faktor amplifikasi

Fv : Faktor amplifikasi

Parameter percepatan *spectral design* sebagai berikut:

$$S_{D1} = 2/3 \cdot S_{m1} \quad (3)$$

$$S_{Ds} = 2/3 \cdot S_{ms} \quad (4)$$

Keterangan:

S_{Ds} : Parameter percepatan *response spectrum* periode pendek

S_{D1} : Parameter percepatan *response spectrum* perioda 1 detik

S_{ms} : Parameter *response spectrum* periode pendek

S_{m1} : Parameter *response spectrum* perioda 1 detik

Untuk periода yang lebih kecil dari T_0 , *response spectrum* percepatan desain, Sa harus diambil dari persamaan berikut:

$$Sa = S_{ds} (0.4 + 0.6 T/T_0) \quad (5)$$

Keterangan:

Sa : *Spectrum response*

S_{ds} : Parameter percepatan *response spectrum* periode pendek

T : Perioda fundamental

T_0 : Perioda awal

Untuk perioda lebih besar dari T_s , *Response spectrum* percepatan desain sa diambil dari persamaan:

$$Sa = S_{d1}/T \quad (6)$$

Keterangan:

S_{ds} : Parameter *response spectrum* percepatan desain pada periode pendek

S_{d1} : Parameter *response spectrum* percepatan desain pada perioda 1 detik

T : Periode getar fundamental struktur

Gaya geser horisontal akibat gempa yang bekerja pada struktur bangunan dalam arah sumbu X (V_x) dan sumbu Y (V_y), ditentukan dari rumus :

$$V = C_s \cdot W \quad (7)$$

$$C_s = S_{ds} / (R/I) \quad (8)$$

Keterangan:

V : Gaya geser dasar

W : berat lantai

C_s : Koefisien *response seismic*

S_{ds} : Parameter percepatan *response spectrum* desain pendek

I : Faktor keutamaan

R : Faktor modifikasi *response*

Gaya gempa lateral yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan :

$$F_x = C_{vx} V \quad (9)$$

$$C_{vx} = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_{(i=1)}^n w_i \cdot h_i^k} \quad (10)$$

Keterangan :

F_x : Gaya gempa lateral

C_{vx} : faktor distribusi vertikal

V : Gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur

w_i dan w_x : bagian *seismic* efektif total struktur W yang dikenakan pada tingkat I dan x

h_i dan h_x : tinggi dari dasar tingkat I atau x

k : eksponen yang terikat pada struktur

2.4. Dinding Geser

Sebuah dinding geser atau shear wall merupakan dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi. Bahan penyusun dari dinding geser atau shear wall adalah beton bertulang. Secara umum fungsi dari dinding geser atau *shear wall* secara umum adalah memperkokoh gedung, meredam goncangan akibat gempa, Mengurangi biaya perawatan gedung, daya pikul beban di sekitar dinding mampu ditingkatkan

2.5 Layout Shearwall

Menurut pakar struktur, sebuah bangunan tinggi dapat didefinisikan sebagai bangunan yang sistem strukturnya harus dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat menahan gaya-gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin di dalam kriteria terhadap kekuatan, simpangan dan kenyamanannya. Pada bangunan tinggi, dinding geser adalah bentuk struktur yang dapat menahan gaya gempa dan angin. Stabilitas bangunan berlantai tinggi diterima oleh dinding geser. Untuk dapat menahan gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin maka dinding geser harus dibentuk sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat-syarat yaitu dalam sebuah bangunan paling sedikit terdapat tiga buah dinding geser sebagai penahan gaya lateral dan Garis pengaruh dari dinding geser tersebut tidak boleh berpotongan pada satu titik.

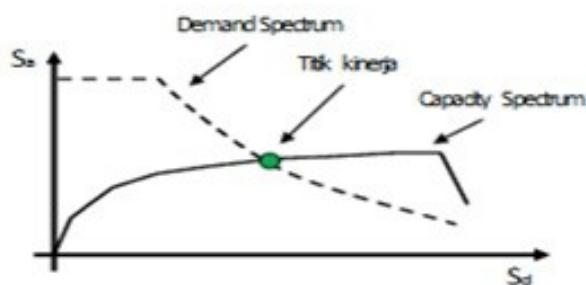
2.6. Analisis Statik Non-Liniear (*Pushover*)

Analisis *pushover* mensimulasikan beban gempa rencana pada model bangunan dengan memberikan gaya horizontal statis pada pusat massa masing-masing lantai bangunan yang besarnya secara berangsur-angsur ditingkatkan. Pada analisis ini, peningkatan beban dilakukan sampai bangunan mengalami kelelahan pertama dan akan terus dilanjutkan

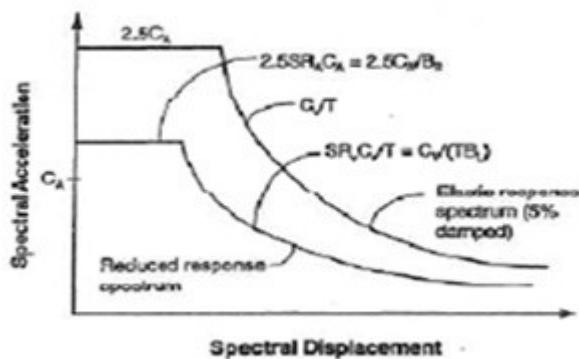
sampai bangunan mencapai batasan deformasi inelastiknya. Selama pembebanan diberikan, dilakukan pencatatan *base shear* dan deformasi horizontal pada titik kontrol (pusat massa pada lantai atap bangunan). Pencatatan ini kemudian disajikan dalam bentuk kurva dengan sumbu y menunjukkan besarnya *baseshear* yang bekerja dan sumbu x menunjukkan besarnya deformasi horizontal di lantai atap bangunan. Kurva ini dikenal dengan sebutan *capacity curve*. Secara garis besar kurva ini menunjukkan kemampuan atau kapasitas deformasi inelastik struktur sebelum mengalami keruntuhan.

Analisis *pushover* diawali dengan pembuatan *capacity curve* seperti telah dijelaskan sebelumnya. Umumnya software analisis struktur seperti SAP2000 dan ETABS memiliki kemampuan untuk melakukan pembebanan yang dimaksud sekaligus menggambarkan *capacity curve* bangunan. Setelah kurva kapasitas diperoleh, dilakukan penentuan *performance point* dengan *capacity spectrum method*. Prosedur penentuan titik kinerja dengan metode ini secara lengkap tercantum dalam dokumen ATC 40. Penetuan *performance point* dengan *capacity spectrum method* dilakukan dengan mencari titik potong antara *capacity spectrum* dan *demand spectrum* (Gambar 1). *Capacity spectrum* merupakan hasil transformasi *capacity curve* ke dalam satuan *spectral displacement* dan *spectral acceleration* (S_d , S_a). Sedangkan *demand spectrum* merupakan hasil transformasi *response spectrum* elastik gempa rencana ke dalam kondisi inelastik dengan satuan S_a dan S_d . Penyesuaian akibat kondisi inelastik perlu dilakukan karena *damping ratio* akan membesar pada kondisi inelastik sehingga *response spectrum* gempa rencana secara umum akan bergeser ke bawah (Gambar 2).

Untuk menentukan titik potong antara *capacity spectrum* dan *demand spectrum* dilakukan proses perhitungan yang bersifat iteratif. ATC 40 memberikan pilihan prosedur perhitungan; prosedur A, B, dan C. Masing masing prosedur memiliki sedikit perbedaan, namun pada dasarnya perhitungan dilakukan dengan mengiterasi titik kinerja awal (α_{pi} , α_{api}) yang ditentukan sembarang pada *capacity spectrum* sampai mencapai suatu konvergensi. Titik kinerja yang memberikan konvergensi adalah titik pada *capacity spectrum* yang memberikan *damping ratio* tertentu, sedemikian rupa sehingga *response spectrum* elastik yang tereduksi memotong *capacity spectrum* tepat dititik (α_{pi} , α_{api}) atau dalam batasan toleransi yang ditentukan (sekitar 5%). Program SAP 2000 dalam hal ini memiliki kemampuan untuk menentukan *performance point* secara otomatis. Perhitungan yang dilakukan SAP 2000 pada dasarnya mengikuti prosedur perhitungan B menurut ATC 40.



Gambar 1. *Capacity Spectrum*.



Gambar 2. Reduksi Response Spectrum.

Tabel 1. Pengklasifikasian Kinerja Bangunan (ATC 40).

Perfomance Level				
Interstorey Drift Limit	Immediate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Structural Stability
Max Total Drift (Xmax/H)	0,01 Elastic	0,01-0,02	0,02	
Max. Inelastic drift	0,005	0,005-0,015	No limit	No limit

3. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pendekatan Penelitian

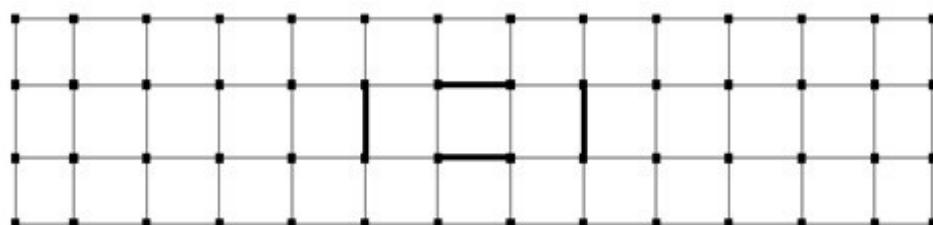
Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, karena hasil penelitian yang dilakukan berupa angka atau bilangan yaitu merupakan hasil analisis struktur gedung dengan menggunakan program SAP 2000 Ver.14.

2.2.1. Data Struktur

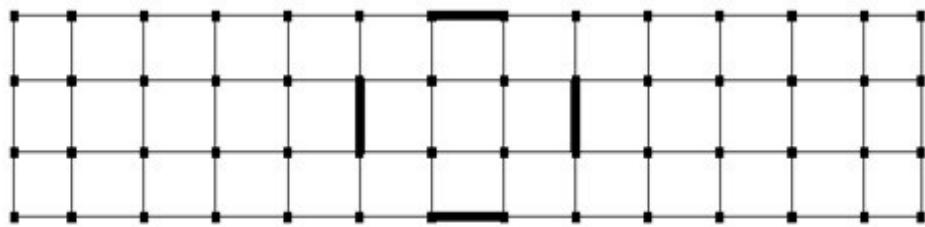
Data struktur yang digunakan adalah model struktur gedung 12 lantai dengan ketinggian 50 meter. Model struktur gedung yang digunakan memiliki periode getar $T = 2,1462$ s. Struktur gedung terletak di daerah kota Bandar Lampung dengan kondisi tipe tanah D yaitu tipe tanah sedang.

2.2.2. Layout Shearwall

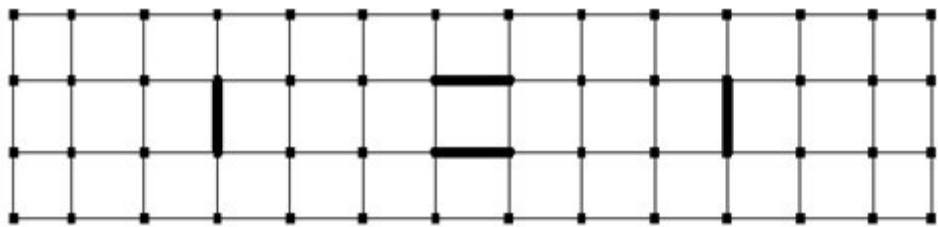
Jumlah layout atau penempatan dinding geser (*shearwall*) yang akan dianalisis adalah 6 model. Sedangkan, jumlah dinding geser (*shearwall*) yang digunakan pada model struktur gedung ada 4 buah dengan ketebalan 40 cm dan mutu beton $f'c=33Mpa$



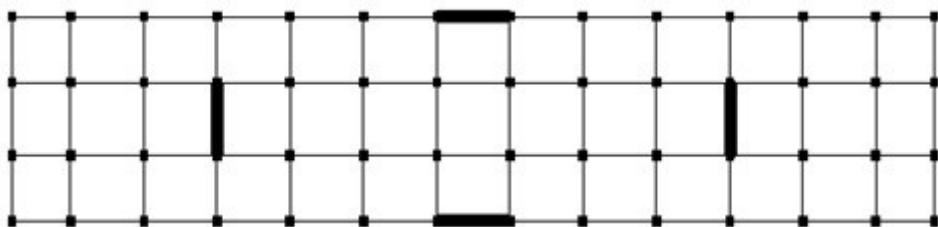
Gambar 3. Model 1 Layout Sherawall



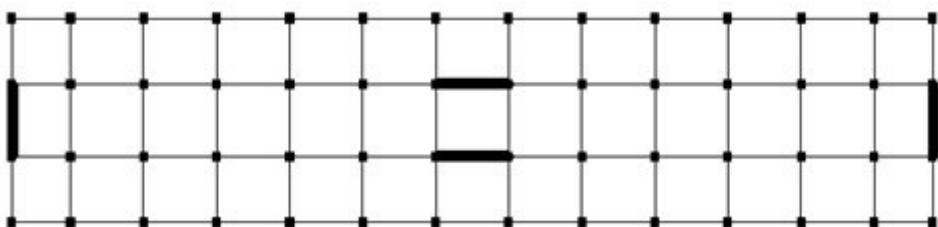
Gambar 4. Model 2 *Layout Shearwall*.



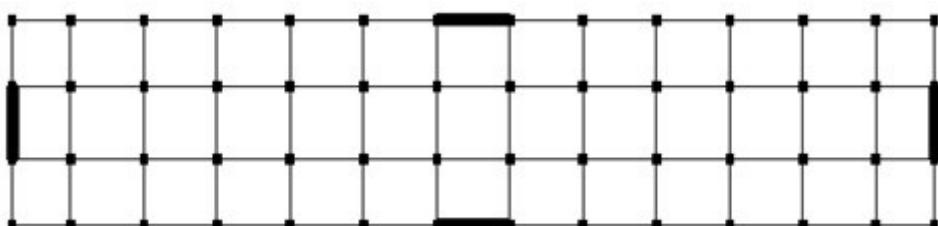
Gambar 5. Model 3 *layout Shearwall*.



Gambar 6. Model 4 *layout Shearwall*



Gambar 7. Model 5 *layout Shearwall*.



Gambar 8. Model 6 *layout Shearwall*.

2.3. Analisis Data

Data yang akan dianalisis adalah struktur tanpa shearwall, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5, model 6 untuk arah X dan Y menggunakan bantuan program SAP2000 untuk menghasilkan dan membandingkan nilai performance dari keseluruhan model yang akan dianalisis.

3. PEMBAHASAN

3.1. Pemodelan Struktur

Pemodelan ini dilakukan dengan bantuan program SAP 2000 Ver.14 dengan material beton ($f_c' = 33 \text{ MPa}$), baja tulangan lentur BJT D 40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$), dan baja tulangan sengkang BJT D 24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$). Pemodelan struktur yang dilakukan meliputi balok, pelat, pondasi, kolom dan dinding geser.

3.2. Pembebanan

Beban yang dibebankan pada struktur bangunan gedung meliputi beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa

3.2.1. Beban Mati Akibat Beban Sendiri (DL)

Beban mati didefinisikan sebagai beban yang ditimbulkan oleh elemen-elemen struktur bangunan ; balok, kolom, dan pelat lantai. Beban ini akan dihitung otomatis oleh program SAP 2000 Ver.14.

3.2.2. Beban Mati Tambahan (SIDL)

Beban mati tambahan yang digunakan adalah beban dinding setengah bata yaitu sebesar $1,962 \text{ KN/m}^2$

3.2.3. Beban Hidup (LL)

Beban hidup didefinisikan sebagai beban yang sifatnya tidak membebani struktur secara permanen, misalnya beban akibat pengguna bangunan. Berdasarkan fungsi Struktur gedung sebagai perkantoran/hunian maka menurut peraturan Pembebanan Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung SNI 1727-2013 merekomendasikan beban hidup dilantai ruangan sebesar 50 psf ($2,4 \text{ KN/m}^2$) dan di lantai atap sebesar 20 psf ($0,96 \text{ KN/m}^2$)

3.2.4. Beban Angin (WL)

Untuk menentukan beban angin dapat dilihat pada peraturan Pembebanan Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung 1727-2013 pada Bagian 1 yaitu tentang Bangunan Gedung Tertutup, Tertutup Sebagian, dan Terbuka dari Semua ketinggian.

Tabel 2. Tekanan Angin.

lantai	z (m)	Kz	qz	P (N/m ²)	P (KN/m ²)
12	50	1,3979	1761,3013	880,6506	0,8807
11	46	1,3762	1733,9601	862,0586	0,8621
10	42	1,3543	1706,3669	843,2953	0,8433
9	38	1,3215	1665,0401	815,1931	0,8152
8	32	1,2723	1603,0500	773,0398	0,7730
7	28	1,2439	1567,2671	748,7074	0,7487

Tabel 2. Tekanan Angin (lanjutan).

lantai	z (m)	Kz	qz	P (N/m ²)	P (KN/m ²)
6	24	1,2048	1518,0025	715,2075	0,7152
5	22	1,1790	1485,4955	693,1027	0,6931
4	18	1,1300	1423,7574	651,1208	0,6511
3	14	1,0700	1348,1596	599,7143	0,5997
2	10	0,9974	1256,6864	537,5125	0,5375
1	5	0,8633	1087,7254	422,6191	0,4226
0	0	0,8500	1070,9679	411,2240	0,4112

3.2.5. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan dari pergerakan tanah akibat gempa. Pengaruh gempa pada struktur ditentukan berdasarkan analisa dinamik, maka yang diartikan dalam beban gempa itu gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh tanah akibat gempa itu sendiri.



Gambar 9. Grafik Respon Spektra kota Bandar Lampung.

Tabel 3. Distribusi Beban Statik Ekuivalen.

Lantai	hx(m)	Wx (kN)	Wx. hx	fxi=fyi
1	5	10000,17	118818,3332	25,4450
2	10	7732,134	266746,8944	57,1241
3	14	7354,128	425644,3548	91,1521
4	18	7354,128	626454,0812	134,1557
5	22	7354,128	852920,9523	182,6537
6	26	7354,128	1102750,337	236,1549

Tabel 3. Distribusi Beban Statik Ekuivalen (lanjutan).

Lantai	hx(m)	Wx (kN)	Wx. hx	fxi=fyi
7	30	7354,128	1374194,639	294,2849
8	34	7354,128	1665863,694	356,7461
9	38	7354,128	1976616,423	423,2940
10	42	7354,128	2305493,719	493,7234
11	46	7354,128	2651674,292	567,8582
12	50	5461,08	2238487,179	479,3739

3.3. Hasil Analisis Pushover

Model struktur gedung yang dianalisis menggunakan metode analisis *Pushover* adalah model struktur gedung tanpa *shearwall*, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5 dan model 6. Arah *pushover* yang dianalisis yaitu pada dua arah yaitu arah X dan arah Y. Dalam menentukan *performance point* bangunan, program SAP 2000 Ver.14 melakukan iterasi mengikuti prosedur B, ATC 40. Iterasi dilakukan berdasarkan kurva *demand* elastik (*damping ratio*5%).

Tabel 4. Hasil Analisis *Pushover* arah X.

Model	T (s)	D (mm)	Drift Ratio	Performance
Tanpa <i>Shearwall</i>	2,1462	0,027	0,00000054	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 1	1,7804	0,024	0,000000480	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 2	1,6927	0,021	0,00000042	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 3	1,5027	0,015	0,0000003	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 4	1,5023	0,014	0,00000028	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 5	1,5136	0,0004	0,000000008	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 6	1,5132	0,0004	0,000000008	<i>Immediate Occupancy</i>

Tabel 5. Hasil Analisis *Pushover* arah Y

Model	T (s)	D (mm)	Drift Ratio	Performance
Tanpa <i>Shearwall</i>	2,1462	38,548	0,00077096	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 1	1,7804	33,042	0,00066084	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 2	1,6927	30,880	0,00061760	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 3	1,5027	25,593	0,00051186	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 4	1,5023	23,422	0,00046844	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 5	1,5136	15,000	0,00030000	<i>Immediate Occupancy</i>
Model 6	1,5132	14,306	0,00028612	<i>Immediate Occupancy</i>

3.4. Pembahasan Hasil Analisis

Struktur gedung apabila menerima beban gempa pada tingkatan atau kondisi tertentu, akan terjadi sendi plastis (*hinge*) pada balok & kolom pada gedung tersebut. Sendi plastis merupakan bentuk ketidakmampuan elemen struktur balok dan kolom menahan gaya dalam sehingga mengakibatkan terjadinya simpangan atau *displacement*. Dinding geser berfungsi untuk menahan gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa dengan memberikan kekakuan pada struktur gedung. Sehingga, struktur gedung yang memiliki dinding geser atau *shearwall* memiliki simpangan atau *displacement* yang lebih kecil daripada struktur gedung yang sama sekali tidak menggunakan *shearwall*. Semakin besar bidang masif yang terkekang oleh *shearwall*. Luas bidang masif tersebut dipengaruhi oleh jarak antar *shearwall* dengan arah yang ditinjau. Semakin menjauh jarak antar dinding geser dari pusat massa maka semakin besar pula kekakuan dialami struktur gedung tersebut. Kekakuan yang dialami oleh struktur gedung sangat mempengaruhi *displacement* struktur gedung itu sendiri. Semakin kecil *displacement* yang dialami struktur gedung tersebut maka semakin kecil pula *drift ratio* yang diperoleh, dimana *drift ratio* tersebut menentukan parameter dari *performance* struktur gedung itu sendiri.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Level kinerja struktur gedung yang diperoleh dari semua tipe bangunan gedung mulai dari tipe struktur gedung tanpa *shearwall*, model 1, model 2, model 3, model 4, model 5 dan model 6 untuk arah X dan Y berdasarkan ATC-40 menunjukkan bahwa seluruh tipe bangunan tersebut berada pada level *Immediate Occupancy*. Dimana kondisi gedung hampir sama dengan kondisi sebelum gempa dapat digunakan.
2. Baik *drift ratio* maupun periode getar alami pada struktur gedung tanpa *shearwall*, memiliki nilai yang lebih besar daripada setelah diberikan struktur *shearwall*. Hal ini menunjukkan bahwa daktilitas atau level kinerja struktur gedung semakin meningkat apabila diberikan struktur *shearwall* atau dinding geser.
3. Dari hasil peninjauan *drift ratio* pada seluruh tipe bangunan baik dalam arah X maupun arah Y, maka dapat disimpulkan level kinerja struktur bangunan gedung yang paling optimum dari keseluruhan tipe bangunan gedung ada pada model 6 dimana nilai *displacement* arah X dan Y adalah 0,0004 mm dan 13,881 mm dengan nilai *drift ratio* arah X dan Y adalah 8×10^{-9} dan 0,000278. Hal ini disimpulkan dari hasil perbandingan penentuan nilai *drift ratio* terkecil.
4. Penempatan posisi atau *layout* dari *shearwall* tersebut lebih optimum apabila ditempatkan pada sisi gedung yang paling pinggir sehingga dapat menghasilkan kekakuan struktur yang lebih besar daripada apabila dinding geser diletakkan didalam struktur gedung, sehingga semakin tinggi kekakuan yang dimiliki oleh struktur gedung tersebut maka semakin tinggi pula *performance* dari daktilitas struktur gedung tersebut. Maka, dari keseluruhan model struktur tersebut *layout shearwall* yang paling optimum adalah model 6.

DAFTAR PUSTAKA

Applied Technology Council, ATC 40 (1996), “*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*”, Redwood City, California, U.S.A.

Badan Standarisasi Nasional, 2012, *Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 1726 – 2012)*, BSN, Bandung.

Badan Standarisasi Nasional, 2012, *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung atau Struktur Lainnya*, BSN, Bandung.