

**ANALISIS PENGGUNAAN *BASE ISOLATION SYSTEM* TIPE LRB PADA
BANGUNAN GEDUNG RSUD KABUPATEN LOMBOK BARAT
(ANALYSIS OF LRB TYPE *BASE ISOLATION SYSTEMS* IN BUILDING RSUD
KABUPATEN LOMBOK BARAT)**

¹Lalu Ibrohim Burhan, ²Ni Nyoman Kencanawati, ³Buan Anshari
¹Civil Engineering of Gunung Rinjani University, NTB, Indonesia
²⁻³Magister of Civil Engineering of Mataram University, NTB, Indonesia
Email. lalu.ibrohim2022@gmail.com

Abstrak

Rumah sakit merupakan bangunan yang sangat vital yang berfungsi sebagai layanan publik baik dalam kondisi normal ataupun sedang dalam bencana. Pada (SNI 1726-2012, 2012) untuk bangunan dengan resiko IV direkomendasikan menggunakan *Base Isolation System*. Penggunaan *Base Isolation System* mampu memperkecil gaya gempa yang diterima oleh struktur gedung tersebut. Pada jurnal ini akan ditinjau sistem isolasi elastomeric. Mekanisme kerja elastomeric adalah dengan menggunakan karet berlempengan baja didalamnya. Kegunaan karet adalah untuk mengurangi getaran gempa sedangkan lempengan baja digunakan untuk menambah kekakuan bantalan karet sehingga defleksi dan deformasi bangunan saat bertumpu di atas bantalan karet tidak besar. Studi ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penggunaan base isolator bila dibandingkan dengan bangunan tanpa menggunakan *base isolator* (*fix base structure*). Dari hasil study disimpulkan bahwa penggunaan *base isolator* memperbesar periode alami struktur dari 0,941 detik untuk *fix base* menjadi 1,456 detik untuk LRB sehingga dapat memperkecil *story drift* pada bangunan.

Kata Kunci – *Base Isolation, Lead Rubber Bearing (LRB), Story drift, Periode Struktur*

Abstract

The hospital is a very vital building that functions as a public service both under normal conditions and during a disaster. In (SNI 1726-2012) for buildings with IV risk, it is recommended to use a base isolation system. The use of the base isolation system is able to minimize the earthquake forces received by the building structure. This journal will review the elastomeric isolation system. The mechanism of action of elastomeric rubber is to use rubber with steel plates inside. The use of rubber is to reduce earthquake vibrations, while steel plates are used to increase the stiffness of the rubber cushions so that the deflection and deformation of the building when resting on the rubber cushions are not large. This study was conducted to examine the effect of using base isolators when compared to buildings without them (fixed base structures). From the results of the study, it was concluded that the use of base isolators increased the natural period of the structure from 0.941 seconds for fix base to 1.456 seconds for LRB so as to reduce story drift in buildings.

Keyword - *Base Isolation, Lead Rubber Bearing (LRB), Story drift, Natural periode*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah daerah yang rawan akan bencana gempa bumi. Penyebabnya adalah Indonesia berada di antara pertemuan tiga lempeng benua yaitu lempeng Indo – Australia, Lempeng Euro – Asia dan Lempeng Pasifik. Provinsi Nusa Tenggara Barat juga termasuk menjadi daerah yang rawan akan bencana gempa bumi. Hal ini bahkan sudah terjadi beberapa bulan lalu dengan skala mulai dari 6 SR, dan berturut – turut 7 SR. Akibatnya timbul korban baik di Pulau Lombok maupun di Pulau Sumbawa.

Pada perencanaan bangunan, parameter gempa bumi yang langsung mempengaruhi perencanaan adalah percepatan tanah yang ditimbulkan oleh gelombang seismik yang bekerja pada massa bangunan. Besarnya percepatan tanah tergantung beberapa faktor seperti kekuatan gempa bumi (magnitude), kedalaman pusat gempa bumi, jarak epicenter ke daerah yang dituju, jenis tanah sebagai media perambatan gelombang seismik antara pusat gempa bumi dan lokasi yang dituju, sistem pondasi, massa dan geometri bangunan, dan lain sebagainya (D.R. Teruna, 2005)

Salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan akibat gempa bumi adalah dengan mengembangkan desain struktur dengan sistem isolasi dasar pada bangunan (*base isolation system*). Ada dua sistem yang umum digunakan dewasa ini yaitu sistem isolasi dengan bantalan elastomeric dan *friction pendulum system*

DASAR TEORI

Beban Gempa

Dalam penelitian numeric ini, menggunakan menggunakan beban gempa dinamik dalam peraturan SNI 1726-2012

Geser Dasar Seismik

Beban geser dasar (*base shear*) statik ekuivalen, meskipun sifatnya statik, namun tidak diperoleh murni dari prinsip statik, tetapi sudah memperhitungkan prinsip – prinsip dinamik (Widodo, 2001). Berdasarkan (SNI 03-1726-2012) menjelaskan bahwa geser dasar seismik V, dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai Persamaan :

$$V = C_s \times W \quad (1)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien Respon Seismik

W = Berat Seismik efektif

Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung

Periode fundamental pendekatan Ta (detik), harus ditentukan dari Persamaan 2:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2)$$

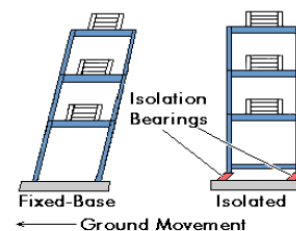
Keterangan:

hn : ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien Ct dan x ditentukan dari Tabel 1 pada SNI 03-1726-2012.

Simpangan (drift) Akibat Gaya Gempa

Simpangan (*drift*) adalah sebagai perpindahan lateral relative antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap tiap tingkat bangunan (*horizontal story to story deflection*). Simpangan lateral dari suatu sistem struktur akibat beban gempa sangat penting yang dilihat dari tiga pandangan yang berbeda (Ismail, Febrian Anas, 2012).

1. Kestabilan struktur (*structural stability*)
2. Kesempurnaan arsitektural (*architectural integrity*) dan potensi kerusakan bermacam-macam komponen bukan struktur
3. Kenyamanan manusia (*human comfort*), sewaktu terjadi gempa bumi dan sesudah bangunan mengalami gerakan gempa.



Gambar Struktur *base isolator* (sumber : Mceer, 2009)

Penentuan Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan (SNI 03-1726-2012), penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah.

Defleksi pusat massa di tingkat (δ_x) (mm) sesuai dengan Persamaan 4:

$$\delta_x = (d_x \cdot \delta_e) / I_e$$

Keterangan

Cd = faktor amplifikasi defleksi

Δ_x = defleksi pada lokasi yang disyaratkan pada pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastic

Ie = faktor keutamaan gempa
Rasio simpangan antar lantai ditentukan dari Persamaan 5:

$$RSAL = \Delta / L_i$$

Keterangan:

RSAL = Rasio Simpangan Antar Lantai

Δ = simpangan antar lantai

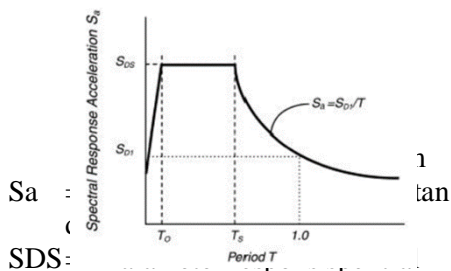
L_i = tinggi bangunan

Batasan Simpangan antar Lantai Tingkat

Simpangan antar lantai maksimum struktur di atas sistem isolasi tidak boleh melebihi $\Delta = 0,015 h_{sx}$ sesuai (SNI 03-1726-2012) pasal 12.5.6.

Analisis Ragam Spektrum Respon

Berdasarkan (SNI 1726-2012, 2012) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, suatu cara analisis untuk menentukan respons dinamik struktur bangunan gedung tiga dimensi yang berperilaku elastik penuh terhadap pengaruh suatu gempa melalui suatu metoda analisis yang dikenal dengan analisis ragam spektrum respons



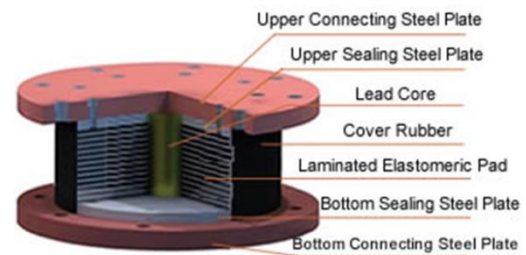
SDS: percepatan desain pada periode pendek

SD1 = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik

T = Periode getar fundamental struktur

Lead Rubber Bearing (LRB)

Lead Rubber Bearing adalah laminated rubber bearing yang lebih besar terbuat dari lapisan karet dan dipadu dengan lapisan baja, tetapi ditengahnya diberi rongga yang diisi lead (perunggu) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar Lead Rubber Bearing
(<https://www.bridgebearings.org>)

Secara garis besar, tahap – tahap dalam mendesain Lead Rubber Bearing adalah :
Menentukan kekakuan efektif (K_{eff}) dari Lead Rubber Bearing

$$K_{eff} = \frac{K_d Q_d}{D} > D_y$$

dimana :

K_d = kekakuan sebelum elastis

Q_d = kekuatan karakteristik
= f_y lead (10 Mpa)

D = perpindahan horizontal

D_y = perpindahan setelah selesai leleh

Menentukan periode alami (T)

$$T = 2\pi\sqrt{W/(K_{eff}.g)} \quad (7)$$

dimana :

g = percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

Menentukan kekakuan elastis (K_u)

$$K_u = 10K_d \quad (8)$$

Menentukan nilai redaman kritis (β_{eff})

$$\beta_{eff} = (4Q_d (D - Q_d / (9K_u))) / (2\pi(K_u D - Q_d) D) \quad (9)$$

Menentukan Rollout Displacement (D_{max})

$$D_{max} = \phi / (1 + K_H h/w) \quad (10)$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, karena hasil penelitian berupa angka atau bilangan hasil analisis dinamik Respons Spectrum suatu bangunan. Pada Penelitian ini menggunakan Microsoft Excel dan ETABS Model struktur pada penelitian ini menggunakan Gedung RSUD Kabupaten Lombok Barat dengan jumlah tingkat 5 tingkat dan didesain oleh PT Elcentro Engineering Consultant.

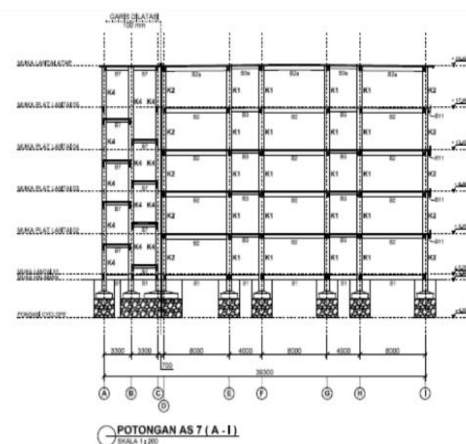
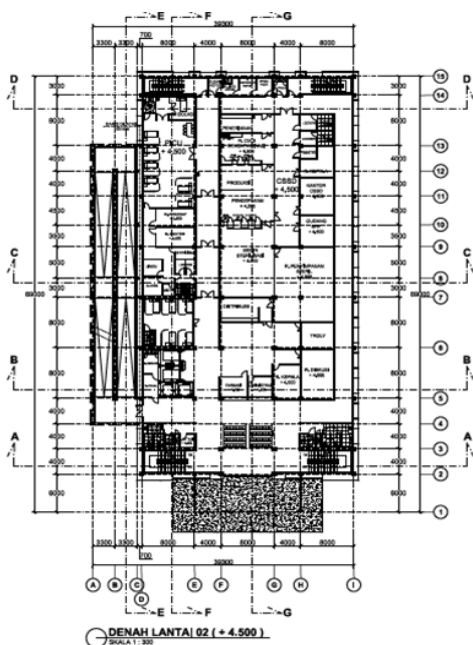
Beberapa data skunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain

Geometri Bangunan

Struktur yang akan dilakukan pemodelan dalam penelitian ini adalah model struktur portal tiga dimensi 5 tingkat terdiri atas model *fix base* dan

dengan *base isolator*. Untuk keperluan analisa, diperlukan sejumlah input data dengan asumsi desain untuk struktur beton bertulang menggunakan SRPMK sebagai sistem penahan gaya gempa pada struktur yang memiliki fungsi sebagai gedung Rumah Sakit. Struktur gedung tersebut terdiri dari lima lantai yang berdiri pada tanah sedang (SD) dengan bentuk simetris di Kabupaten Lombok Barat. Tepatnya berada pada koordinat Lat. -8,682724; Long. 116,123299

Denah dan Potongan



Gambar Denah Lantai 2 Rumah Sakit

Properties Bangunan

Dalam desain ini didapatkan data sekunder yang digunakan oleh PT Elcentro Engineering onsultantt sebagai berikut

- f'_c : 25 Mpa
- Mutu baja ulir (D) f_y : 400 Mpa
- Mutu baja polos (P) f_y : 240 MPa

Analisis dan Pembahasan

Setelah beban dihitung, yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa maka selanjutnya struktur bangunan dimodelkan dengan menggunakan software ETABS versi 2018. Tujuannya adalah untuk mendapatkan berapa berat total bangunan dan beban aksial yang dimiliki oleh satu titik kolom bangunan yang berguna untuk perencanaan dimensi isolator. Dari hasil analisa struktur, maka diperoleh respon struktur berupa periode struktur, simpangan antar lantai bangunan (*interstory drift*), perpindahan lateral bangunan (*displacement*), dan gaya geser (*base shear*)

Data Analisis

Untuk beban – beban yang digunakan dalam perhitungan baik *fix base* dan *Lead Rubber Bearing*, seperti ditampilkan pada Tabel 4.1 untuk beban Mati, dan Tabel 4.2 untuk Beban Hidup.

Beban mati

Lantai Atap

Tabel Beban Mati

No	Tingkat	Beban Mati (kN)
1	Lantai Atap	10.871,76
2	Lantai 4	23.565,42
3	Lantai 3	23.565,42
4	Lantai 2	23.565,42
5	Lantai 1	23.565,42
6	Lantai Dasar	10.288,35
T o t a l		115.421,8

Beban Hidup

Tabel Beban Hidup

Analisis Beban Gempa

No	Tingkat	Dimensi		Beban Hidup	Berat Total (kg)
		P	L		
1	Lantai Atap	63	32	100	201600
2	Lantai 4	63	32	400	806400
3	Lantai 3	63	32	400	806400
4	Lantai 2	63	32	400	806400
5	Lantai 1	63	32	400	806400
TOTAL					3.427.200
					34.272 (kN)

Fungsi bangunan : Bangunan Rumah Sakit
Lokasi Bangunan : Kabupaten Lombok Barat

Koordinat lokasi : Lat. -8,682724;
Long. 116,123299
Jenis Tanah : Tanah Sedang
Mutu Beton (f'c) : 20 Mpa
Mutu Baja (fy) : 400 Mpa
Menentukan Katagori Resiko Bangunan (SNI 1726:2012, Tabel 1 hal – 14)
Untuk pemanfaatan gedung sebagai fasilitas Rumah Sakit, maka termasuk dalam katagori IV
Dari Tabel 5. Menentukan faktor keutamaan gempa (SNI 1726:2012, tabel 2 hal-15), untuk katagori IV, digunakan faktor keamanan sebesar 1,5

Menentukan klasifikasi situs (SA – SF)

Jenis tanah : Tanah sedang (Kelas situs : SD)

Menentukan parameter percepatan tanah (Ss, Si)

Dari peta zonasi gempa Indonesia daerah Lombok Barat, NTB, didapatkan :

Ss : 0,946g
Si : 0,384g

Menentukan faktor koefisien situs

Untuk menentukan faktor koefisien situs digunakan tabel 6 dan tabel 7 dibawah ini, Maka didapatkan nilai Fa dan Fv

Fa : 1,122g
Fv : 1,632g

Menentukan nilai Sms dan Sm1

Sms : Ss x Fa = 1,061g
Sm1 : S1 x Fv = 0,627g

Menentukan SDS dan SD1

SDS : 2/3 Sms = 0,707g
SD1 : 2/3 Sm1 = 0,418g

Menentukan katagori desain sismik (KDS) (SNI 1726:2012, tabel 6-7, hal 34-35), didapatkan dari Tabel 8 Katagori desain sismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek dan Tabel 9 Katagori desain sismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik, maka Berdasarkan SDS sebesar 0,707g, maka KDS adalah D

Berdasarkan SD1 sebesar 0,418g, maka KD1 adalah D

Menentukan faktor R, Cr, dan Ω0 untuk sistem penahan gaya gempa, SNI 1726:2012, tabel 9 hal 34 – 37, untuk desain sismik katagori D rangka beton bertulang pemikul momen khusus didapatkan

R : 8,0 (R, koefisien modifikasi respon)
Cr : 3,0 (faktor kuat-lebih sistem)
Ω0 : 5,5 (faktor pembesaran defleksi)

Menentukan periode fundamental (SNI 1726:2012, tabel 14-15 hal 56), dari tabel 14 untuk SD1 sebesar 0,418 maka koefisien Cu = 1,4

Sedangkan dari tabel 15 untuk rangka beton pemikul momen, didapatkan nilai parameter periode pendekatan

Ct : 0,0466
x : 0,900

Tinggi bangunan : 22,45 m, maka periode fundamental pendekatan

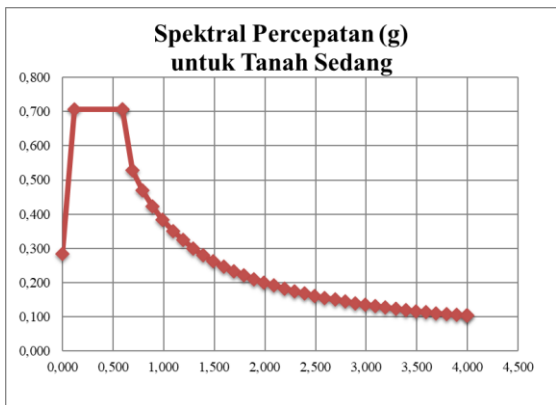
Ta : Ct x hn
: 0,766

Analisis Ragam Spektrum berdasarkan desain spektra Indonesia (puskim.pu.go.id)

Lokasi bangunan : Kabupaten Lombok Barat
Koordinat :

Lat : -8.682724
Long : 116.123299

Jenis tanah : Tanah Sedang (SD)



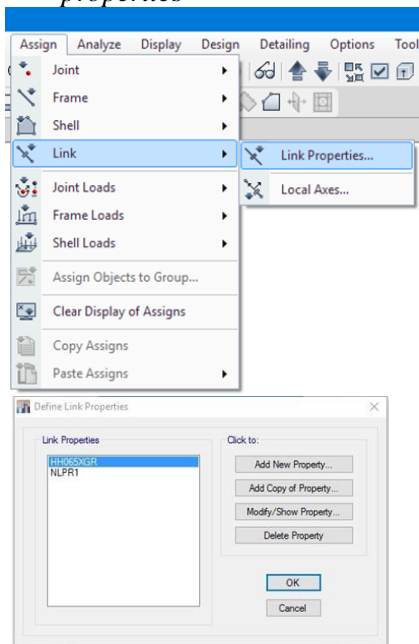
Gambar Spektral Percepatan (g) untuk tanah sedang

Pada gambar diatas, ditampilkan hasil Spektral percepatan yang diambil dari desain spektra Indonesia (www.puskim.pu.go.id)

Pemodelan Struktur menggunakan Base Isolator

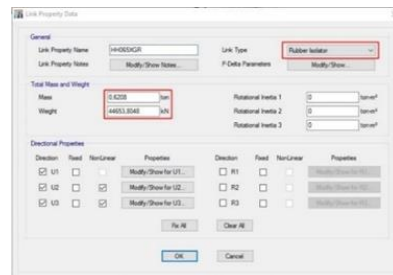
Tahapan input LRB pada ETABS dilakukan seperti berikut :

1. Assign perletakan sebagai *Link/support properties*



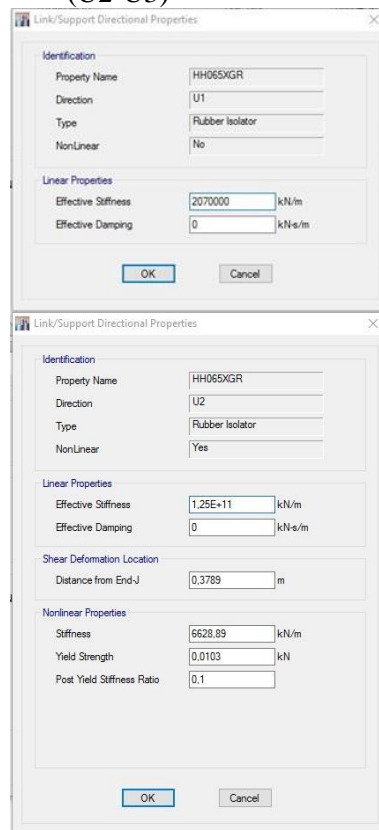
Gamba Define Link Properties

2. Input data *Lead Rubber Bearing* sesuai dengan tipe yang dipilih. Ganti link type menjadi *rubber isolator*, link type diganti sesuai dengan jenis isolator yang direncanakan.



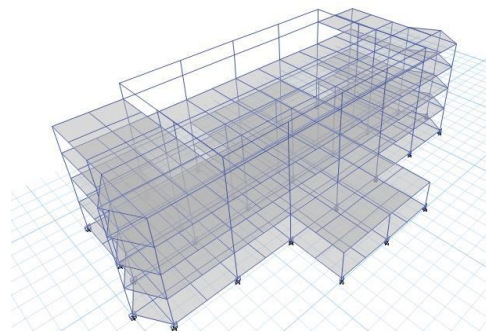
Gambar Pemodelan Lead Rubber Bearing

3. Lakukan input data direction properties dalam arah vertikal (U1) dan horizontal (U2-U3)



Gambar Input directional properties Lead Rubber Bearing

4. Setelah *properties base isolator* di input, lakukan *draw link* antara kolom ke pondasi dengan cara klik pada menu draw draw link.



Gambar Tampak 3-D struktur memakai *base isolator*

Penentuan Dimensi Base Isolator

Beban maksimum aksial kolom sebagai beban untuk *base isolator* adalah 3.911,23 kN, maka dimensi *base isolator* sesuai pada tabel (*Catalog bridgestone 2007 & Catalog magemba*) yang akan digunakan

Tabel Tipe dan Dimensi properties base isolator (katalog bridgestone 2007 & katalog magemba)

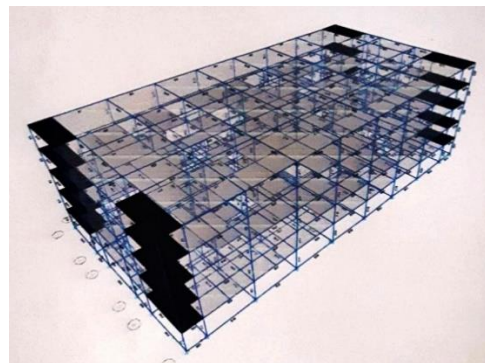
Data		Unit	LRB	HDRB	FP
			B	RB	S
Diameter bearing	d	mm	110	800	
Diameter lead	dlead	mm	110	800	
Shear modulus	G	N/m ²	0,3	0,4	
Diameter disc	δ	mm			550
Depth of disc	d	Mm			50
Coefficient of friction	μ				0,06
Radius curvature	RFPS	Mm			710
Tebal rubber layer	t	Mm	5	5,4	
Jumlah rubber layer	nr		40	37	
Total tebal rubber	tr	Mm	200	200	
Tebal shims	ts	Mm	3,1	4,4	
Jumlah shims	ns		39	36	
Tinggi	h	Mm	376,9	422,2	225
Nilai Beban Kolom		kN	4060	4710	4000

Tabel Dimensi karakteristik *Base Isolator*

Properties Mekanis		Spesifikasi LRB dan HDRB (Bridgestone – 100% shear strain)	
		LRB LH070G 4	HDRB HH080X4 S
Kekakuan Awal	kN/m	11200	5830
Kekakuan Pasca Leleh	kN/m	860	583
Kuat Leleh	kN	75,7	80,3
Kekakuan Efektif	kN/m	1240	986
Rasio Redaman	%	18,7	24

Struktur Gedung Tanpa *Base Isolator (Fix Base)*

Pemodelan tanpa *base isolator* seperti gambar di bawah ini :



Gambar Struktur Bangunan *Fix Base*

Hasil analisis *Base Shear* menggunakan ETABS untuk struktur *fix base* seperti tabel dibawah ini

Tabel *Base Shear* pada Bangunan *Fix Base*

Arah	<i>Base Shear</i> (N)
Memanjang (x)	3664,70
Melintang (y)	3672,00

Berat struktur

Berat Total Struktur Bangunan *Fix Base* sebesar 55441,5374 kN

Berat Aksial kolom

Gaya Aksial maksimum untuk satu kolom untuk struktur *fix base* sebesar 3375,3772 kN

Periode Bangunan

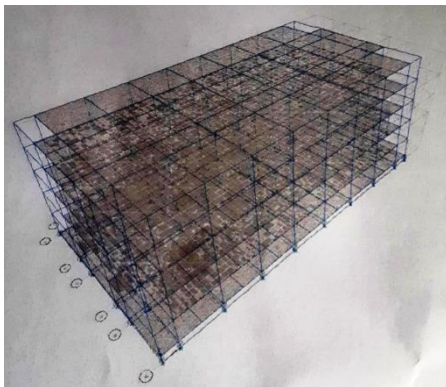
Pada tabel Hasil Analisis Modal Struktur *Fix Base* dibawah ini ditunjukkan hasil dari modal struktur bangunan *fix base*

Tabel 4.7 Hasil Analisis Modal Struktur *Fix Base*

Mode	Periode
1	0,941
2	0,906
3	0,295
4	0,286
5	0,145

Analisis Struktur Bangunan *Base Isolator*

- *Lead Rubber Bearing*



Gambar Struktur Bangunan dengan LRB

Hasil desain menggunakan *base isolator* berupa LRB ditampilkan dalam tabel dibawah ini

Tabel Hasil Analisis *Base Shear* menggunakan LRB

Arah	Base Shear (N)
Memanjang (x)	3551,70
Melintang (y)	3278,50

Tabel Hasil Analisis Base Shear menggunakan LRB menunjukkan nilai gaya geser dasar arah memanjang (x) dan arah melintang (y) pada bangunan *base isolation system*. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa nilai gaya geser dasar arah (x) sebesar 3551,70 N dan arah melintang (y) sebesar 3278,50 N. Hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan atau *base shear* yang lebih kecil dari *base shear* struktur bangunan *fix base*

Tabel Hasil Analisis Modal Struktur menggunakan LRB

Mode	Periode
1	1,456
2	1,216
3	0,434
4	0,393
5	0,218

Hasil analisis modal pada tabel Hasil Analisis Modal Struktur menggunakan LRB menunjukkan bahwa mode pertama struktur dengan *base ioslator* adalah translasi arah melintang (y) dengan periode 1,456 detik. Mode kedua adalah translasi arah (x) dengan periode 1,216 detik. Dengan adanya *base isolator*, maka gaya gempa yang mengenai struktur akan lebih dahulu bekerja pada *base isolator* kemudian diteruskan ke struktur bangunan di atasnya.

Tabel Hasil Analisis *Story Drift* menggunakan LRB

Lantai/Tingkat	Story Drift (mm)
Lantai 5	0,000006
Lantai 4	0,000007
Lantai 3	0,000009
Lantai 2	0,00001
Lantai 1	0,000009
Base	0,000056

Hasil analisis story drift pada Tabel Hasil Analisis *Story Drif* menggunakan LRB menunjukkan bahwa *drift* terbesar terjadi pada lantai dasar. Hal ini terjadi karena yang bekerja terlebih dahulu adalah *base isolator* sebesar 0,000056 mm

Tabel Simpangan/Perpindahan menggunakan LRB

Lantai/Tingkat	Simpangan (mm)
Lantai 5	0,207
Lantai 4	0,182
Lantai 3	0,150
Lantai 2	0,112
Lantai 1	0,069
Base	0,028

Pada Tabel Simpangan/Perpindahan menggunakan LRB menunjukkan perpindahan yang relatif seragam dari lantai dasar sampai dengan lantai 5

Dari Analisa diatas, dapat dilihat bahwa penggunaan base isolator dapat mereduksi gaya geser dasar (*base shear*). Penggunaan *base isolator* jenis LRB mereduksi sebesar 3,10 %. Gaya geser dasar tersebut dipengaruhi oleh kekakuan efektif dan perpindahan dari isolator tersebut.

Berdasarkan Gambar diatas, terlihat bahwa struktur yang sudah dilengkapi dengan sistem isolasi dasar akan mengalami penurunan simpangan antar lantai dibandingkan dengan bangunan *fix base* yang diakibatkan oleh beban gempa desain maupun maximum. *Story drift* bangunan yang menggunakan *base isolator* lebih kecil daripada bangunan *fix base*. *Story drift* bangunan yang menggunakan *base isolator* lebih kecil daripada *fix base*, dimanabase isolator menggunakan LRB sebesar 28,57% terhadap drift maksimum yang terjadi pada struktur bangunan *fix base*.

Pada lantai dasar bangunan yang menggunakan *base isolator* mengalami perpindahan (*displacement*) yang lebih besar dari pada bangunan *fix base*, sedangkan pada dasar bangunan *fix base structure* tidak terjadi perpindahan karena dasar bangunan ditahan oleh pondasi. Hal ini terjadi karena *base isolator* terletak pada dasar bangunan yang memiliki kekakuan yang kecil dan sangat flexible dalam arah horizontal yang memungkinkan terjadinya perpindahan pada dasar Gedung.

Periode struktur bangunan yang menggunakan *base isolation system* lebih besar daripada *fix base*. Jika dibandingkan dengan *fix base structure*, pada struktur bangunan yang menggunakan *base isolator* LRB mengalami kenaikan periode sebesar 54,73%.

Perbedaan mendasar antara struktur *fix base* dan struktur terisolasi dasar adalah periode getarnya. Periode adalah besaran waktu yang dibutuhkan untuk mencapai satu getaran. Periode alami struktur perlu diketahui agar resonansi pada struktur dapat dihindari.

Hasil analisis modal pada tabel 4.6 Hasil Analisis Modal Struktur *fix base* menunjukkan bahwa mode pertama struktur *fix base* adalah arah melintang (y) dengan periode struktur 0,942 detik. Mode kedua adalah translasi arah memanjang (x) dengan periode struktur 0,902 detik. Dengan adanya isolator, maka gaya gempa yang mengenai struktur akan terlebih dahulu bekerja pada isolator kemudian

diteruskan ke struktur atas. Peningkatan periode struktur mencapai 1,4 kali lebih besar untuk struktur bangunan yang menggunakan LRB.

Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

Peningkatan terjadi pada penelitian Siagian, dkk (2017) pada struktur gedung 10 lantai sebesar 1,93 kali bangunan tanpa *base isolator*, sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan, dimana nilai periode mengalami peningkatan sebesar 3,4 kali dari bangunan tanpa menggunakan *base isolator*. Peningkatan periode struktur menyebabkan gaya gempa yang bekerja pada bangunan akan menjadi lebih kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan *fix base*, diperoleh dimensi *base isolator* yang akan digunakan yaitu diameter *rubber* untuk *Lead Rubber Bearing* (LRB) adalah 1100 mm.

Dalam penelitian ini dianalisis 2 model struktur yaitu struktur tanpa menggunakan *base isolator* (*fix base*) dan struktur menggunakan *base isolator* (*base isolation system*). Dari hasil analisa struktur dapat dilihat pengaruh penggunaan *base isolator* yang telah didesain dibandingkan dengan bangunan tanpa menggunakan *base isolator*. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam penentuan dimensi atau ukuran dari *base isolator*, digunakan katalog yang sudah ada baik dari *Bridgestone* maupun *Magemba* dengan memperhatikan gaya aksial maksimum satu kolom pada struktur bangunan *fix base*
2. *Story drift* bangunan yang menggunakan *base isolator* lebih kecil daripada *fix base*, dimanabase isolator menggunakan LRB sebesar 28,57% terhadap drift maksimum yang terjadi pada struktur bangunan *fix base*
3. *Interstory drift* bangunan yang menggunakan *base isolator* lebih kecil daripada struktur bangunan *fix base*. Struktur bangunan yang menggunakan *base isolator* memiliki nilai *interstory drift* mendekati nol.
4. Pada lantai dasar bangunan yang menggunakan *base isolator* memiliki perpindahan (*displacement*) yang lebih

besar dari *fix base*. Hal ini terjadi karena *base isolator* yang terletak didasar bangunan sangat flexible dalam arah horizontal yang memungkinkan terjadinya perpindahan pada dasar bangunan gedung.

5. Penggunaan *base isolator* pada bangunan dapat mereduksi *base shear*. *Base shear* (gaya geser dasar) dipengaruhi oleh kekakuan efektif dan perpindahan dari *base isolator* tersebut.

SARAN

Penelitian ini hanya menganalisis pengaruh *base isolator* jenis LRB terhadap respon struktur bangunan (periode, *drift*, perpindahan/*displacement*, dan *base shear*) yang dibandingkan dengan bangunan tanpa *base isolator*. Oleh sebab itu disarankan studi selanjutnya dilakukan analisis penggunaan *isolator HDRB*, dan *Friction Pendulum System* serta dalam satu struktur menggunakan *base isolator* yang bervariasi agar penerapan prinsip isolator pada bangunan dapat diketahui lebih detail.

REFERENCES

- Budiono, B., & Adelia, C. (2015). Penggunaan Isolasi Dasar *Single Friction Pendulum* dan *Triple Pendulum* pada Bangunan Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(Agustus 2014), 67–78.
- Budiono, B., & Setiawan, A. (2014). Studi Komparasi Sistem Isolasi Dasar *High-Damping Rubber Bearing* dan *Friction Pendulum System* pada Bangunan Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(Desember 2014), 179–195.
- Consultant, C. E. E. (2019). Perencanaan DED Rekonstruksi/Pembangunan RSUD Patuh Patju.
- Faisal, A., & Arief, A. (2017). Analisis Respon Bangunan Gedung Lima Lantai menggunakan Base Isolator di Kota Padang. *Jurnal Teknik Sipil PORTAL*, 9(April 2017), 32–36.
- Hartuti, R. E. (2009). *Buku Pintar Gempa*. DIVA Press.
- Ismail, Febrian Anas. (2012). Pengaruh Penggunaan *Seismic Base Isolation System* terhadap Respon Struktur Gedung Hotel Ibis Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil* 8, 1, 45–60.
- Lestari, D. S. (2012). Perbandingan Kinerja Penggunaan Berbagai Base Isolator pada Gedung Tsunami Refuge Center Kantor Gubernur Sumatera Barat. Universitas Andalas.
- Muliadi, Afifuddin, M., & Aulia, T. B. (2014). Analisis Respon Bangunan Menggunakan *Base Isolator* sebagai Pereduksi Beban Gempa di Wilayah Gempa Kuat. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(Mei 2014), 109–118.
- Muliadi, Afifuddin, M., & Aulia, T. B. (2016). Analisis Gaya Geser pada Bangunan menggunakan *Base Isolator* sebagai Pereduksi Beban Gempa. *Teras Jurnal*, 6(Maret 2016), 1–10.
- Setio, H. D., Kusumastuti, D., Setio, S., Siregar, P. H. R., & Hartanto, A. (2012). Pengembangan *Sistem Isolasi Seismik* pada Struktur Bangunan yang dikenai Beban Gempa sebagai Solusi untuk Membatasi Respon Struktur. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(April 2012), 1–14.
- Siagian, A. R., Wesli, Chandra, Y., & Akbar, S. J. (2017). Studi Komparasi *Base Shear* pada Gedung menggunakan *Base Isolator* dan *Non Base Isolator*. *Teras Jurnal*, 7(September 2017), 235–244.
- SNI 1726-2012. (2012). *Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. BSN.
- Teruna, D. R. (2005). Analisis Respon Bangunan dengan *Base Isolator* akibat Gaya Gempa. *Jurnal System Teknik Industri*, Volume 6, No. 4.
- Teruna, D. R., & Singarimbun, H. (2010). Analisis Response Bangunan ICT Universitas Syiah Kuala yang memakai Slider Isolator Akibat Gaya Gempa. *Seminar Dan Pameran HAKI*, 1–12.
- Widodo. (2001). *Respon Dinamik Struktur Elastik*. Jurusan Teknik Sipil FTSP, Universitas Islam Indonesia.