

Evaluasi Kinerja Gedung 20 Lantai dengan Variasi Dinding Geser Berdasarkan Analisis *Time History* Gempa

Irlangga Nedial Handoyo¹ Mochammad Afifuddin² Rudiansyah Putra³

¹Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Banda Aceh 23111

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Banda Aceh 23111

email: irlanganh25@gmail.com

Abstract

Aceh is one of the areas in Indonesia that often experiences earthquakes. In the aftermath of the 26 December 2004 earthquake, a huge number of buildings have been constructed. Therefore, there is a need for research to review the latest earthquake rules. In some building designs toward the earthquake load, shear wall should be applied to provide rigidity and lateral strength. This analysis aims to see the behavior of structures in response to dynamic loads that occur due to earthquakes using Time History Analysis method with variations of shear wall placement. The object of this research is a fictional hotel that has 20 floors. Data supporting this research are obtained from shop drawing building, Peak Ground Acceleration (PGA) and previous earthquakes data which are of Kobe earthquake, El-Centro earthquake and Irpinia earthquake. The research data are subsequently processed using STERA 3D version 9.0 program. The results of the drift evaluation show that case 1 and case 3 have drift which is still in safe category based on Anonim [1], while case 2 has unsafe drift on 4th floor - 9th floor. The results of base shear evaluation reveal the following: in case 1, building is safe based on the Irpinia and Kobe earthquakes; in case 2 building is safe based on the Irpinia (Y) and Kobe earthquakes; in case 3 building is only safe against the Kobe earthquake based on the minimum Anonim [1] requirement.

Keywords: STERA 3D, pushover analysis, variations of shear wall placement

Abstrak

Aceh merupakan salah satu daerah di Indonesia yang sering mengalami gempa bumi. Pasca terjadinya gempa tanggal 26 Desember 2004, pembangunan konstruksi di Aceh mengalami peningkatan. Maka dari itu, perlu adanya penelitian untuk meninjau aturan gempa yang terbaru. Dalam beberapa perencanaan bangunan terhadap beban gempa sendiri dapat didesain dinding geser untuk memberikan kekakuan dan kekuatan lateral. Analisis ini bertujuan untuk melihat perilaku struktur dalam merespon beban dinamis yang terjadi akibat gempa bumi dengan menggunakan metode Time History Analysis dengan variasi penempatan dinding geser. Objek penelitian ini merupakan gedung fiktif yang memiliki 20 lantai yang difungsikan sebagai bangunan hotel. Data yang mendukung penelitian ini adalah data dari shop drawing gedung, data percepatan tanah puncak (PGA) serta data rekap riwayat gempa bumi yang pernah terjadi. Data riwayat gempa yang digunakan berupa gempa Kobe, gempa El-Centro dan gempa Irpinia. Data yang telah diperoleh akan diproses menggunakan program STERA 3D versi 9.0. Hasil evaluasi drift menunjukkan bahwa case 1 dan case 3 mengalami drift yang masih dalam kategori aman berdasarkan Anonim [1], sedangkan case 2 mengalami drift yang tidak aman pada lantai 4 – lantai 9. Hasil evaluasi base shear menunjukkan bahwa pada case 1 gedung aman terhadap gempa Irpinia dan Kobe, pada case 2 gedung aman terhadap gempa Irpinia (arah Y) dan Kobe dan pada case 3 gedung hanya aman terhadap gempa Kobe berdasarkan dari nilai minimum yang disyaratkan oleh Anonim [1].

Kata kunci : STERA 3D versi 9.0, time history analysis, penempatan dinding geser

1. Pendahuluan

Aceh merupakan salah satu daerah di Indonesia yang sering mengalami gempa bumi. Gempa bumi terbesar yang pernah tercatat yaitu gempa pada tanggal 26 Desember 2004 dengan kekuatan 9,0 skala Richter.

Pasca terjadi gempa tersebut pembangunan konstruksi di Aceh mengalami peningkatan. Oleh karena itu perlunya perencanaan bangunan gedung yang memenuhi kriteria standar bangunan tahan gempa sesuai dengan aturan terbaru terhadap pembangunan konstruksi gedung kini di atur dalam

Anonim [2] dan aturan bangunan tahan gempa pada Anonim [1].

Analisis ini bertujuan untuk melihat perilaku struktur dalam merespon beban dinamis yang terjadi akibat gempa bumi dengan menggunakan metode Time History Analysis dengan variasi penempatan dinding geser.

Objek penelitian ini merupakan gedung yang direncanakan memiliki 20 lantai yang difungsikan sebagai bangunan hotel. Gedung yang dianalisa adalah sistem rangka pemikul momen (SRPMK) dan dinding geser jenis flexural wall (FFW) yang berbeda-beda yaitu pada sudut bagian terluar gedung, pada sisi-sisi tengah dinding bagian terluar gedung dan pada bagian tengah bangunan / bagian lift gedung.

Penelitian ini dilakukan dengan mengalisis struktur bangunan beton bertulang untuk mengetahui bagaimana perilaku struktur bangunan yang ditinjau dalam menahan gempa dengan menggunakan metode Time History Analysis.. Perilaku struktur yang dilihat yaitu drift (simpangan antar lantai), base shear (gaya geser) dan daktilitas gedung terhadap beberapa data gempa. Data gempa yang digunakan adalah data gempa El – Centro, gempa Irpinia dan gempa Kobe.

Penelitian ini kemudian diproses menggunakan program STERA 3D v.9.0 dengan diberikan beban dinamis gempa terhadap elemen strukturnya sesuai dengan data gempa yang digunakan, kemudian program dijalankan untuk mendapatkan hasil. Hasil telah didapatkan akan di bandingkan dengan nilai syarat perilaku struktur sesuai dengan Anonim [1].

Hasil evaluasi drift menunjukkan bahwa ketiga case mengalami drift yang masih dalam kategori aman berdasarkan Anonim [1]. Nilai batas izin drift minimum yang disyaratkan yaitu 7,5 cm. Hasil pengolahan output STERA 3D menunjukkan bahwa story drift terbesar untuk masing-masing case, yaitu case 1 rata-rata terjadi pada lantai 10 – lantai 11 untuk arah X dan Y, case 2 rata-rata terjadi pada lantai 9 – lantai 10 untuk arah X dan Y dan case 3 rata-rata terjadi pada lantai 4 – lantai 5 arah X dan lantai 6 – lantai 7 arah Y.

Hasil evaluasi base shear menunjukkan bahwa pada ketiga case gedung masih aman terhadap base shear dari semua data gempa. Nilai yang minimum yang disyaratkan oleh Anonim [1] untuk masing-masing case yaitu 8138.065 kN untuk case 1, 7990.382 kN untuk case 2 dan 7953.461 kN untuk case 3.

Hasil evaluasi daktilitas menunjukkan bahwa pada case 1 dan case 3 gedung mengalami daktilitas dalam kategori aman karena nilai faktor daktilitas yang terjadi yaitu $1 < u < 5$. Sedangkan pada case 2 gedung mengalami daktilitas dalam kategori kurang aman karena nilai faktor daktilitas yang terjadi yaitu $u > 5$.

2. Tinjauan Perpustakaan

2.1 Gempa Rencana dan Kategori Gedung

Menurut Wibowo [3] menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Akibat pengaruh gempa rencana, struktur gedung secara keseluruhan harus masih berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisidiambang keruntuhan. Menurut Anonim [1] gempa rencana ditetapkan ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewat terbesar selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen.

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai Anonim [1] pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan (I). Khusus untuk struktur bangunan dengan kategori risiko IV, bila dibutuhkan pintu masuk untuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan, maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didesain sesuai dengan kategori risiko IV.

2.2 Dinding Geser

Menurut [Anonim [1] dinding geser adalah komponen struktur untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya-gaya gempa lateral. Jenis dinding geser biasanya dikategorikan berdasarkan geometrinya, yaitu :

- Flexural wall*, dinding geser yang memiliki rasio $h_w/l_w \geq 2$, dimana desain dikontrol oleh perilaku lentur sehingga memiliki rasio perbandingan M/V yang tinggi
- Squat wall*, dinding geser yang memiliki rasio $h_w/l_w \leq 1$ atau 2, dimana desain dikontrol oleh perilaku geser sehingga memiliki perilaku rasio perbandingan M/V yang rendah
- Coupled shear wall*, dimana momen guling yang terjadi akibat gaya gempa ditahan oleh sepasang dinding yang dihubungkan oleh balok-balok perangkaian sebagai gaya-gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing-masing dasar pasangan dinding tersebut.

Berdasarkan penempatannya dinding geser terdiri dari 2 macam, yaitu :

- Shear wall*, ditempatkan pada bangunan sebagai eksterior atau interior. Shear wall biasanya berbentuk slab (semakin tinggi suatu bangunan maka shear wall semakin tebal)
- Core* (inti), merupakan dinding geser yang diletakan di dalam bangunan, misalnya melindungi core yang berfungsi sebagai area service dan tangga darurat yang menyerupai bentuk kotak atau bentuk lain yang kaku sebagai tipe dari struktur.

2.3 Kombinasi pembebanan

Sesuai dengan Anonim [2], kombinasi pembebanan dari berbagai beban dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

- 1,4D
- 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr atau R)
- 1,2D + 1,6(Lr atau R) + (L atau 0,5W)
- 1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr atau R)
- 1,2D + 1,0E + L
- 0,9D + 1,0W
- 0,9D + 1,0E

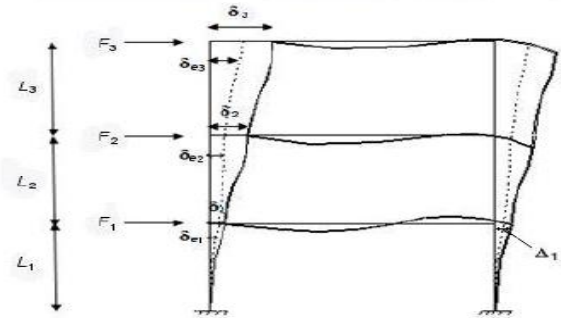
Keterangan : D = Beban Mati; L = Beban Hidup; W = Beban Angin; E = Beban Gempa; Lr = Beban Hidup di Atap; R = Beban Hujan.

2.4 Simpangan Lateral (*Drift*)

Menurut Anonim [1] besarnya simpangan lateral (*drift*) bergantung pada kemampuan struktur dalam menahan gaya gempa yang terjadi. Apabila struktur memiliki kekakuan yang besar untuk melawan gaya gempa maka struktur tersebut akan mengalami simpangan lateral yang lebih kecil dibandingkan dengan struktur yang tidak memiliki kekakuan yang cukup besar.

Anonim [1] menyatakan penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak terletak segaris dalam arah vertikal,izinkan untuk menghitung defleksi di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Dalam penentuan simpangan lateral dapat dilihat pada gambar 1.

Simpangan antar lantai desain nilainya tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin sesuai Anonim [1] yaitu 2,5% dari tinggi perlantai.



Gambar 1 Penentuan simpangan antar lantai

2.5 Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

Menurut Anonim [1] gaya geser dasar merupakan gaya geser atau lateral yang terjadi pada tingkat dasar. Gaya geser dasar yaitu suatu gaya geser yang diasumsikan merupakan pengganti dari getaran gempa bumi. Perhitungan gaya geser dasar telah mengalami evolusi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, sehingga menurut Anonim [1] *base shear* (V) dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan :

$$V1 = Cs \cdot Wt$$

Keterangan :

Cs = koefisien respon seismik

Wt = berat seismik efektif (berat kombinasi total bangunan)

Nilai gaya geser dasar yang telah diskalakan tidak boleh kurang dari 85% nilai $V1$ yang ditentukan menggunakan nilai Cs minimum, seperti persamaan: $V \geq 0,85 \cdot V1$

2.6 STERA 3D

Program STERA (*Structural Earthquake Response Analysis*) 3D versi 9.0 merupakan salah satu software yang dapat digunakan dalam dunia teknik sipil untuk menganalisis struktural bangunan beton bertulang. Program ini dikhususkan pada analisis beban akibat gempa. Program ini dikembangkan oleh Dr. Taiko Saito dari *Toyoshi University of Technology Japan* pada tahun 2005. STERA 3D versi 9.0 merupakan versi terbaru yang di keluarkan pada 20 Maret 2017. Adapun kelebihan dari STERA 3D yaitu dapat memberikan lebih banyak *output* yang lebih mendetail. Beberapa

analisis yang dapat dilakukan dengan menggunakan STERA 3D versi 9.0 antara lain :

- a. *Linear Modal Analysis*
- b. *Nonlinear Static Push-Over Analysis*
- c. *Nonlinear Earthquake Response Analysis*

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data primer penelitian ini adalah data hasil perhitungan pembebanan struktur bangunan gedung. Data sekunder penelitian ini adalah data *shop drawing* gedung, data percepatan tanah puncak (PGA) dan data rekap riwayat gempa bumi yang pernah terjadi yang diperoleh dari PEER *Ground Motion Database Application*. Adapun dalam perhitungan kombinasi beban, beban yang digunakan yaitu beban mati dan beban hidup yang dihitung secara manual berdasarkan [1].

3.2 Mutu Bahan

Gedung yang ditinjau dalam penelitian ini menggunakan rangka beton bertulang sebagai elemen struktural utama. Adapun mutu bahan yang digunakan sebagai berikut :

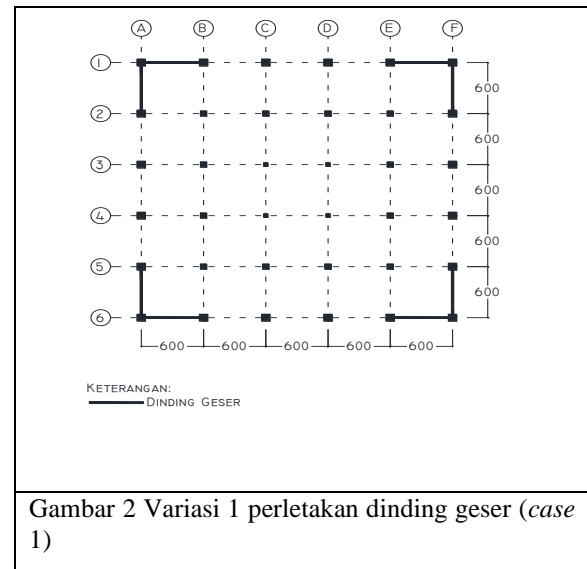
- a. Tegangan leleh baja tulangan utama (f_y)
= 400 Mpa
- b. Tegangan leleh baja tulangan geser (f_y)
= 240 Mpa
- c. Mutu beton (f_c') = 30 Mpa

3.3 Permodelan Struktur

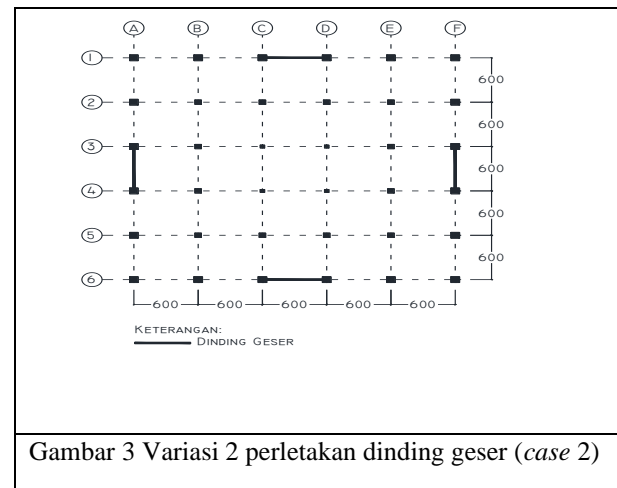
Penelitian ini bertujuan untuk melihat perilaku stuktur bangunan gedung fiktif 20 lantai dengan variasi dinding geser menggunakan metode *Pushover*. Gedung ini terdiri dari 20 lantai dengan 1 lantai *semibasement*. Denah struktural gedung ini dapat dilihat pada gambar. Begitu juga, denah variasi perletakan dinding geser yang digunakan pada bangunan ini dapat dilihat pada gambar. Untuk informasi lebih lanjut mengenai tinggi dan luas bangunan per lantainya dapat dilihat pada tabel.

Data spektra gempa untuk mengevaluasi perilaku struktur bangunan diperoleh dari program yang dibuat oleh Kementerian Pekerjaan Umum. Data

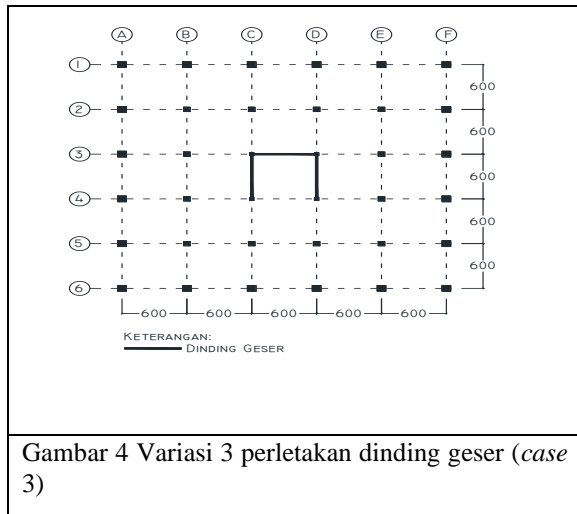
spekta yang digunakan untuk wilayah kota Banda Aceh dengan asumsi tanah sedang dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2 Variasi 1 perletakan dinding geser (case 1)



Gambar 3 Variasi 2 perletakan dinding geser (case 2)



Gambar 4 Variasi 3 perletakan dinding geser (case 3)

3.4 Data Spektra Lokasi

Tabel 1 Data Spektral Percepatan Kota Banda Aceh

No.	Data	Koefisien
1	PGA (g)	0,621
2	S _s (g)	1,349
3	S ₁ (g)	0,642

3.5 Data Gempa

Data gempa untuk mengevaluasi perilaku struktur bangunan diperoleh dari PEER *Ground Motion Database Application*. Data gempa yang digunakan adalah data gempa El-Centro, Irpinia, Kobe, dan Chi-chi. Data gempa yang diperoleh terdiri dari tiga jenis data yaitu data percepatan gempa (acc), kecepatan gempa (vel), dan perpindahan gempa (disp). Penelitian ini hanya menggunakan data percepatan gempa dalam STERA 3D, dengan di jenis arah gempa yaitu :

- Arah X, yaitu data gempa horizontal 1 yang terjadi pada arah barat dan timur
- Arah Y, yaitu data gempa horizontal 2 yang terjadi pada arah utara dan selatan
- Arah Z, yaitu data gempa vertikal yang terjadi pada arah atas dan bawah.

3.6 Analisis Data

Dari hasil output STERA 3D di ambil data hasil untuk :

- Story Drift* (dilambangkan sebagai sd_x dan sd_y)
- Base Shear* (dilambangkan sebagai sf_x dan sf_y)

Kemudian hasil output yang didapat dibandingkan dengan ketentuan-ketentuan sesuai dengan Anonim [1].

3.7 Evaluasi Penempatan Dinding Geser

Dari beberapa hasil desain penempatan dinding geser yang telah dilakukan, maka dilakukan evaluasi. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan perlakuan dinding geser mana yang paling efektif. Evaluasi dilakukan dari ketiga pemodelan penempatan dinding geser. Kemudian dilihat nilai displacement, drift dan base shear terkecil dari setiap pemodelan dinding geser berdasarkan tiap dara rekam gempa.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Pembebanan

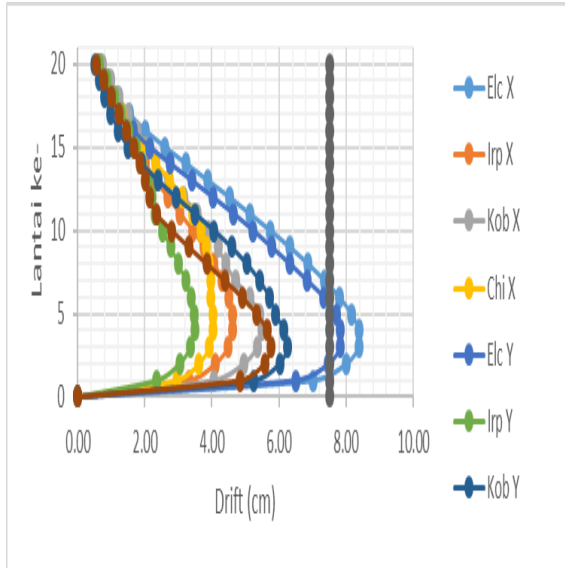
Perhitungan pembebanan untuk beban mati dan beban hidup berdasarkan Anonim [2] didapat rekam hasil perhitungan kombinasi pembebanan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Kombinasi Pembebanan

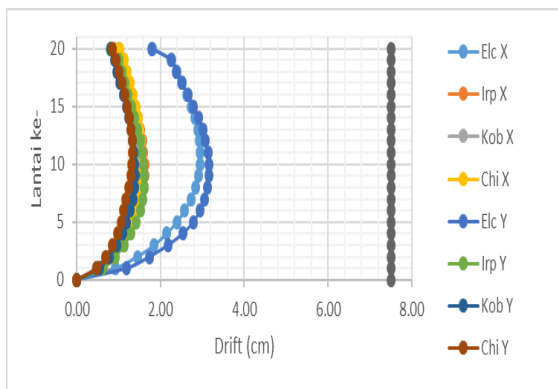
Case	Beban Mati	Beban Hidup	Kombinasi Beban (1.2D + 1.6L)
Tanpa Dinding Geser	214230.15	16764	283898.58
Case 1	223140.15	16764	294590.58
Case 2	218685.15	16764	289244.58
Case 3	217571.4	16764	287908.08

4.2.2 Story Drift

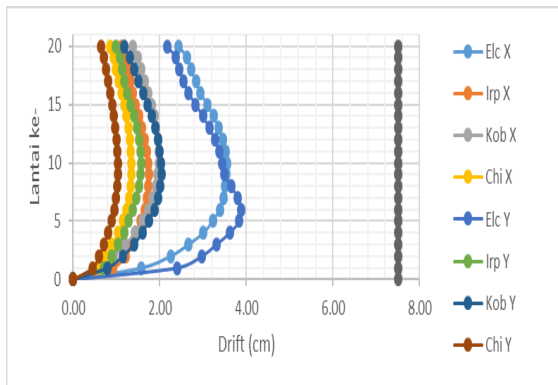
Nilai *story drift* yang didapat dari hasil pengolahan output STERA 3D ver.9.0. Nilai *story drift* untuk setiap lantai maka didapat nilai maksimum *drift* untuk masing – masing case. Berdasarkan nilai – nilai *drift* tersebut akan dibanding dengan dengan nilai syarat *drift* menurut [2] seperti pada grafik – grafik berikut :



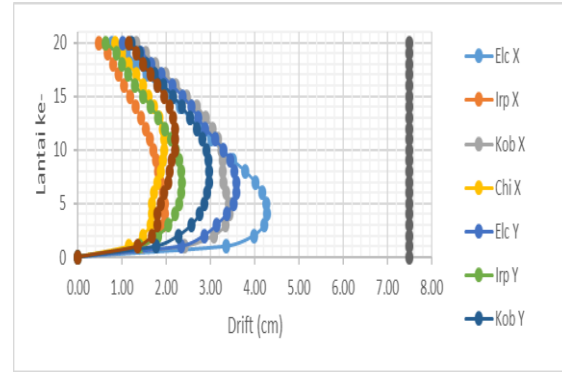
Gambar 5 Grafik nilai *story drift* untuk gedung tanpa dinding geser



Gambar 6 Grafik nilai *story drift* untuk case 1



Gambar 7 Grafik nilai *story drift* untuk case 2



Gambar 8 Grafik nilai *story drift* untuk case 3

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk nilai *drift* maksimum dari gedung tanpa dinding geser (OP) tidak aman pada gempa El-Centro. Sedangkan ketiga *case* memiliki nilai aman terhadap nilai batas izin *drift* maksimum yang disyaratkan yaitu 7,5 cm. Hasil *drift* untuk data gempa El-Centro, Irpinia, Kobe dan Chi-chi, baik dalam arah X maupun arah Y menunjukkan bahwa *drift* yang paling besar terjadi pada *case* 3. Hal ini dikarenakan pada *case* 3 memiliki dinding geser lebih sedikit dibandingkan *case* 1 dan *case* 2.

4.2.3 Story Base Shear

Nilai syarat yang digunakan sesuai Anonim [1] untuk masing-masing *case* yaitu 8138.065 kN untuk *case* 1, 7990.382 kN untuk *case* 2 dan 7953.461 kN untuk *case* 3. Sedangkan pada Tabel 4.9 dapat dilihat perbandingan nilai maksimum *base shear* dari hasil perhitungan dengan nilai syarat minimum *base shear* menurut [2] dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3 Perbandingan nilai maksimum *base shear* dengan nilai syarat *base shear* SNI

Jenis Case	Jenis Gempa	Story Base Shear (kN)		Syarat Base Shear (kN) VI = 0.85.Cs.W	Keterangan	
		Arah X	Arah Y		Arah X	Arah Y
OP	El-Centro	7520.70	7430.53	7842.698273	Tidak aman	Tidak aman
	Irpinia	7211.06	7191.75		Tidak aman	Tidak aman
	Kobe	7343.92	7239.48		Tidak aman	Tidak aman
	Chi-chi	7116.81	7086.03		Tidak aman	Tidak aman
Case 1	El-Centro	8755.20	8580.09	8138.064773	Aman	Aman
	Irpinia	8470.44	8390.76		Aman	Aman
	Kobe	8594.10	8412.00		Aman	Aman
	Chi-chi	8289.77	8396.73		Aman	Aman
Case 2	El-Centro	8694.84	8548.87	7990.381523	Aman	Aman
	Irpinia	8400.70	8379.00		Aman	Aman
	Kobe	8542.20	8479.90		Aman	Aman
	Chi-chi	8246.45	8128.33		Aman	Aman
Case 3	El-Centro	8491.52	8396.25	7953.46071	Aman	Aman
	Irpinia	8367.70	8294.41		Aman	Aman
	Kobe	8393.85	8311.47		Aman	Aman
	Chi-chi	8151.50	8108.01		Aman	Aman

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa gedung tanpa dinding geser masih tidak aman terhadap semua data gempa yang diberikan. Sedangkan ketiga *cases* aman pada keempat jenis data gempa yang diberikan baik pada arah X maupun arah Y berdasarkan Anonim [1]. Pada semua *case* perbedaan *base shear* yang dapat diterima struktur pada arah X dan arah Y tidak terlalu jauh berbeda. Data gempa El-Centro memiliki nilai *base shear* yang paling besar dan data gempa ch-chi memiliki nilai *base shear* yang paling kecil. Serta dapat dilihat bahwa struktur bangunan lebih kuat menahan gaya geser yang diberikan pada arah X untuk semua *case* karena nilai *base shear* arah X lebih besar dari nilai *base shear* arah Y.

4.2.4 Uji Daktilitas

Hasil evaluasi *drift* dan *base shear* ketiga *cases* yang menggunakan dinding geser terhadap gedung tanpa dinding geser mendapatkan hasil baik digunakan dalam menahan beban gempa yang diberikan. Maka ketiga *case* tersebut perlu diuji daktilitasnya dengan menggunakan program STERA 3D ver.9.0. Dimana uji daktilitas ini untuk melihat sifat struktur bangunan dalam berdeformasi menahan beban gempa serta tingkat kerusakan yang terjadi pada struktur gedung tersebut.

Faktor daktilitas gedung adalah rasio antara simpangan maksimum pada ambang keruntuhan dengan simpangan pertama yang terjadi pada pelelehan pertama. Dalam STERA 3D nilai faktor daktilitas dilambangkan dengan (u), yang mana terdapat dua kategori nilai faktor daktilitas yang terjadi

yaitu warna kuning nilai faktor daktilitas $1 < u < 5$ dengan tingkat kerusakan sedang dan warna merah nilai faktor daktilitas $u > 5$ dengan tingkat kerusakan besar yang menyebabkan keruntuhan pada struktur.

Hasil uji daktilitas untuk *case 1*, *case 2* dan *case 3* menunjukkan bahwa uji daktilitas pada *case 1* yang relative lebih aman dari *case 2* dan *case 3*. Hasil uji daktilitas pada *case 1* menunjukkan daktilitas yang terjadi memiliki nilai faktor $1 < u < 5$ yang sangat sedikit.

5. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan dari penelitian ini adalah:

1. Hasil evaluasi *drift* menunjukkan bahwa ketiga *case* mengalami *drift* yang masih dalam kategori aman berdasarkan [2], dengan nilai *drift* yang diizinkan yaitu 7,5 cm. Nilai *drift* maksimum terbesar terjadi pada *case 3* pada data gempa El-Centro yaitu 4,28 cm arah X. Nilai *drift* maksimum terkecil terjadi pada *case 1* pada data gempa El-Centro yaitu 2,95 cm arah X;
2. Hasil evaluasi *base shear* menunjukkan bahwa pada ketiga *case* gedung masih aman terhadap *base shear* dari semua data gempa. Nilai yang minimum yang disyaratkan [2] untuk masing-masing *case* yaitu 8138.065 kN untuk *case 1*, 7990.382 kN untuk *case 2* dan 7953.461 kN untuk *case 3*. Hasil dari pengolahan *output* STERA 3D menunjukkan bahwa *story base shear* terbesar terjadi pada *case 1* pada data gempa El-Centro arah X dengan nilai 8755.20 kN. Sedangkan *story base shear* terkecil terjadi pada *case 3* pada data gempa Chi-chi arah Y dengan nilai 8108.01 kN;
3. Hasil evaluasi daktilitas menunjukkan bahwa pada *case 1* gedung mengalami daktilitas paling aman dari ketiga *cases* karena memiliki tingkat kerusakan sedang yang sangat sedikit. Sedangkan *case 2* sudah mengalami tingkat kerusakan yang besar yang menyebabkan struktur runtuh di beberapa titik struktur gedung dan *case 3* mengalami tingkat kerusakan sedang yang lebih banyak daripada *case 1*;
4. Penempatan dinding geser pada *case 1* lebih direkomendasikan dibandingkan *case 2* dan *case 3*, ini dikarenakan *case 1* karena mengalami nilai *drift* yang lebih kecil dan paling aman terhadap

nilai *base shear*. *Case 1* juga mengalami tingkat kerusakan sedang sangat sedikit.

6. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis membeberikan beberapa saran untuk peneliti yang akan datang sebagai berikut.

1. Meninjau kembali ukuran elemen struktur yang lebih efektif dalam menahan beban gempa;
2. Melanjutkan analisi menggunakan data rekaman gempa yang lain;
3. Melakukan perbandingan analisis perilaku bangunan akibat beban gempa dengan menggunakan program lain, seperti ETABS dan SAP2000

7. Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2012, Standar Nasional Indonesia 03-1726-2012: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung, Departemen Pekerjaan Umum.
- [2] Anonim, 2013, Standar Nasional Indonesia 1727-2013: Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain , Departemen Pekerjaan Umum
- [3] Wibowo, A.s., 2011, Analisis Kinerja Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Riwayat Waktu, Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.