

ANALISA KINERJA STRUKTUR GEDUNG HOTEL *BALCONE* BUKITTINGGI DENGAN SISTEM *BASE ISOLATION* MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER*

Eriko Marcelino Gea¹⁾, Eva Rita²⁾, Indra Khaidir³⁾
Prodi Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta

Email: erikomarcelino19@gmail.com¹⁾, evarita@bunghatta.ac.id²⁾, indrakhaidir@bunghatta.ac.id³⁾

ABSTRAK

Indonesia merupakan kawasan yang memiliki intensitas gempa yang tinggi, sehingga diperlukan proteksi khusus agar struktur tahan terhadap gaya gempa. Perangkat yang digunakan yaitu base isolator dengan tipe *High Damping Rubber Bearing*. Studi kasus pada penelitian ini adalah gedung Hotel *Balcone* Bukittinggi yang didesain menggunakan base isolator dan dibandingkan dengan struktur *fixbase* untuk mengetahui nilai gaya geser, *displacement*, dan *drift*. Struktur akan dianalisa menggunakan metode *pushover*, untuk mengetahui level kinerja dan pola keruntuhan struktur berdasarkan ATC-40 dan FEMA 356. Analisa struktur dibantu dengan menggunakan software ETABS. Dari hasil perhitungan analisa struktur, gaya geser struktur *base isolation* mengalami reduksi sebesar 75,78%. *Displacement* pada struktur *base isolation* terhadap struktur *fixbase* terjadi peningkatan sebesar 66,68% untuk arah x dan 68,37% untuk arah y. Untuk nilai *drift* struktur *base isolation* terhadap struktur *fixbase* direduksi sebesar 77,90% untuk arah x dan 75,87% untuk arah y. Pada analisa *pushover*, berdasarkan ATC-40 dan FEMA 356 struktur termasuk dalam tingkat kinerja *damage control*.

Kata kunci : base isolator, analisa *pushover*, gaya geser, *displacement*, *drift*

PENDAHULUAN

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di negara Indonesia, karena Indonesia adalah negara kepulauan yang merupakan daerah rawan gempa yang dilalui oleh 3 (tiga) pertemuan lempeng tektonik, yaitu Lempeng Pasifik, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Euarasia [1]. Hal ini menjadikan Indonesia kawasan dengan intensitas gempa yang tinggi. Tingginya korban jiwa dapat disimpulkan akibat keruntuhan dari struktur bangunan yang tidak memiliki kekuatan untuk menahan gaya gempa. Termasuk juga bahwa pengaruh struktur *fixbase* tidak berperan maksimal dalam mereduksi gaya gempa khususnya di daerah rawan gempa. Oleh sebab itu, diperlukan perlindungan khusus untuk melindungi struktur bangunan dari efek destruktif gempa.

Salah satu inovasi yang mampu melindungi struktur dari gaya gempa yaitu *Base Isolation*. *Base Isolation* berfungsi untuk mengisolasi atau mereduksi gaya yang diakibatkan oleh gempa. *Base Isolation* ini menggunakan material khusus peredam getaran (*seismic isolation*) yang dipasang diantara pertemuan kolom dengan pondasi. Bahan utama dari material

Base Isolation adalah karet alam hevea yang terkenal memiliki sifat elastis paling tinggi dan dipadukan dengan lempengan plat baja pada bagian atas dan bawah *bearing*. *Isolation* ini dinamakan dengan *Elastomeric Bearing*. *Elastomeric Bearing* merupakan *isolator* yang paling banyak digunakan dalam perancangan bangunan gedung. Dengan sifat elastis tersebut, pergerakan horizontal dan vertikal akibat gaya gempa dapat diredam dan membuat bangunan kembali keposisi semula. Dalam penggunaan *Base Isolation* ini perlu dilakukan analisis untuk mengetahui seberapa efektif pengaruh penggunaan *Base Isolation* terhadap kinerja struktur bangunan dalam mereduksi gaya gempa [2].

Metode *Pushover* adalah suatu analisis statik nonlinier yang digunakan untuk mengetahui level kinerja struktur bangunan terhadap gaya gempa [3]. Pada analisis *pushover* akan diberikan suatu beban statik kearah lateral pada struktur yang kemudian dapat diketahui hubungan antara gaya geser (V) dan *displacement* atau keruntuhan atap (D) yang diterjemahkan menjadi kurva kapasitas struktur. Dengan demikian, penulis akan mengambil kajian tentang analisa kinerja *Base Isolator* dengan tipe *High*

Damping Rubber Bearing. Objek dalam penelitian ini adalah struktur Gedung Hotel *Balcone* Bukittinggi. Lalu, untuk melihat sejauh mana efektivitas penggunaan *base isolator*, maka dilakukan analisa *pushover* sehingga diketahui level kinerja dari struktur tersebut.

METODE

Dalam penelitian ini, terdiri dari beberapa langkah dan prosedur. Pertama-tama diawali dengan mengumpulkan data struktur bangunan, baik itu spesifikasi umum maupun teknis. Selanjutnya melakukan studi literatur tentang struktur dengan sistem *base isolation*, kajian mengenai analisa *pushover* dan juga tata cara perencanaan struktur gedung tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020. Selanjutnya dilakukan analisa kinerja struktur *fixbase* dan struktur *base isolation* yang diawali dengan pemodelan struktur *fixbase* dengan menggunakan program analisis struktur (ETABS) dan menginput beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Setelah selesai, maka dilakukan kontrol desain yang meliputi modal partisipasi massa, simpangan antar lantai (*drift*), gaya geser, p-delta. Apabila kontrol desain tidak memenuhi syarat, maka dilakukan pemodelan ulang. Apabila semua kontrol memenuhi syarat, selanjutnya dilakukan pemodelan struktur dengan sistem *base isolation* setelah itu dilakukan kontrol desain untuk nilai modal partisipasi massa, simpangan antar lantai (*drift*), p-delta, dan gaya geser. Apabila semua kontrol sudah memenuhi syarat, maka dilanjutkan dengan analisa *pushover* untuk struktur *fixbase* dan struktur *base isolation* dengan menggunakan program analisis struktur (ETABS). Hasil dari analisa *pushover* adalah nilai dari gaya geser maksimum dan *displacement* maksimum yang diberikan kepada gedung. Selanjutnya dilakukan evaluasi kinerja struktur menggunakan ATC-40 dan FEMA 356. Setelah semuanya selesai, maka dilakukan perbandingan hasil dari analisis struktur *fixbase* dan struktur *base isolation* sehingga diperoleh kesimpulan efektivitas penggunaan *base isolator* dengan tipe *High Damping Rubber Bearing* pada struktur Gedung Hotel *Balcone* Bukittinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Struktur *Fixbase*

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa:
 - periode struktur $T_x = 1,157$ detik, $T_y = 1,208$ detik, dan $T_{max} = 1,242$ detik
 - gaya geser $V_x = 2468,40$ kN, $V_y = 2574,98$ kN

B. Analisa Stuktur *Base Isolation*

- periode rencana (T_D) untuk dimensi HDRB berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 12.4, $T_D = 3 \times T_{max} = 3 \times 1,242 = 3,726$ detik

- dimensi base isolator

Tabel 1. Dimensi Base Isolator

Keterangan	HDRB Tipe A	HDRB Tipe B
Kekakuan Horizontal	1,369858608 MN/m	0,70160396 MN/m
Dimensi HDRB	0,7502 m, digunakan 800 mm	0,5370 m, digunakan 600 mm

- gaya geser di bawah struktur, $V_b = 16473,0755$ kN
 - gaya geser di atas struktur, $V_s = 3608,3637$ kN

C. Analisa *Pushover*

Pada analisa *pushover*, hasil analisa struktur yang didapatkan yaitu kurva kapasitas (*capacity curve*), skema kelelahan berupa distribusi sendi plastis (*hinge*), dan titik kinerja struktur (*performance point*). Dari program analisa struktur didapatkan kurva kapasitas ATC 40 dan FEMA 356. Analisa *pushover* berdasarkan ATC-40 terdapat langsung pada program ETABS dengan memilih Display - Static *Pushover Curve* - Pilih Plot FEMA 440 EL. Selanjutnya input parameter S_s dan S_1 . Sedangkan untuk analisa *pushover* berdasarkan FEMA 356 terdapat langsung pada program ETABS dengan memilih Display - Static *Pushover Curve* - Pilih Plot ASCE 41-13 NSP. Selanjutnya input parameter S_s dan S_1 . Untuk menentukan level kinerja struktur, dilakukan perhitungan nilai simpangan total maksimum (*interstory drift*) pada titik kinerja (*performance point*) atau nilai simpangan maksimum pada atap pada saat *performance point* dibagi dengan total tinggi bangunan total. Sedangkan simpangan inelastis maksimum adalah proporsi simpangan total maksimum di luar titik leleh efektif [3].

- Struktur *Fixbase*

1. Metode Spektrum Kapasitas (ATC-40)

Dalam metode spektrum kapasitas (*capacity curve*) prinsip dasarnya adalah dengan memplotkan demand respon spektrum dan kurva kapasitas dalam satu format antara spektral percepatan dengan spektral perpindahan atau disebut juga dengan format *Acceleration Displacement Response Spectra* (ADRS) [3].

D. Perbandingan Analisa Struktur

- Gaya Geser

Gaya geser yang terjadi pada bawah struktur *base isolation* sebesar 14896,37 kN dan atas struktur *base isolation* sebesar 3608,3637 kN. Sehingga disimpulkan dengan penggunaan *base isolation* struktur direduksi sebesar 75,78%. Sedangkan untuk perbandingan gaya geser yang dihasilkan untuk struktur *fixbase* sebesar 2574,98 kN dan struktur *base isolation* sebesar 3608,3637 kN. Jadi dapat disimpulkan bahwa peningkatan gaya geser struktur *base isolation* terhadap struktur *fixbase* adalah sebesar 40,13%.

- Displacement

Tabel 1. Perbandingan Displacement

Perbandingan Displacement						
Lantai	Displacement Fixbase		Displacement Base Isolation		Peningkatan Displacement	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)
7	29,971	41,906	55,207	78,084	45,71	46,33
6	27,608	37,441	54,468	76,354	49,31	50,96
5	24,363	32,253	53,342	74,291	54,33	56,59
4	19,841	25,621	51,618	71,490	61,56	64,16
3	11,724	14,61	48,195	66,531	75,67	78,04
2	6,758	8,256	45,754	63,221	85,23	86,94
1	2,162	2,616	42,672	59,210	94,93	95,58
0	0	0	39,149	54,62		
Rata-Rata (%)					66,68	68,37

- Drift

Tabel 2. Perbandingan Drift

Perbandingan Drift						
Lantai	Drift Fixbase		Drift Base Isolation		Reduksi Drift (%)	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)
7	12,997	24,558	1,478	3,460	88,63	85,911
6	17,848	28,534	2,252	4,126	87,38	85,540
5	24,871	36,476	3,448	5,602	86,14	84,642
4	44,644	60,561	6,846	9,918	84,67	83,623
3	27,313	34,947	4,882	6,620	82,13	81,057
2	25,278	31,020	6,164	8,022	75,62	74,139
1	11,891	14,388	7,046	9,180	40,75	36,197
Rata-Rata (%)					77,90	75,87

- Level Kinerja Struktur Fixbase dan Struktur Base Isolation.

Tabel 3. Level Kinerja Struktur Fixbase dan Struktur Base Isolation

Sistem Struktur	Arah	Parameter	Hasil Analisis Pushover	
			ATC 40	FEMA 356
Fixbase	Arah X	Gaya Geser (kN)	11924,4073	11810,2326
		Target Perpindahan Δ_m (m)	0,2729	0,2653
		Drift aktual (Δ_m/T_{tot})	0,0103	0,010
		Level Kinerja	Damage Control	Damage Control
	Arah Y	Gaya Geser (kN)	11176,2471	11009,6963

Base Isolation		Target Perpindahan Δ_m (m)	0,2633	0,2523	
		Drift aktual (Δ_m/T_{tot})	0,010	0,010	
		Level Kinerja	Damage Control	Damage Control	
	Arah X	Gaya Geser (kN)	8797,495	7768,5622	
		Target Perpindahan Δ_m (m)	0,4894	0,3715	
		Drift aktual (Δ_m/T_{tot})	0,0185	0,0140	
		Level Kinerja	Damage Control	Damage Control	
		Arah Y	Gaya Geser (kN)	8556,877	7655,9880
			Target Perpindahan Δ_m (m)	0,4573	0,3533
	Drift aktual (Δ_m/T_{tot})		0,0173	0,01	
			Level Kinerja	Damage Control	Damage Control

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada analisa struktur yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yang didapatkan yaitu:

1. Gaya geser di bawah struktur *base isolation* direduksi sebesar 75,78%. Sedangkan gaya geser yang dihasilkan untuk struktur *base isolation* terhadap struktur *fixbase* mengalami peningkatan sebesar 40,13%.
2. Struktur dengan sistem *base isolation* memiliki displacement lebih besar dibandingkan dengan struktur *fixbase* dimana peningkatan untuk arah x sebesar 66,68% dan arah y sebesar 68,37%.
3. Struktur dengan sistem *base isolation* memiliki drift yang lebih kecil dibandingkan struktur *fixbase* dimana reduksi drift untuk arah x sebesar 77,90% dan arah y sebesar 75,87%.

Dari tugas akhir ini disarankan pada penelitian selanjutnya agar melakukan analisa pengaruh penggunaan base isolator dengan berbagai macam variasi atau metode sehingga hasil penerapan prinsip sistem *base isolation* dapat diketahui lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Murtianto, H. (2022). Potensi Kerusakan Gempa Bumi Akibat Pergerakan Patahan di Sumatera Barat dan Sekitarnya. Padang: FPIPS UPI
- [2] Debby Rahmawati, S. &. (2019). Sistem Kontrol Base Isolation Untuk Perencanaan Gedung Tahan Gempa. Jurnal rekayasa Teknologi Nusa Putra, 19-27.
- [3] Wijaya, T. d. (2018). *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design)*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.