

SKRIPSI

ANALISIS PEMODELAN BENTUK LAIN *BASE ISOLATION* BAJA TERHADAP KETAHANAN GEMPA PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT

Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains Terapan (SST)

Politeknik Negeri Malang



Disusun oleh :

Wira Nurtama

NIM.1441320129

**PROGRAM SARJANA SAINS TERAPAN
MANAJEMEN REKAYASA KONSTRUKSI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MALANG**

2018

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

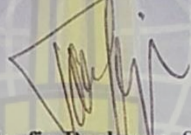
**ANALISIS PEMODELAN BENTUK LAIN *BASE ISOLATION* BAJA
TERHADAP KETAHANAN GEMPA PADA BANGUNAN BERTINGKAT**

Disusun oleh :

**WIRA NURTAMA
NIM. 1441320129**

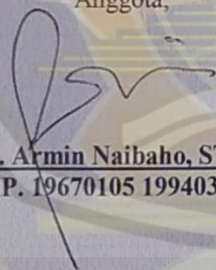
*Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji
Diterima dan Memenuhi syarat
Guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan
Pada hari : Selasa, 07 Agustus 2018*

Dewan Penguji,
Ketua,



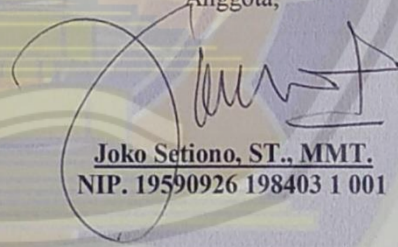
Dr. Taufiq Rochman, ST., MT.
NIP. 19721015 199802 1 001

Anggota,



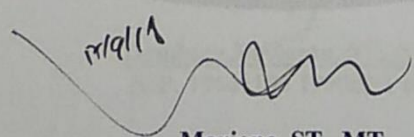
Drs. Armin Naibaho, ST., MT.
NIP. 19670105 199403 1 001

Anggota,



Joko Setiono, ST., MMT.
NIP. 19590926 198403 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi D-IV
Manajemen Rekayasa Konstruksi



Mariono, ST., MT.
NIP. 19610911 199003 1 002

RINGKASAN

Nurtama, W. 2018. **Analisis Pemodelan Bentuk Lain Base Isolation Baja Terhadap Ketahanan Gempa Pada Bangunan Gedung Bertingkat.** Skripsi. Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. Pembimbing : (1) Dr. Taufiq Rochman, ST., MT (2) Sugeng Riyanto, ST., MT

Semakin tinggi suatu bangunan gedung bertingkat maka rawan terhadap gaya gempa. Salah satu cara mengurangi gaya gempa yaitu menggunakan *seismic devices* seperti pada penelitian ini menggunakan *base isolation* baja. Skripsi ini bertujuan untuk merencanakan *base isolation* baja yang tahan terhadap gaya lateral gempa.

Data yang dibutuhkan adalah desain gambar struktur portal baja tiga lantai, enam lantai, sembilan lantai dan desain gambar isolator dasar. Kemudian dilakukan pengujian meja getar dengan dua jenis getaran yaitu *medium* dan *maksimum*. Dalam proses analisis menggunakan *STAAD.Pro V8i* dan *Ms. Excel*.

Dari hasil analisis, diperoleh sebuah respon tereduksi pada kondisi kerusakan sedang (*moderate damage*) untuk portal tiga lantai dengan percepatan rata-rata berkurang 88%, percepatan maksimum berkurang 22% dan portal enam lantai pada kondisi kerusakan berat (*heavy damage*) dengan percepatan rata-rata berkurang 73%, percepatan maksimum berkurang 43%.

Kata Kunci : *Seismic devices*, Struktur Portal baja, *Base isolation* baja

SUMMARY

Nurtama, W. 2018. Alternative Shape of Steel Base Isolation Modeling Analysis Against Earthquake Resistance In High-Rise Buildings. Thesis. Construction Engineering Management Study Program, Department of Civil Engineering, State Polytechnic of Malang. Advisors: (1) Dr. Taufiq Rochman, ST., MT (2) Sugeng Riyanto, ST., MT

The higher level of a building is then prone to earthquake forces. One way to reduce earthquake force is using seismic devices as in this study using steel base isolation. This thesis aims to plan a steel base isolation that is resistant to lateral earthquake forces.

The required data are three-story, six-story, nine-story steel drawing of portal structure design and base isolator design drawing. Then the vibrating table is tested with two types of vibration, medium and maximum. In the analysis process using STAAD. Pro V8i and Ms. Excel.

From the calculation results, obtained a reduced response in conditions of moderate damage to a three-story portal with an average acceleration of 88%, a maximum acceleration of 22% and a six-storey portal in heavy damage with an average acceleration of 73% , the maximum acceleration is reduced 43%.

Keywords : Seismic devices, Steel portal, Steel base isolation

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Atas limpahan Rahmat, Taufiq, Hidayah dan ilmu pengetahuan dari-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini membahas tentang Analisis Pemodelan Bentuk Lain *Base Isolation* Baja Terhadap Ketahanan Gempa Pada Bangunan Gedung Bertingkat. Yaitu suatu alternatif yang dapat digunakan pada struktur untuk mengurangi kerusakan struktur bangunan yang di akibatkan oleh gaya gempa. Di negara - negara maju teknologi peredam (*Damper*) banyak di terapkan dan berkembang pesat yang di aplikasikan pada desain struktur bangunan tahan gempa. Untuk di negara-negara berkembang seperti halnya indonesia penerapan teknologi tahan gempa ini masih jarang di karenakan biaya untuk teknologi ini yang relatif masih mahal.

Diharapkan pada Analisis Pemodelan Bentuk Lain *Base Isolation* Baja Terhadap Ketahanan Gempa Pada Bangunan Gedung Bertingkat ini akan memberikan wawasan, informasi, dan terobosan dalam penerapan teknologi tahan gempa pada struktur bangunan tahan gempa dalam dunia konstruksi ke teknik sipil.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, Baik dalam penyajian maupun informasi. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun di harapkan demi perbaikan penyusunan penelitian selanjutnya. Semoga Analisis Pemodelan Bentuk Lain *Base Isolation* Baja Terhadap Ketahanan Gempa Pada Bangunan Gedung Bertingkat ini dapat bermanfaat.

Malang, Agustus 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	3
1.5.1 Manfaat Praktis	3
1.5.2 Manfaat Teoritis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gempa Bumi	4
2.2 Parameter-Parameter Gempa Bumi	7
2.3 Konsep Bangunan Tahan Gempa.....	10
2.4 Kontrol Terhadap Gempa.....	10
2.5 Jenis-jenis Peredam Gempa	12
2.5.1 <i>Tuned Mass Damper</i> (TMD).....	12
2.5.2 <i>Concentric Brace Frame</i> (CBF).....	15
2.5.3 <i>Base Isolation Systems</i>	19
2.6 Analisis Pembebanan Struktur	23

2.6.1 Analisis Dinamik (<i>Dynamic Analysis</i>).....	23
2.6.2 Analisis Beban Statik Ekuivalen (<i>Static Equivalent Analysis</i>)	24
2.7 Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom</i>).....	24
2.7.1 Persamaan Diferensial <i>Single Degree of Freedom</i>	25
2.7.2 Persamaan Diferensial <i>Single Degree of Freedom</i> akibat <i>Base Motion</i>	26
2.7.3 Persamaan Diferensial <i>Multi Degree of Freedom</i>	28
2.8 Karakteristik Mekanis <i>Friction Pendulum System</i>	31
BAB III METODE PEMBAHASAN	
3.1 Pendahuluan.....	33
3.2 Pemodelan Struktur	34
3.2.1 Struktur Portal Baja.....	34
3.2.2 Isolator Dasar.....	35
3.3 Alat Pengujian	35
3.3.1 <i>Strain Gauge</i>	35
3.3.2 Sistem Akuisisi Data NEC-AS1803.....	36
3.3.3 <i>AndroSensor</i>	39
3.3.4 Meja Getar (<i>Vibrating Table</i>)	39
3.4 Prosedur Pengujian	41
3.4.1 Persiapan	41
3.4.2 Instalasi Pengujian	41
3.4.3 Pengujian Meja Getar	44
3.5 Analisis Penelitian	44
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Respon Struktur Alami	45
4.1.1 Portal Tiga Lantai.....	45
4.1.2 Portal Enam Lantai	50
4.1.3 Perpindahan Portal <i>STAAD Pro V8i</i>	54
4.2 Analisis Dinamik	57
4.2.1 Percepatan Meja Getar	57
4.2.2 Percepatan Atap Portal	63
4.2.3 Tegangan Portal	70

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 77

5.2 Saran 77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skala Intensitas Gempa Bumi BMKG	9
Tabel 4.1	Persentase Perbandingan Percepatan Portal Baja	69
Tabel 4.3	Persentase Perbandingan Regangan Portal Baja	76



DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1	Gaya Geser Akibat Respon Spectrum Wilayah 5.....	13
Grafik 2.2	Momen Akibat Respon Spectrum Wilayah 5	14
Grafik 2.3	Deformasi Arah-X Akibat Respon Spectrum Wilayah 5	14
Grafik 2.4	Deformasi Arah-Y Akibat Respon Spectrum Wilayah 5	14
Grafik 2.5	Perbandingan Simpang Balok Secara Horizontal	19
Grafik 2.6	Perbandingan Kecepatan Lantai Bangunan.....	19
Grafik 2.7	Simpangan Antar Lantai Model Gedung I, II (a), dan III (a) Pada : (a) Kondisi DBE, (b) Kondisi MCER.....	23



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerusakan Akibat Gempa Aceh 26 Desember 2004.....	4
Gambar 2.2	Kerusakan Akibat Gempa Padang 30 Desember 2009	5
Gambar 2.3	Gempa Tektonik	6
Gambar 2.4	Gempa Vulkanik	6
Gambar 2.5	Gempa Terban	7
Gambar 2.6	Macam-macam Gelombang Gempa Bumi	8
Gambar 2.7	(a) Struktur Dengan Isolator dan (b) Struktur Tanpa Isolator ...	12
Gambar 2.8	Sistem TMD Pada Gedung Observatorium Taipei 101	13
Gambar 2.9	<i>Friction Damper</i>	15
Gambar 2.10	<i>Viscous Damper</i>	16
Gambar 2.11	<i>Visco-elastic Damper</i>	16
Gambar 2.12	<i>Metallic Yielding Damper</i>	17
Gambar 2.13	<i>Damper Added Damping dan Stiffness</i>	18
Gambar 2.14	(a) Perletakan <i>Damper</i> Pada Struktur Dengan Sistem <i>Bracing</i> (b) Perilaku <i>Damper</i> Selama Gempa	18
Gambar 2.15	Perbandingan Perilaku Gedung Menggunakan <i>Base Isolator</i> dan <i>Fixed Base</i>	20
Gambar 2.16	Perangkat <i>Base Isolator Friction Pendulum System</i>	21
Gambar 2.17	Gaya Geser Dasar Model Gedung I, II (a), dan III (a) (DBE) ..	22
Gambar 2.18	Gaya Geser Dasar Model Gedung I, II (a), dan III (a) (MCER)	22
Gambar 2.19	Sistem SDOF Ideal (a) Komponen Dasar, (b) Kesetimbangan Gaya	25
Gambar 2.20	Pengaruh Eksitasi Dukungan SDOF Kesetimbangan (a) Sistem Pergerak, (b) Kesetimbangan Gaya.....	26
Gambar 2.21	Pemodelan Bangunan Geser.....	29
Gambar 2.22	Pemodelan Sebagai Kolom Tunggal	29
Gambar 2.23	Pemodelan Pegas <i>Multimass</i>	29
Gambar 2.24	Konsep <i>Base Isolator Friction Pendulum System</i>	31
Gambar 2.25	<i>Hysteresis Loop Friction Pendulum System</i> Hasil Uji Meja Getar	31

Gambar 3.1	Diagram <i>Flow Chart</i>	33
Gambar 3.2	Struktru Portal Baja: (a) Bangunan Bertingkat Rendah, (b) Bangunan Bertingkat Sedang, dan (c) Bangunan Bertingkat Tinggi	34
Gambar 3.3	Geometri <i>Base Isolation</i> Baja	35
Gambar 3.4	<i>Strain Gauge</i> 120 Ohm	35
Gambar 3.5	(a) Cara pemasangan kabel dengan metode <i>two wires connection</i> (b) Kartu PCI-3126 yang dipasang pada slot computer dan inzetnya	36
Gambar 3.6	<i>Strain amplifier</i> AS-1803 merk NEC, Japan yang dihubungkan ke kartu slot PCI-3126 dan dibaca dengan software driver GPF-3100	37
Gambar 3.7	Contoh tampilan <i>software driver</i> GPF-3100 untuk membaca regangan dari <i>strain amplifier</i> NEC AS-1803 yang membaca dari <i>strain gauge</i> terpasang	38
Gambar 3.8	Regangan yang terbaca dari <i>strain amplifier</i> NEC AS-1803 yang terbaca dari <i>strain gauge</i>	38
Gambar 3.9	<i>AndroSensor</i>	39
Gambar 3.10	Tampilan <i>AndroSensor</i>	39
Gambar 3.11	Meja Getar (<i>Vibrating Table</i>)	40
Gambar 3.12	Skema Pengujian dengan Meja Getar (<i>Vibrating Table</i>)	40
Gambar 3.13	Rencana Perletakan <i>Strain Gauge</i> Pada Enam Titik	41
Gambar 4.1	Pemodelan (a) Dua Dimensi Portal Tiga Lantai, (b) Kolom Tunggal Tiga Derajat Kebebasan.....	45
Gambar 4.2	<i>Mode Shape</i> Portal Tiga Lantai	49
Gambar 4.3	Pemodelan (a) Dua Dimensi Portal Enam Lantai, (b) Kolom Tunggal Enam Derajat Kebebasan.....	50
Gambar 4.4	<i>Mode Shape</i> Portal Enam Lantai Dengan Getaran <i>Maximum</i>	53
Gambar 4.5	<i>Mode Shape</i> Portal Sembilan Lantai Dengan Getaran <i>Maximum</i>	53
Gambar 4.6	<i>Time-Displacement</i> Portal Tiga Lantai Dengan Getaran	

	<i>Medium</i>	54
Gambar 4.7	<i>Time-Displacement</i> Portal Tiga Lantai Dengan Getaran <i>Maximum</i>	54
Gambar 4.8	<i>Time-Displacement</i> Portal Enam Lantai Dengan Getaran <i>Medium</i>	55
Gambar 4.9	<i>Time-Displacement</i> Portal Enam Lantai Dengan Getaran <i>Maximum</i>	55
Gambar 4.10	<i>Time-Displacement</i> Portal Sembilan Lantai Dengan Getaran <i>Medium</i>	56
Gambar 4.11	<i>Time-Displacement</i> Portal Sembilan Lantai Dengan Getaran <i>Maximum</i>	56
Gambar 4.12	Percepatan Meja Getar Portal 3 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base</i> <i>Isolation</i>	57
Gambar 4.13	Percepatan Meja Getar Portal 3 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base</i> <i>Isolation</i>	58
Gambar 4.14	Percepatan Meja Getar Portal 3 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base</i> <i>Isolation</i>	58
Gambar 4.15	Percepatan Meja Getar Portal 3 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base</i> <i>Isolation</i>	59
Gambar 4.16	Percepatan Meja Getar Portal 6 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base</i> <i>Isolation</i>	59
Gambar 4.17	Percepatan Meja Getar Portal 6 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base</i> <i>Isolation</i>	60
Gambar 4.18	Percepatan Meja Getar Portal 6 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base</i> <i>Isolation</i>	60
Gambar 4.19	Percepatan Meja Getar Portal 6 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base</i> <i>Isolation</i>	61
Gambar 4.20	Percepatan Meja Getar Portal 9 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base</i> <i>Isolation</i>	61
Gambar 4.21	Percepatan Meja Getar Portal 9 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base</i> <i>Isolation</i>	62
Gambar 4.22	Percepatan Meja Getar Portal 9 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base</i>	

	<i>Isolation</i>	62
Gambar 4.23	Percepatan Meja Getar Portal 9 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	63
Gambar 4.24	Percepatan Atap Portal 3 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	63
Gambar 4.25	Percepatan Atap Portal 3 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	64
Gambar 4.26	Percepatan Atap Portal 3 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	64
Gambar 4.27	Percepatan Atap Portal 3 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	65
Gambar 4.28	Percepatan Atap Portal 6 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	65
Gambar 4.29	Percepatan Atap Portal 6 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	66
Gambar 4.30	Percepatan Atap Portal 6 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	66
Gambar 4.31	Percepatan Atap Portal 6 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	67
Gambar 4.32	Percepatan Atap Portal 9 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	67
Gambar 4.33	Percepatan Atap Portal 9 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	68
Gambar 4.34	Percepatan Atap Portal 9 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	68
Gambar 4.35	Percepatan Atap Portal 9 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	69
Gambar 4.36	Regangan Portal 3 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	70
Gambar 4.37	Regangan Portal 3 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	70
Gambar 4.38	Regangan Portal 3 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	71
Gambar 4.39	Regangan Portal 3 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	71
Gambar 4.40	Regangan Portal 6 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	72
Gambar 4.41	Regangan Portal 6 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	72
Gambar 4.42	Regangan Portal 6 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	73
Gambar 4.43	Regangan Portal 6 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	73

Gambar 4.44	Regangan Portal 9 Lantai <i>Medium</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	74
Gambar 4.45	Regangan Portal 9 Lantai <i>Medium</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	74
Gambar 4.46	Regangan Portal 9 Lantai <i>Maximum</i> Tanpa <i>Base Isolation</i>	75
Gambar 4.47	Regangan Portal 9 Lantai <i>Maximum</i> Dengan <i>Base Isolation</i>	75



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Portal Baja

Lampiran 2. Gambar Desain *Base Isolation* Baja

Lampiran 3. Data Percepatan Meja Getar

Lampiran 4. Gambar Dokumentasi Pengujian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa Bumi adalah getaran atau getar-getar yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa Bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). (https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi)

Indonesia termasuk dalam wilayah yang sangat rawan bencana gempa bumi seperti halnya Jepang dan California karena posisi geografisnya menempati zona tektonik yang sangat aktif. Hal ini dikarenakan tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia serta membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks. Keberadaan interaksi antar lempeng-lempeng ini menempatkan wilayah Indonesia sebagai wilayah yang sangat rawan terhadap gempa bumi. (Kemen PU, 2010). Untuk itulah dapat dikatakan bahwa Indonesia dikelilingi oleh cincin api (*ring of fire*) yang dapat bergerak kapan saja tanpa dapat diprediksi secara akurat pergerakannya. (Alharis, 2012)

Pada masa sekarang ini, gempa merupakan salah satu faktor terpenting dalam mendesain bangunan terutama bangunan betingkat yang memiliki elevasi bangunan yang tinggi karena semakin tinggi bangunan maka efek yang disebabkan oleh gaya gempa akan semakin besar terhadap bangunan tersebut karena pada bangunan tinggi sistem penahan gaya lateral jauh lebih lemah dibandingkan sistem penahan gaya vertikal sedangkan gempa menyebabkan terjadinya gaya lateral tambahan yang terjadi pada struktur secara dinamis sehingga mempengaruhi kestabilan struktur. (Wijaya, 2015)

Teknologi gempa di negara-negara maju sangat pesat, penggunaan peredam gempa (*Damper*) dan isolasi seismik dalam suatu desain struktur sudah sering digunakan. Dalam desain struktur bangunan tahan gempa, salah satu cara mengurangi gaya lateral yang disebabkan oleh gempa adalah menggunakan peredam (Tavio dan Wijaya, 2018: 21).

Ambarita (2013) menjelaskan bahwa, Kerusakan bangunan akibat gempa secara konvensional dapat dicegah dengan memperkuat struktur bangunan terhadap gaya gempa yang bekerja padanya. Namun, hasil ini sering tidak memuaskan karena kerusakan elemen baik struktural maupun nonstruktural umumnya disebabkan adanya *instorstory drift* (perbedaan simpangan antar tingkat). Untuk memperkecil *instorstory drift* dapat dilakukan dengan memperkaku bangunan dalam arah lateral. Tetapi, hal ini akan memperbesar gaya gempa yang bekerja pada bangunan. Metode yang lebih baik adalah dengan meredam energi gempa sampai pada tingkat yang tidak membahayakan bangunan.

Sistem disipasi energi gempa yang paling praktis untuk digunakan pada belakangan ini adalah sistem kontrol pasif dan *base isolator* dikarenakan sistem kontrol aktif menggunakan biaya yang sangat besar disebabkan karena sistem ini mengontrol respon dinamis sistem struktur dengan teknologi canggih yang disesuaikan dengan gaya gempa yang terjadi sehingga struktur tetap aman sedangkan pada *base isolator* didesain dengan menggunakan *high rubber bearing* yang biasanya ditempatkan pada sambungan antara pondasi dan kolom yang bekerja seperti sistem suspensi mobil saat gempa terjadi sehingga struktur bagian atas terpisah dengan struktur bagian bawah namun ada kekurangan yaitu pada bangunan tingkat tinggi *base isolator* tidak dapat mengontrol *instorstorey drift* yang cukup besar. (Wijaya, 2015)

Maka beranjak dari sini penulis melakukan sebuah pengujian penerapan *base isolator* menggunakan baja mutu rendah untuk mengetahui keefektifan terhadap perencanaan bangunan gedung bertingkat tahan gempa.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan *base isolation system* yang tahan terhadap gaya lateral gempa ?
2. Bagaimana perbandingan bangunan gedung bertingkat yang menggunakan *base isolation system* dengan tidak menggunakan *base isolation system* ?
3. Berapa persentase reduksi energi gempa pada pemodelan bentuk lain *base isolation system* berbahan baja ?

1.3 Batasan Masalah

1. Struktur gedung yang di modelkan dengan portal baja tiga dimensi.
2. Bahan pemodelan benda uji menggunakan baja BJ37 dengan tegangan leleh 2400 kg/cm^2 , dengan ukuran $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$.
3. Menggunakan meja getar dengan dua jenis getaran meja getar yaitu getaran *medium* dan getaran *maximum*.
4. Alat pendeteksi tegangan menggunakan *strain gauge*.
5. Alat pendeteksi getaran menggunakan *software androsensor*.
6. Analisis data menggunakan *software STAAD Pro V8i* dan *ms. excel*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian Analisis Pemodelan Bentuk Lain *Base Isolation* Baja Terhadap Ketahanan Gempa Pada Bangunan Gedung Bertingkat yaitu :

1. Merencanakan *base isolation system* baja yang tahan terhadap gaya lateral gempa.
2. Melihat dan menyimpulkan perilaku bangunan gedung bertingkat yang disimulasikan menggunakan *base isolation system* baja dan yang tidak menggunakan *base isolation system* baja.
3. Menyimpulkan persentase reduksi energi gempa pada bangunan gedung yang di simulasikan.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari Penelitian Analisis Pemodelan Bentuk Lain *Base Isolation* Baja Terhadap Ketahanan Gempa ini adalah sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, pengetahuan dan wawasan tentang teknologi bangunan gedung tahan gempa yang sedang berkembang saat ini.

1.5.2 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penelitian-penelitian perencanaan bangunan gedung bertingkat tahan gempa yang berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alharis, Mohamad. (2012). *Analisa Pengaruh Seismic Isolation Terhadap Perilaku Lateral Pondasi Pada Gedung Dinas Prasarana Jalan Tata Ruang dan Pemukiman Sumatera Barat*. Skripsi Program Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia, Depok.
- Ambarita, Jathendra. (2013). Pendekatan Model Hysteristic Steel Damper Berdasarkan Hasil Eksperimental. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Bontong, B., Mallisa, H., & Sollu, T. S. (2010). Karakteristik Dinamik Bola Baja Sebagai Material Isolasi Seismik. *Journal of Civil Engineering*, 17(1), 39-46.
- Budiono, B., & Setiawan, A. (2014). Studi Komparasi Sistem Isolasi Dasar High-Damping Rubber Bearing dan Friction Pendulum System pada Bangunan Beton Bertulang. *Journal of Civil Engineering*, 21(3), 179-196.
- Chen, WF, & Lui, EM (2006). *Earthquake Engineering For Structural Design*. Tekan CRC.
- Cimellaro, G. P., Nagarajaiah, S., & Kunnath, S. K. (Eds.). (2014). *Computational Methods, Seismic Protection, Hybrid Testing and Resilience in Earthquake Engineering: A Tribute to the Research Contributions of Prof. Andrei Reinhorn* (Vol. 33). Springer.
- Clough, R. W., & Penzien, J. (1975). *Dynamics of structures*. United States of America: McGraw Hill
- Ismail, F. A., Hakam, A., & Fauzan, F. (2011). Kerusakan Bangunan Hotel Bumi Minang Akibat Gempa Padang 30 September 2009. *Journal of Civil Engineering*, 18(2), 1-8.
- Kadarusman, R. A., SMD, A., & Wibowo, A. (2017). Kajian Analisis Pushover untuk Performance Based Design pada Gedung A Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Kertosono. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(3), pp-1400.
- Kravchuk, N., Colquhoun, R., & Porbaha, A. (2008). Development of a friction pendulum bearing base isolation system for earthquake engineering education. In *Proc. of the 2008 American Society for Engineering Education Pacific Southwest Annual Conf., Pittsburg, Pennsylvania, June*.
- Naeim, F., & Kelly, J. M. (1999). *Design of seismic isolated structures: from theory to practice*. John Wiley & Sons.
- Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pusaka Pelajar.
- Paz, M. (1991). *Structural dynamics: theory and computation*. Springer Science & Business Media.
- Pratiwi, E. D. (2013). Kajian Pengaruh Karakteristik Mekanik Damper Leleh Baja Terhadap Respon Bangunan Akibat Gaya Gempa Dengan Menggunakan Analisis Riwayat Waktu. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2(2).

- Setio, H. D., Kusumastuti, D., Setio, S., Siregar, P. H., & Hartanto, A. (2012). Pengembangan Sistem Isolasi Seismik pada Struktur Bangunan yang Dikenai Beban Gempa sebagai Solusi untuk Membatasi Respon Struktur. *Journal of Civil Engineering*, 19(1), 1-14.
- Sikumbang, A. B. (2014). Analisis Efektifitas Penempatan Tuned Mass Damper Pada Bangunan Bertingkat Dalam Mereduksi Respon Struktur Akibat Beban Gempa. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 3(3).
- Sunaryati, J., Ferial, R., & Andy, D. F. (2009). STUDI EFEKTIFITAS PENGGUNAAN TUNED MASS DAMPER UNTUK MENGURANGI PENGARUH BEBAN GEMPA PADA STRUKTUR BANGUNAN TINGGI DENGAN LAYOUT BANGUNAN BERBENTUK "U ". *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 5(2), 13-26.
- Syauqi, M., Suryanita, R., & Djauhari, Z. Respon Struktur Portal Baja Akibat Beban Gempa dengan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(2), 1-6.
- Tavio, dan Usman Wijaya (2018). Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (*Performance Based Design*). Edisi Pertama. Yogyakarta: ANDI.
- Thomas, T., & Mathai, A. (2016). Study of Base Isolation Using Friction Pendulum Bearing System.
- Tjong, W. F., Sumendap, R., Gunawan, F., & Andriono, T. (2004). Studi Efektifitas Penggunaan Tuned Mass Damper pada Struktur Gedung dalam Mereduksi Respons Dinamik akibat Beban Seismik. *Civil Engineering Dimension*, 5(2), pp-51.
- Undang-Undang No.28 Tahun 2002
- Umum, K. P. (2010). Peta Hazard Gempa Indonesia 2010 Sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Infrastruktur Tahan Gempa.
- Wibowo, A. S. (2011). Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Riwayat Waktu (Doctoral dissertation, Universitas Sebelas Maret).
- Wicaksono, A. D., & Wahyuni, E. (2017). Modifikasi Perencanaan Gedung RSUD Koja Jakarta Menggunakan Struktur Komposit Baja-Beton dengan Base Isolator: High Damping Rubber Bearing. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), D97-D102.
- Wijaya, Hendrik. (2015). *Pengaruh Variasi Stiffness Ratio Pada Penggunaa Metallic Steel Damper Terhadap Bangunan Bertingkat*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara, Medan.
- <http://belitung.tribunnews.com/2017/10/18/ini-tiga-tantangan-dan-pembelajaran-soal-tambang-rakyat-beltim>
- https://commons.wikimedia.org/wiki/file:taipei_101_Tuned_Mass_Damper.png
- <https://engineeringfeed.com/fluid-viscous-dampers>
- https://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi <http://ilmupengetahuan.org/terjadinya-gempa-bumi>
- <https://jagad.id/proses-terjadinya-gempa-bumi-dan-gambarnya>
- <http://klikgeografi.blogspot.co.id/2014/12/macam-macamgelombang-gempa.html>
- <https://taruko.wordpress.com/category/civil-engineering>

<https://urbantoronto.ca/news/2015/11/damping-technology-revolutionizing-tall-building-construcion>

<https://www.bmkg.go.id/gempabumi/skala-mmi.bmkg>

<http://www.fivasim.com/androsensor.html>

https://www.omega.com/pptst/SGD_LINEAR1-AXIS.html

<http://www.perencanaanstruktur.com/2010/10/bentuk-keruntuhan-bangunan-saat-gempa.html>

<https://www.researchgate.net>

<http://www.roadjz.com/en/show.asp?id=19>

<https://www.viva.co.id/berita/nasional/239527-ancaman-tsunami-indonesia-ranking-1-dunia>

<https://www.youtube.com/watch?v=S2IZkbGg3Nc>

