

ANALISIS PERPINDAHAN PADA STRUKTUR BANGUNAN MENGGUNAKAN BASE ISOLATOR DI WILAYAH GEMPA KUAT

Muliadi¹, Mochammad Afifuddin², T. Budi Aulia³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
Reulet Aceh Utara, telp 0645-41373 fax 0645-44450

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh
e-mail: muliadi.eng@gmail.com

Abstrak — Pertemuan tiga lempeng tektonik utama menjadikan Indonesia rawan akan gempa, baik itu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Gempa Bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang disebabkan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan di mana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Dalam kasus ini, struktur bangunan harus dirancang tahan gempa. Salah satu teknologi gedung tahan gempa adalah teknologi dengan base isolator system. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis perpindahan (displacement) yang terjadi akibat efek gempa pada struktur bangunan. Baik dalam penggunaan base isolator maupun yang tanpa menggunakan base isolator. Desain struktur ini dilakukan dengan analisis beban time history dynamic pada bangunan SRPMK (struktur rangka pemikul momen khusus). Dengan bangunan lantai 10 tingkat, bentuk beraturan, pada bangunan SRPMK. Elemen struktur yang ditinjau dalam menganalisa perpindahan pada struktur bangunan adalah pada sebuah kolom, baik untuk bangunan fixed base SRPMK maupun untuk bangunan SRPMK dengan base isolator. Analisis data yang dilakukan dengan menggunakan bantuan software komputer SAP2000. Hasil analisis menunjukkan perpindahan struktur bangunan fixed base SRPMK maksimum kolom pada lantai 3 mencapai 27.97 mm dari dasar fixed base SRPMK. Sedangkan pada base isolator terjadi perpindahan sebesar 5.79 mm dari dasar SRPMK base isolator. Serta hasil analisis diperoleh bahwa bangunan SRPMK base isolator dibandingkan dengan bangunan SRPMK maka nilai perpindahan struktur bangunan lantai tingkat akhir (lantai 10) dapat direduksi mencapai 15.85%. Aplikasi base isolator dalam hal ini dapat digunakan sesuai fungsinya dapat mereduksi beban gempa.

Kata kunci : base isolator, perpindahan, SRPMK; analisa riwayat waktu.

Abstract — The meeting of three major tectonic plates makes Indonesia prone to earthquakes, be it the Indo-Australian plate, the Eurasian plate, and the Pacific plate. Earthquakes are caused by the release of energy generated by the pressure caused by moving plates. Its essence is not earthquake that damage building but anticipation of building which must be in earthquake resistant design. In this case, the building structure must be designed to be earthquake resistant. One of earthquake resistant building technology is technology with base isolator system. This study aims to determine the displacement analysis that occurs due to the effects of earthquake on the structure of the building. Both in the use of base isolator and without using base isolator. The design of this structure is done by analyzing the time history dynamic load in the SRPMK building (struktur rangka pemikul momen khusus). With 10 storey floor building, regular shape, in SRPMK building. The structural elements reviewed in analyzing the displacement of the building structure are in a column, either for fixed base building of SRPMK or for SRPMK building with base isolator. Data analysis is done by using SAP2000 computer software. The result of analysis shows that the maximum fixed column SRPMK structure building structure on the 3rd floor reaches 27.97 mm from the base of the SRPMK fixed base. While at the base of the isolator there is a displacement of 5.79 mm from the base of SRPMK base isolator. The result of analysis shows that the building of SRPMK base isolator compared with SRPMK building, the value of displacement of final floor level structure (floor 10) can be reduced to 15.85%. Application of base isolator in this case can be used as its function can reduce earthquake load.

Keyword : base isolator, displacement, SRPMK; analysis of time history.

I. PENDAHULUAN

Bencana alam yang disebabkan gempa terus terjadi di Indonesia. Bencana ini karena Indonesia berada pada wilayah pertemuan tiga

lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai daerah rawan terjadinya gempa Bumi. Gempa Bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan

oleh tekanan yang disebabkan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan di mana tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa Bumi akan terjadi. Gempa Bumi biasanya terjadi di perbatasan lempengan-lempengan tersebut. Gempa Bumi yang paling parah biasanya terjadi di perbatasan lempengan kompresional dan translasional.

Gempa Bumi lain juga dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa Bumi seperti itu dapat menjadi gejala akan terjadinya letusan gunung berapi. Beberapa gempa Bumi (jarang namun) juga terjadi karena menumpuknya massa air yang sangat besar di balik dam, seperti Dam Karibia di Zambia, Afrika. Sebagian lagi (jarang juga) juga dapat terjadi karena injeksi atau akstraksi cairan dari/ke dalam Bumi (contoh. pada beberapa pembangkit listrik tenaga panas Bumi dan di Rocky Mountain Arsenal. Terakhir, gempa juga dapat terjadi dari peledakan bahan peledak. Hal ini dapat membuat para ilmuwan memonitor tes rahasia senjata nuklir yang dilakukan pemerintah. Gempa Bumi yang disebabkan oleh manusia seperti ini dinamakan juga seismisitas terinduksi.

Bangunan pada daerah rawan gempa harus direncanakan mampu bertahan terhadap gempa. Trend perencanaan yang terkini yaitu *performance based seismic design*, yang memanfaatkan teknik analisa non-linear berbasis komputer untuk menganalisa perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (gempa), sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Selanjutnya dapat dilakukan tindakan bilamana tidak memenuhi persyaratan yang diperlukan. Metode tersebut mulai populer sejak diterbitkannya dokumen Vision 2000 (SEAOC, 1995) dan NEHRP (BSSC, 1995), yang didefinisikan sebagai strategi dalam perencanaan, pelaksanaan dan perawatan/ perkuatan sedemikian agar suatu bangunan mampu berkinerja pada suatu kondisi gempa yang ditetapkan, yang diukur dari besarnya kerusakan dan dampak perbaikan yang diperlukan (Dewobroto, 2005).

Dalam hal ini pada dasarnya bukan gempalah yang membunuh, atau pun kontruksi gedungnya, tetapi desain kontruksi gedung yang

tidak baik. Dalam kasus ini, struktur bangunan harus dirancang tahan gempa. Salah satu teknologi gedung tahan gempa adalah teknologi dengan *base isolator system*. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis perpindahan pada struktur bangunan menggunakan *base isolator* di wilayah gempa kuat. Baik dalam penggunaan *base isolator* maupun yang tanpa menggunakan *base isolator*. Desain struktur ini dilakukan dengan analisis beban *time history dynamic* pada bangunan SRPMK (struktur rangka pemikul momen khusus).

Teruna dan Hendrik (2010) melakukan penelitian dengan membahas analisis respon bangunan ICT Universitas Syiah Kuala yang memakai *slider isolator* akibat gaya gempa. Dari hasil ini menunjukkan bangunan diatas *isolator* berperilaku sebagai *rigid body*. Dapat dikatakan secara keseluruhan kinerja bangunan dengan *isolator* berada pada level operasional. Jadi pemakaian isolator dapat mereduksi deformasi lateral sekitar 75%.

Pemakain *isolator* pada bangunan akan memberbesar deformasi pada lantai dasar namun akan memperkecil perbedaan simpangan/ deformasi tiap lantai, sehingga membuat bangunan bergerak sebagai satu kesatuan struktur yang kaku (*rigid*) ketika terjadi gempa. Berdasarkan perhitungan diperoleh bahwa perpindahan lantai dapat direduksi hingga 30 % (Ismail, 2012).

Muliadi, dkk (2014) telah melakukan penelitian analisis respon bangunan menggunakan *base isolator* sebagai pereduksi beban gempa di wilayah gempa kuat, kajian difokuskan terhadap perioda bangunan pada model struktur bertingkat sepuluh. Hasilnya menunjukkan bahwa Bangunan SRPMK *base isolator* dapat memperbesar perioda alami struktur dibandingkan dengan SRPMK tanpa *base isolator*. Dan peningkatan perioda struktur menyebabkan gaya gempa yang bekerja pada bangunan akan menjadi lebih kecil dan *base isolator* merupakan komponen reduksi lateral.

Muliadi, dkk (2016) melakukan penelitian lanjutan dengan menganalisis gaya geser pada bangunan menggunakan *base isolator* sebagai pereduksi beban gempa, hasilnya menunjukkan dengan rata-rata riwayat gempa baik el-centro (California), kobe (Japan), irpinia (Italia), dan chi-chi (Taiwan) penggunaan *base isolator* dapat mereduksi gaya geser dasar untuk arah memanjang (X) sampai mencapai 62% dan

arah melintang (Y) sebesar 67%. Besarnya reduksi gaya geser ini disebabkan isolator memiliki rasio redaman sampai 40% kritikal. Disamping itu pemakaian isolator juga memeperpanjang waktu getar bangunan sampai 2.5 kali dari bangunan konvensional (tanpa isolator).

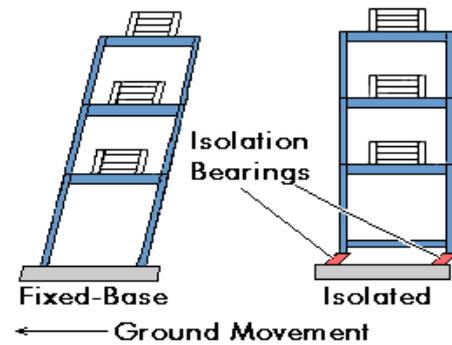
Bertitik tolak dari temuan tersebut, agar penerapan prinsip *isolator* pada model bangunan dapat diketahui lebih detail, maka penelitian ini menguji coba sistem *slider isolator* pada model struktur bertingkat sepuluh sama hal nya penelitian sebelumnya. Dimana kajian ini lebih memperdalam hasil pencapaian kepada hasil perpindahan (*Displacement*) yang bekerja pada struktur bangunan. Hasil ini diharapkan dapat memberikan kajian tambahan dalam menganalisis penggunaan base isolator.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Base Isolator

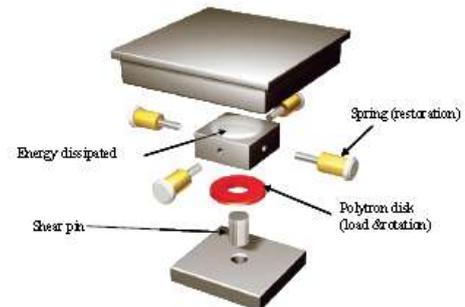
Secara umum sistem isolasi seismik terbagi dalam dua kategori yaitu *Elastomeric Rubber Bearing* dan *Sliding Bearing*. Adapun jenis *Elastomeric Rubber Bearing* terdiri dari jenis *high damping rubber bearing* (HDRB) dan *lead rubber bearing* (LRB). Sedangkan *sliding bearing* terdiri dari jenis *friction pendulum sistem* (FPS) dan *slider isolator*.

Salah satu teknik yang digunakan dalam bangunan tahan gempa adalah sistem *base isolator*. Prinsip sistem ini adalah memisahkan struktur bawah dengan struktur atas agar gaya gempa yang diterima struktur bawah (pondasi) tidak masuk ke struktur atas bangunan. Gaya gempa pada bangunan sebenarnya timbul dari hasil perkalian percepatan gempa dengan massa struktur, oleh karena itu untuk mencegah terjadinya gaya gempa, struktur bangunan dibuat tidak mengikuti percepatan gempa. struktur bangunan *base isolator* diperlihatkan pada Gambar 1.



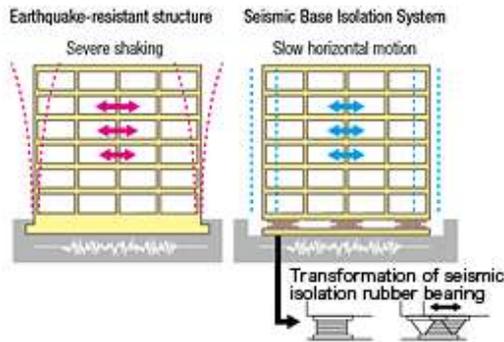
Gambar 1 Struktur base isolator

Pada bangunan *base isolator* dengan jenis *slider isolator* yang dipasang berbeda materialnya dengan *isolator* jenis elastomerik (terdiri dari karet dan pelat baja) maupun dengan jenis FPS (terdiri dari pelat baja dan teflon), tetapi cara kerjanya hampir sama. Energi dissipasi dihasilkan oleh gesekan pada permukaan bahan PTFE (*Teflon*) sedangkan gaya pemulih dihasilkan oleh spring yang terbuat dari bahan polyurethane. Untuk memikul gaya vertikal maupun rotasi yang terjadi disediakan bearing yang disebut dengan polytron disk (Teruna dan Hendrik, 2010). Bentuk tipikal dapat terlihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Bentuk tipikal slider isolator

Pada struktur gedung yang menggunakan isolasi seismik berupa *base isolator* akan menyebabkan struktur akan berdeformasi dengan tetap mempertahankan bentuknya. Sehingga gedung dengan *base isolator* akan memperlihatkan *displacement* yang cukup besar. Gedung yang menggunakan *base isolator* akan memperlihatkan bahwa ketika terjadi gempa, gedung tersebut memperlihatkan osilasi yang stabil.



Gambar 3 Perbandingan Displacement Pada Bangunan Dengan Fixed Base dan Bangunan Dengan Isolator

Konsep Isolasi Seismik

Konsep isolasi seismik merupakan perkembangan yang cukup signifikan dalam perkembangan rekayasa kegempaan. Konsep ini telah banyak digunakan oleh negara-negara yang mempunyai resiko gempa tinggi gempa seperti Jepang, Italy, Amerika Serikat, Selandia Baru, Portugal, Iran, Indonesia, Turki, China, dan Taiwan (Teruna, 2010).

Sistem ini akan memisahkan bangunan atau struktur dari komponen horizontal pergerakan tanah dengan menyisipkan *isolator* yang mempunyai kekakuan yang relative kecil antara bangunan atas dengan fondasinya. Bangunan dengan sistem seperti ini akan mempunyai frekuensi yang relative lebih kecil dibandingkan dengan bangunan konvensional dan frekuensi dominan pergerakan tanah. Akibatnya percepatan gempa yang bekerja pada bangunan menjadi lebih kecil. Ragam getar pertama hanya akan menyebabkan deformasi lateral pada sistem *isolator*, sedangkan struktur atas akan berperilaku sebagai *rigid body motion*. Ragam getar yang lebih tinggi yang dapat menimbulkan deformasi pada struktur tidak ikut berpartisipasi dalam respon struktur karena ragam getar yang seperti itu akan orthogonal terhadap ragam getar yang pertama dan gerakan tanah, sehingga energy gempa tidak akan disalurkan ke struktur bangunan (Naeim and Kelly, 1999).

III. METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Konstruksi bangunan yang akan dirancang merupakan bangunan gedung beton bertulang SRPMK. Pemodelan struktur terdiri

dari model *fixed base* SRPMK dengan SRPMK *base isolator* yang terletak di wilayah gempa kuat berdasarkan peta gempa Indonesia yang tertuang pada SNI 1726:2012. Fungsi gedung adalah untuk perkantoran dengan berjarak 5 Km dari pantai berdasar beban angin 40 Kg/m^2 , yang diasumsikan terletak di Banda Aceh dan bangunan terletak di kelas situs SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak). Dimana kelas situs SC dapat memberikan nilai jarak perpindahan tanah yang lebih kecil (d_g), dan memberikan efek kekakuan bangunan lebih besar.

A. Geometri Model

Permodelan struktur ini dilakukan dengan menggunakan *software SAP2000 (Structure Analysis Program)*. Analisis dilakukan dengan caran *time analysis history dynamic*. Bentuk dari bagian elemen balok-kolom terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Bentuk elemen ini, di perlihatkan dalam bentuk 2D dengan adanya nilai-nilai bagian dari elemen struktur yang akan di rencanakan.

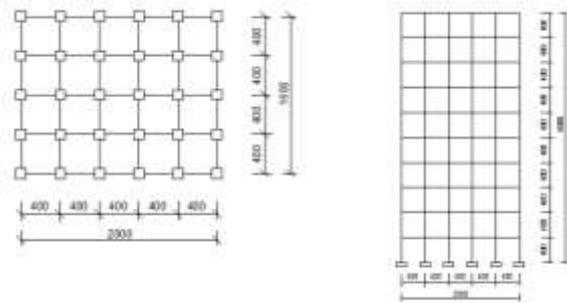
Tabel 1 Element struktur balok

No.	Lantai	Balok	Dimensi Penampang		Panjang Balok H (m)
			b (m)	h (m)	
1	Lantai 1	B1	0,35	0,70	4,00
2	Lantai 2	B2	0,35	0,70	4,00
3	Lantai 3	B3	0,35	0,70	4,00
4	Lantai 4	B4	0,35	0,70	4,00
5	Lantai 5	B5	0,35	0,70	4,00
6	Lantai 6	B6	0,35	0,70	4,00
7	Lantai 7	B7	0,35	0,70	4,00
8	Lantai 8	B8	0,35	0,70	4,00
9	Lantai 9	B9	0,35	0,70	4,00
10	Lantai Atap	RB10	0,30	0,60	4,00

Tabel 2 Elemen Struktur Kolom

No.	Lantai	Dimensi Penampang		Tinggi Kolom H (m)
		b (m)	h (m)	
1	Lantai 1	0,8	0,8	4,00
2	Lantai 2	0,8	0,8	4,00
3	Lantai 3	0,8	0,8	4,00
4	Lantai 4	0,8	0,8	4,00
5	Lantai 5	0,8	0,8	4,00
6	Lantai 6	0,8	0,8	4,00
7	Lantai 7	0,8	0,8	4,00
8	Lantai 8	0,8	0,8	4,00
9	Lantai 9	0,8	0,8	4,00
10	Lantai Atap	0,8	0,8	4,00

Tampilan denah dan geometri penampang 2D seperti terlihat dalam Gambar 3 berikut:

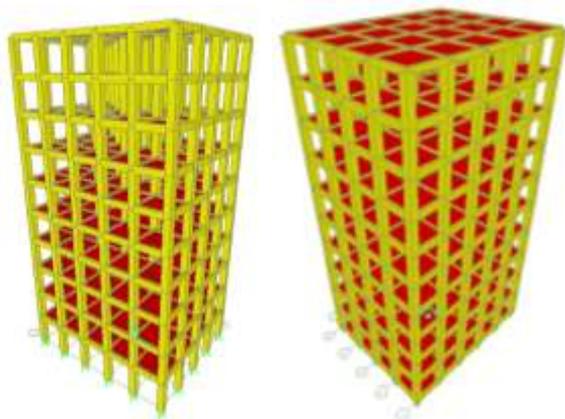


Denah bangunan

Tampak Bangunan

Gambar 4 Geometri penampang 2D

Pemodelan 3D seperti diperlihatkan Gambar 4 dibawah ini:



SRPMK

Base Isolator

Gambar 5 Pemodelan 3D pada SAP 2000

Characteristic *base isolator* model *slider isolator* merupakan bagian dari *isolation* untuk meminimalisir beban gempa yang terjadi. Spesifikasi Elemen Struktur Base Isolator dapat diperlihatkan pada Tabel 3.

TABEL 3 SPESIFIKASI ELEMEN STRUKTUR BASE ISOLATOR

Title	RME QS	Serial No.	2009 – 35CB
Beban Vertikal Max	1750 KN	Manuf Y.M	2009.12
Kekakuan Horizontal Pada Regangan 100%	0.95	Hor Load	415 KB
		Perpindahan Max	±100 mm

Analisa struktur

Prosedur dan asumsi dalam perencanaan serta besarnya beban rencana mengikuti ketentuan berikut ini:

1. Ketentuan mengenai perencanaan dalam tata cara ini didasarkan pada asumsi bahwa struktur direncanakan untuk memikul semua beban kerjanya.
2. Beban kerja diambil berdasarkan SNI-03-1727-1989, *Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung*, atau penggantinya.

Beban gempa yang digunakan dalam analisis *time history* berupa rekaman percepatan tanah untuk gempa tertentu, dalam penelitian ini diambil 4 rekaman gempa;

- El Centro 1940 yang terjadi di Imperial Valley-02, California pada tanggal 19 Mei 1940;
- Kobe yang terjadi pada tanggal 16 Januari 1995;
- Italia yang terjadi pada tanggal 23 November 1980;
- Taiwan yang terjadi pada tanggal 20 September 1999.

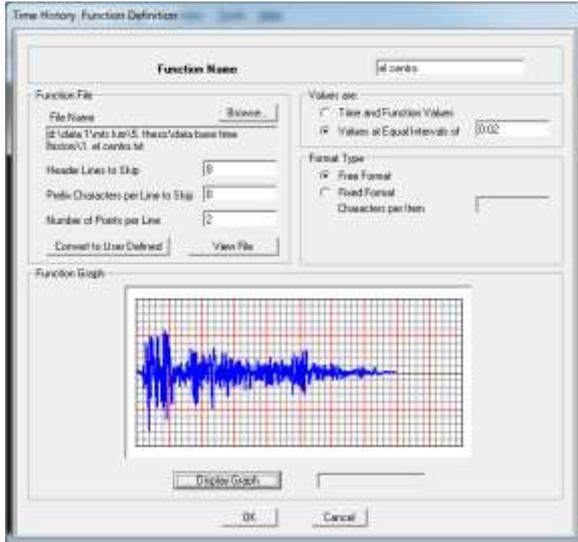
Langkah-langkah dalam analisis *time history* menggunakan program SAP 2000 adalah sebagai berikut:

- a. Data riwayat waktu

Dalam analisis ini digunakan hasil rekaman akselerogram gempa sebagai input data percepatan gerakan tanah akibat gempa. Rekaman gerakan tanah akibat gempa diambil dari akselerogram gempa El Centro N-S, Kobe, Italia dan Taiwan.

- b. Memasukkan data riwayat gempa

Data riwayat gempa tersebut dapat diinput dengan mengklik *define, time history function, fuction from file*. Kemudian browse di my computer/C:/program files/computer and structures/SAP/time history function/imperial valley.



Gambar 6 Time history function definition

Dalam analisis ini redaman struktur (*damping*) yang harus diperhitungkan dapat dianggap 5% dari redaman kritisnya.

Factor skala yang digunakan = $g.I/R$, dimana;

G = percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

I = factor keutamaan gedung

R = factor reduksi gempa.

Untuk memasukkan beban gempa *time history* kedalam SAP maka harus didefinisikan terlebih dahulu ke dalam *time history case*. Mengingat akselerogram tersebut terjadi selama 10 detik, maka dengan interval waktu 0,1 detik, jumlah *output step-nya* menjadi = $10/0,1 = 100$. Data-data tersebut diinputkan kedalam SAP untuk gempa *time history* arah memanjang dan melintang.

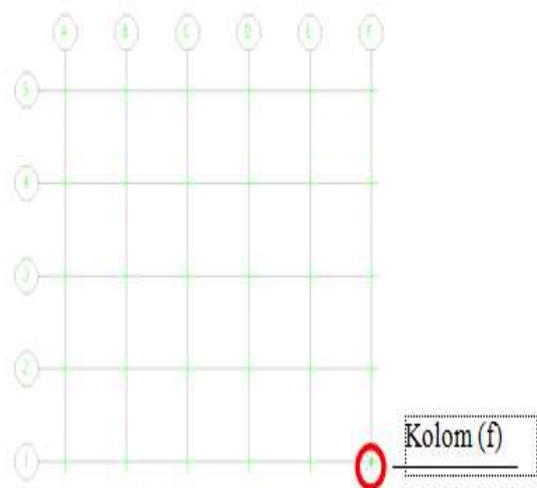
- a. Run program
Dengan mengklik menu *analyze* dan klik *set analysis option* dipilih model frame atau DOF selanjutnya klik *analyze, run analysis* dan klik *run now*.
- b. Hasil analisis
Hasil analisis berupa perioda struktur akibat gempa. Serta hubungan antar variabel yang diuraikan diatas dan penentuan model bangunan dengan kinerja yang baik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Elemen struktur yang ditinjau dalam menganalisa *displacement* adalah kolom (f) seperti pada Gambar 7. Pada lantai dasar bangunan yang menggunakan *base isolator* memiliki perpindahan (*displacement*) yang lebih besar dari bangunan *fixed base*. Pada dasar *fixed base structure* tidak terjadi perpindahan karena dasar bangunan ditahan oleh pondasi. Hal ini terjadi karena *slider isolator* yang terletak didasar bangunan *base isolator* memiliki kekakuan yang kecil dan sangat fleksibel dalam arah horizontal yang memungkinkan terjadinya perpindahan pada dasar gedung.

Lantai yang ditinjau dalam penelitian ini adalah lantai 3 dan lantai 8. Pada lantai 3 nilai perpindahan lantai bangunan masih terlalu besar, akibat perpindahan dasar bangunan oleh *base isolator* dibandingkan dengan bangunan tanpa *base isolator*. Pada lantai ke- 8 nilai perpindahan pada tiap lantai *base isolator* tidak terlalu besar, ini menandakan bentuk perpindahan lantai tidak lagi mengikuti efek beban gempa. Hal ini menandakan bahwa penggunaan *base isolator* dapat mereduksi beban gempa yang terjadi dibandingkan dengan bangunan yang tidak menggunakan *base isolator*.



Gambar 7 Denah bangunan

Tabel 4 Displacement Struktur SRPMK dan SRPMK Base Isolator

Lantai	Displacement (mm)			
	Fixed base (SRPMK)	Isolator (SRPMK)	Perbedaan (mm)	Ratio % Is-srpmk/fb
0	0.00	35.88	35.88	0.00
1	6.62	37.74	31.12	570.12
2	17.13	39.78	22.64	232.16
3	27.97	41.67	13.70	148.99
4	38.23	43.35	5.12	113.39
5	47.40	44.79	-2.61	94.50
6	54.52	45.88	-8.63	84.16
7	57.55	46.33	-11.21	80.51
8	58.20	46.43	-11.77	79.78
9	57.09	46.26	-10.83	81.03
10	54.52	45.88	-8.63	84.16

Tabel 4 Perpindahan (*displacement*) pada lantai dasar *fixed base structure* 0.00 mm, sedangkan pada dasar SRPMK *isolator* 35.88 mm. Pada *fixed base* tidak terjadi perpindahan karena dasar bangunan ditahan oleh fondasi. Pada *slider isolator* memiliki kekakuan yang kecil dan sangat fleksibel dalam arah horizontal yang memungkinkan terjadinya perpindahan pada dasar gedung.

Dengan menggunakan *base isolator* perpindahan maksimum kolom pada struktur lantai 3 meningkat dari 27.97 mm menjadi 41.67 mm atau bertambah 13.70 mm. Hal ini menunjukkan lantai 3 terjadinya perpindahan yang besar mencapai 27.97 mm dari dasar *fixed base* SRPMK. Sedangkan pada *base isolator* terjadi perpindahan sebesar 5.79 mm dari dasar SRPMK *base isolator* itu sendiri.

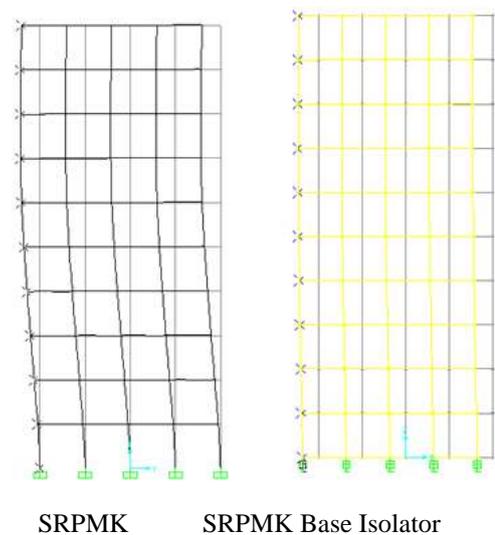
Pada lantai 8 dengan menggunakan *base isolator* perpindahan maksimum kolom dapat direduksi dari 57.20 mm menjadi 46.43 mm atau berkurang 11.77 mm setara dengan 20.22 %. Hal ini menunjukkan pada lantai 8 perpindahan maksimum pada *fixed base* SRPMK sebesar 58.20 mm dari dasar bangunan sedangkan perpindahan pada SRPMK *base isolator* mencapai 10.55 mm dari dasar bangunan.

Pembahasan

Perpindahan (*displacement*) terjadi hanya pada lantai dasar bangunan *base isolator*, sedangkan pada dasar *fixed base structure* tidak terjadi perpindahan karena dasar bangunan ditahan oleh pondasi. Hasil ini menunjukkan bangunan yang menggunakan *base isolator sistem* lebih tahan terhadap gempa. Penggunaan *base isolator* dapat mereduksi gaya gempa yang

terjadi dibandingkan dengan bangunan yang tidak menggunakan *base isolator*.

Pemakaian *isolator* pada bangunan akan memperbesar deformasi pada lantai dasar namun akan memperkecil perbedaan simpangan/ deformasi tiap lantai, sehingga membuat bangunan bergerak sebagai satu kesatuan struktur yang kaku (*rigid*) ketika terjadi gempa. Hasil analisis diperoleh bahwa bangunan SRPMK *base isolator* dibandingkan dengan bangunan SRPMK maka nilai perpindahan lantai akhir (lantai 10) dapat direduksi mencapai 15.85%. gambar perpindahan pada struktur bangunan SRPMK dan bangunan SRPMK *Base Isolator* seperti terlihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8 Perpindahan pada struktur bangunan

V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis simpangan antar lantai struktur, dapat dilihat pengaruh penggunaan isolator yang telah didesain dibandingkan dengan bangunan tanpa isolator. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada lantai dasar bangunan yang menggunakan *base isolator* memiliki perpindahan (*displacement*) yang lebih besar dari bangunan *fixed base*. Pada dasar *fixed base structure* tidak terjadi perpindahan karena dasar bangunan ditahan oleh pondasi.
2. Hasil analisis menunjukkan perpindahan

maksimum kolom pada struktur lantai 3 terjadinya perpindahan yang besar mencapai 27.97 mm dari dasar *fixed base* SRPMK. Sedangkan pada *base isolator* terjadi perpindahan sebesar 5.79 mm dari dasar SRPMK *base isolator*.

3. Pada lantai 8 dengan menggunakan *base isolator* perpindahan maksimum kolom dapat direduksi dari 58.20 mm menjadi 46.43 mm atau berkurang 11.77 mm setara dengan 20.22 %. Hal ini menunjukkan pada lantai 8 perpindahan maksimum pada *fixed base* SRPMK sebesar 58.20 mm dari dasar bangunan sedangkan perpindahan pada SRPMK *base isolator* mencapai 10.55 mm dari dasar bangunan. Serta hasil analisis diperoleh bahwa bangunan SRPMK *base isolator* dibandingkan dengan bangunan SRPMK maka nilai perpindahan lantai akhir (lantai 10) dapat direduksi mencapai 15.85%.

Saran

Penelitian ini hanya menganalisis pengaruh penggunaan perpindahan (*displacement*) pada struktur bangunan *base isolator* jenis *slider isolator* terhadap bangunan SRPMK dengan bangunan tanpa *base isolator*. Studi bangunan SRPMK bentuk beraturan dan berlantai 10. Oleh karenanya disarankan untuk studi selanjutnya dilakukan analisis perpindahan (*displacement*) pada bangunan lain seperti bangunan dinding geser baik menggunakan *base isolator* maupun tidak. Agar penerapan prinsip *isolator* pada model bangunan dengan rigid body plastis dapat diketahui lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewobroto, W., 2005, *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisis Pushover*, Civil Engineering National Conference : Sustainability, Contruction & Structural Engineering Based on Profesionalism, Unika Soegjiapranata, Semarang.
- Teruna, D.R., & Hendrik, S., 2010, *Analisis Response Bangunan ICT Universitas Syiah Kuala Yang Memakai Slider Isolator Akibat Gaya Gempa*, Perkembangan dan Kemajuan Kontruksi Indonesia, Seminar dan Pameran HAKI, 2010.
- Ismail, F.A., 2012, *Pengaruh Penggunaan Seismic Base Isolator System Terhadap Respons Struktur Gedung Hotel Ibis Padang*, Jurnal Rekayasa Sipil, vol. 8, no. 1, Februari 2012.
- Muliadi, Afifuddin M, Aulia B.T., 2014, *Analisis Respon Bangunan Menggunakan Base Isolator Sebagai Pereduksi Beban Gempa di Wilayah Gempa Kuat*, Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, ISSN: 2302-0253, No.2, Vol.3, 109-118.
- Muliadi, Afifuddin M, Aulia B.T., 2016, *Analisis Gaya Geser Pada Bangunan Menggunakan Base Isolator Sebagai Pereduksi Beban Gempa*, Jurnal Teras Unimal, P-ISSN: 2088-0561, E-ISSN: 2502-1680, No.1, Vol.6, 1-10. : <http://id.portalgaruda.org/ref=browse&mod=viewarticle&article=450556.pdf>.
- Naeim, F., & Kelly, J.M., 1999, *Design Of Seismic Isolated Structures: From Theory To Practice*, John Wiley & Sons, Inc., New York