

Analisis Riwayat Waktu Terhadap Efektivitas *Lead Rubber Bearing* Pada Bangunan Gedung Berdinding Geser (Studi Kasus: Gedung PPIIG Universitas Palangka Raya)

Arman Maulana Situmorang*, Liliana, Frieda

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah

*Koresponden email: armansitumorang99@gmail.com

Diterima: 30 April 2026

Disetujui: 05 Mei 2026

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of Lead Rubber Bearings (LRBs) in a building modified with a shear wall structure. The building in question is the PPIIG Building, located in the city of Palangka Raya, which serves as the case study. The review examines the use of a shear wall structure in the PPIIG building, the use of a shear wall structure supplemented with LRBs, and nonlinear time-history analysis using the San Fernando earthquake. The effectiveness was assessed based on the hysteresis curve, base shear force, lateral displacement, and inter-story drift. The area under the hysteresis curve, representing the energy dissipation of the LRBs, was calculated to be 528.79 kN·mm. The base shear force was successfully reduced by the LRBs by 43.5% compared to the shear-wall structure without LRBs. The lateral displacement of the shear wall structure, which was 56.945 mm, decreased after integration with the LRB to only 25.896 mm. This reduction in lateral displacement also affected the inter-story deflection. The maximum inter-story deflection of the shear wall structure alone, which was 8.741 mm, decreased to 4.53 mm when the shear wall structure was supplemented with the LRB.

Keywords: *lead rubber bearing, shear wall, time history analysis, base shear, inter-story drift*

Abstrak

Penelitian ini adalah untuk meninjau efektivitas *Lead Rubber Bearing* (LRB) pada suatu bangunan gedung yang dimodifikasi dengan struktur dinding geser. Bangunan gedung tersebut adalah Gedung PPIIG yang berlokasi di kota Palangka Raya sebagai studi kasus. Tinjauan yang dilakukan adalah penggunaan struktur dinding geser pada bangunan gedung PPIIG, penggunaan struktur dinding geser dan ditambahkan LRB serta dengan analisis *non linier time history* menggunakan gempa San Fernando. Adapun efektivitas dilakukan meliputi kurva histeretik, gaya geser dasar, perpindahan lateral dan simpangan antar lantai. Luas kurva histeresis sebagai energi disipasi dari LRB diperoleh sebesar 528,79 kN.mm. Gaya geser dasar berhasil direduksi oleh LRB hingga 43,5 % dari struktur dengan dinding geser tanpa LRB. Perpindahan lateral struktur dinding geser sebesar 56,945 mm menurun setelah diintegrasikan dengan LRB hingga hanya sebesar 25,896 mm. Penurunan perpindahan lateral ini juga memberikan efek kepada simpangan antar lantai. Simpangan maksimum antar lantai dari struktur dinding geser saja sebesar 8,741 mm turun menjadi 4,53 mm ketika struktur dinding geser ditambahkan dengan LRB.

Kata Kunci: *lead rubber bearing, dinding geser, analisis riwayat waktu, gaya geser dasar, simpangan antar lantai*

1. Pendahuluan

Posisi geologis Indonesia yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*) serta berada di antara tiga lempeng tektonik besar menjadikannya sangat rentan terhadap aktivitas seismik. Kalimantan meskipun jauh dari zona subduksi utama tetap memiliki sumber potensi gempa yaitu 3 sesar aktif, (Kompas.com, 2022). Di Kalimantan Tengah tercatat pernah terjadi gempa Katingan pada tahun 2025, (Harmoko, 2025). Berdasarkan peta zona seismik, Kalimantan diklasifikasikan sebagai wilayah dengan parameter gerak tanah relatif rendah dengan $S_s < 0,5$ dan $S_1 < 0,5$, yang diklasifikasikan sebagai KDS A (Kriteria Desain Seismik A), (SNI 1726:2019). Gedung Pusat Pengembangan Iptek dan Inovasi Gambut (PPIIG) berada di kota Palangka Raya yang menjadi objek penelitian. Gedung tersebut didesain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB). Dalam analisis beban gempa dibedakan atas Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Dinding Struktural (SDS) dimana dinding struktural tersebut adalah dinding geser.

Beberapa peneliti menganalisis beban gempa dengan menggunakan SDS atau dinding geser. Windah (2011) melakukan penelitian menggunakan dinding geser pada gedung 10 lantai, mengatakan bahwa penggunaan dinding geser meningkatkan kekakuan lateral struktur dengan menurunnya simpangan antar lantai menjadi 3,56 cm lebih kecil dari struktur tanpa dinding geser dengan simpangan sebesar 4,26 cm. Effendi, dkk. (2017) menyatakan bahwa penempatan dinding geser yang simetris sangat cocok digunakan pada sebuah gedung karena memiliki parameter yang aman dari yang disyaratkan (SNI 03-1726-2012) dan dinding geser yang simetris memiliki gaya dalam yang kecil yang berarti akan berpengaruh pada kebutuhan gaya desain yang kecil. Kencanawati, Hariyadi dan Wathoni (2020) mengatakan bahwa bangunan dengan isolasi dasar tipe LRB memberikan parameter desain yang lebih baik terhadap gempa dibandingkan dengan bangunan konvensional. Subaga, Garnida, dan Ryanto (2022) melakukan analisis beban gempa menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memiliki periode struktur sebesar 3,332 detik dan ketika ditambahkan dinding geser periode struktur mengecil menjadi 2,987 detik. Wiryadi, Wibawa, dan Kusuma (2022) mengatakan bahwa perilaku struktur gedung A Fakultas Ekonomi Universitas Udayana berdasarkan Time History Analysis terhadap beban gempa Elcentro, gempa Kobe, dan Gempa Chi-chi cenderung dalam kategori aman. Nursani dan Noor (2023) mengatakan bahwa adanya dinding geser dapat meningkatkan kekakuan struktur gedung sehingga memiliki respon struktur yang lebih baik dalam menahan beban gempa. Palupi, Zain, dan Setiawan (2023) menyatakan bahwa Gedung Anutapura Medical Center (AMC) yang mengalami kerusakan akibat gempa Palu-Sigi-Donggala tahun 2018 dilakukan pembangunan kembali.

Gedung tersebut direncanakan menggunakan sistem SRPMK yang dikombinasikan dengan Base Isolator – LRB memenuhi ketentuan dan sesuai dengan standar SNI 1726-2019, dan SNI 1727-2020. Tidak terjadi over stress. Pah, Tae, dan Sir (2023) melakukan penelitian suatu gedung yang dianalisis dengan analisis dinamik time history dari gempa El Centro. Gedung tersebut dianalisis dengan sistem dinding struktural. Dinding struktural berupa variasi penempatan dinding geser. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai simpangan struktur akan semakin kecil sebagai akibat dari penambahan jumlah dinding geser dan penempatan dinding geser yang berdampingan akan lebih efektif dalam mengurangi simpangan struktur dibandingkan dengan penempatan dinding geser yang saling terpisah. Winardo dan Kadreni (2025) menyatakan bahwa Struktur dengan isolator tipe LRB mampu memperpanjang perioda struktur menjadi 3,855 detik dari periode awal struktur sebesar 1,125 detik dan mampu mengurangi interstory drift hingga 76,17% (arah x) dan 51,38% (arah y).

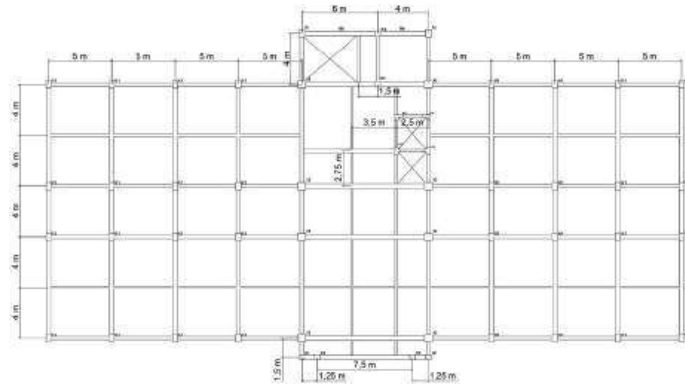
Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian melakukan kajian tentang penggunaan sistem dinding struktural dalam hal ini adalah dinding geser pada gedung PPIIG yang sebelumnya didesain dengan SRPMB. Dan juga dilakukan dengan menambah base isolator berupa LRB. Untuk analisis beban gempa dilakukan dengan analisis dinamik riwayat respons non-linier (*Non-Linear Time History Analysis*) menggunakan 7 pasang riwayat rekaman percepatan gerak tanah gempa yang diskalakan terhadap respon spektrum Kota Palangka Raya sesuai SNI 1726 : 2029. Pendekatan analisis riwayat waktu digunakan agar secara komputasional dapat menghasilkan kurva histeresis dari *Lead Rubber Bearing* (LRB) guna menghitung kapasitas disipasi energinya secara tepat. Dan untuk efektivitas yang diukur adalah kurva histeresis LRB, gaya geser dasar, perpindahan lateral dan simpangan antar lantai.

2. Metodole Penelitian

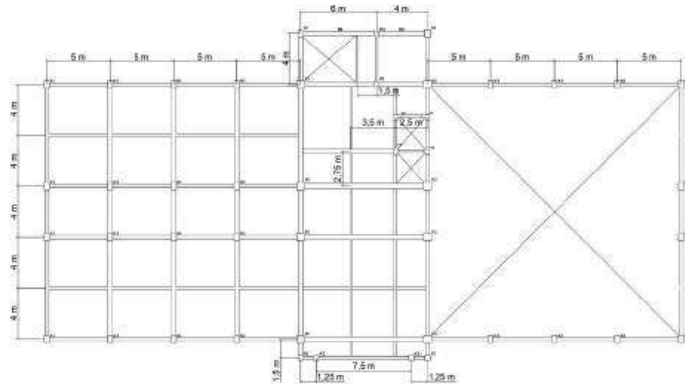
2.1 Objek Studi dan Kriteria Seismik

Gambar 1 - 8 memperlihatkan denah kondisi eksisting struktur Gedung PPIIG Universitas Palangka Raya sebelum mengalami tahap modifikasi. Pada kondisi awal ini, bangunan murni mengandalkan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) sebagai penahan beban gravitasi dan lateral tanpa melibatkan elemen pengaku tambahan seperti dinding geser (*shear wall*) maupun isolator dasar.

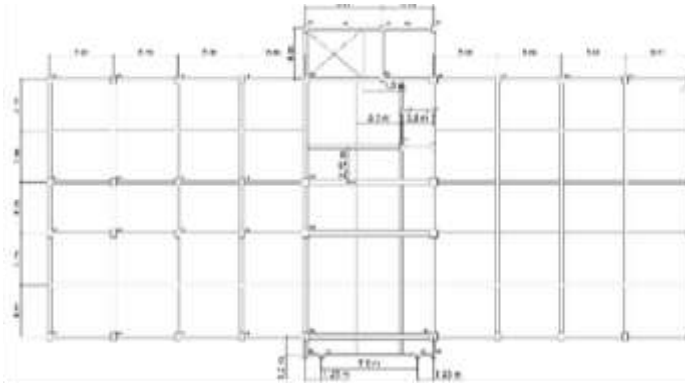
Penempatan dinding geser pada **Gambar 9** mengadopsi tata letak variasi F3SW1 yang telah dikembangkan oleh Pah, Tae, dan Sir (2023) serta modifikasi berupa penambahan dinding geser pada area inti di tengah bangunan. Pada **Gambar 10** LRB diintegrasikan pada struktur berdinding geser untuk menurunkan gaya geser dasar yang diterima struktur serta memperpanjang periode fundamental struktur.



Gambar 5. Denah Lantai 5



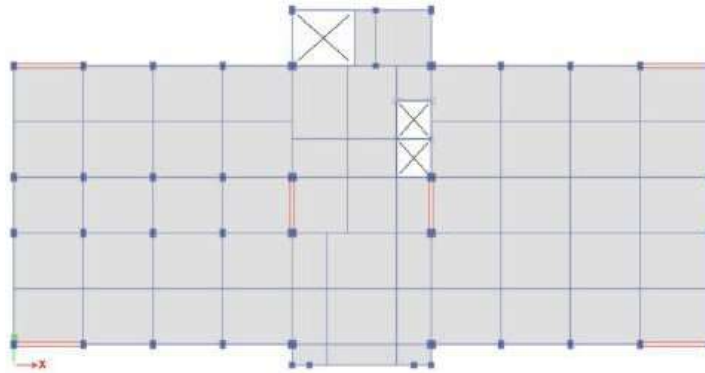
Gambar 6. Denah Lantai 6



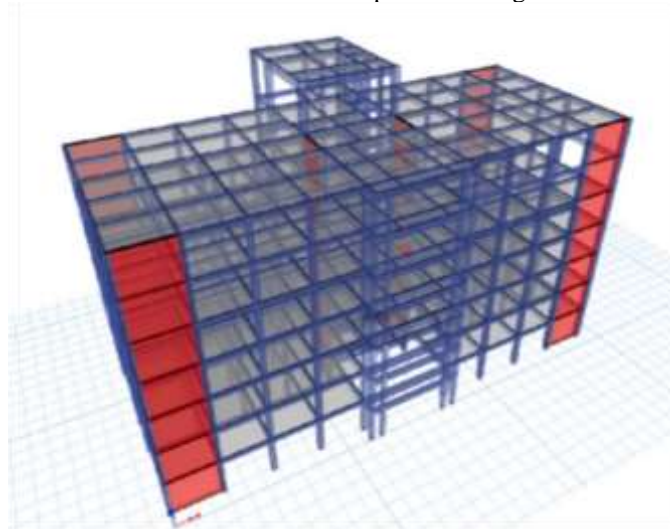
Gambar 7. Denah Lantai 7



Gambar 8. Denah Lantai Atap



Gambar 9. Denah Penempatan Dinding Geser



Gambar 10. LRB diintegrasikan pada struktur model A

Fokus utama permodelan adalah mengevaluasi komparasi kinerja seismik antara dua kondisi: struktur dengan penambahan dinding geser bertumpuan jepit (Model A) dan struktur dengan penambahan dinding geser yang diisolasi menggunakan *Lead Rubber Bearing* (LRB) pada dasarnya (Model B).

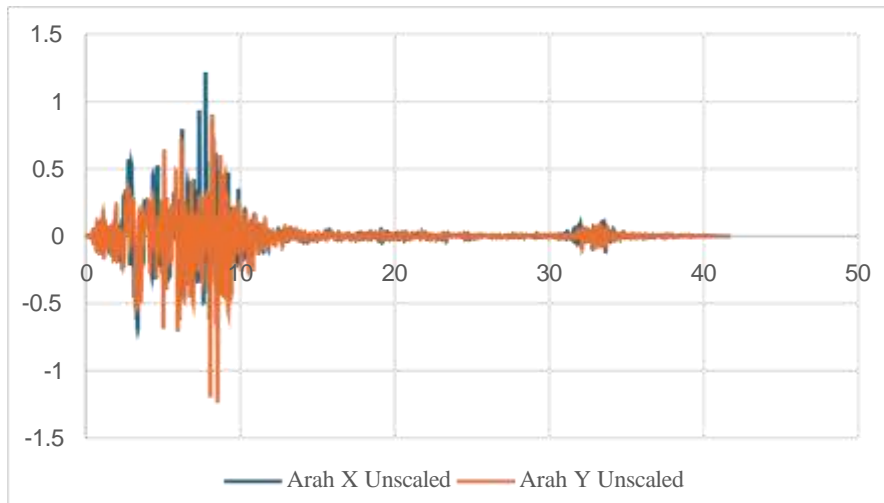
2.2 Metode Analisis Dinamik

Analisis riwayat waktu (*time history*) dilakukan untuk mengevaluasi respons dinamis struktur terhadap beban gempa, dengan meninjau parameter gaya geser dasar (*base shear*), simpangan antar lantai (*story drift*), perpindahan lateral, dan periode fundamental. Beban seismik menggunakan riwayat rekaman percepatan gerakan tanah dari basis data PEER NGA-West2. Rekaman percepatan tersebut diskalakan amplitudonya agar kompatibel dengan target spektrum respons desain untuk kondisi tanah di Kota Palangka Raya. Respons maksimum dari ketujuh rekaman gempa tersebut kemudian digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja sistem isolasi LRB, yaitu rekaman gempa San Fernando yang telah diskalakan. **Gambar 11** memperlihatkan percepatan rekaman gempa San Fernando yang belum diskalakan. Rekaman ini belum bisa diinput kedalam pemodelan sebagai beban gempa *time history*, berdasarkan SNI 1726:2019, rekaman gempa harus diskalakan terlebih dahulu terhadap respon spektra target.

Analisis ragam getar (*modal analysis*) menunjukkan adanya perubahan yang sangat signifikan pada karakteristik dinamis struktur setelah mengaplikasikan sistem isolasi dasar. Pada **Gambar 12** struktur Model A yang bertumpuan jepit memiliki karakteristik yang sangat kaku, ditandai dengan nilai periode fundamental (T_1) sebesar 1,191 detik. Penggunaan *Lead Rubber Bearing* (LRB) pada Model B sesuai **Gambar 13** berhasil memberikan fleksibilitas lateral pada dasar struktur, yang dibuktikan dengan perpanjangan periode fundamental secara signifikan menjadi 2,032 detik. Hasil ini selaras dengan penelitian LRB dengan analisis dinamik *time history* yang dilakukan oleh Winardo dan Kadreni (2025) struktur dengan LRB mampu memperpanjang periode struktur menjadi 3,855 detik dari periode awal struktur sebesar 1,125 detik. Pergeseran periode (waktu getar) yang memanjang ini menjauhkan struktur dari frekuensi dominan gempa, sehingga secara konseptual menurunkan akselerasi spektral yang akan diterima oleh bangunan atas. Sedangkan pada penelitian LRB dengan respon spektrum yang dilakukan Kencanawati, Hariyadi dan Wathoni (2020) penggunaan LRB meningkatkan periode struktur 6,7% lebih

panjang dari struktur konvensional.

Setelah periode fundamental struktur diperoleh, kemudian dilakukan penskalaan rekaman gempa sesuai panduan pada pasal 11 SNI 1726:2019. Rekaman gempa San Fernando yang telah diskalakan ini lah yang akan diinput sebagai beban gempa *time history*.



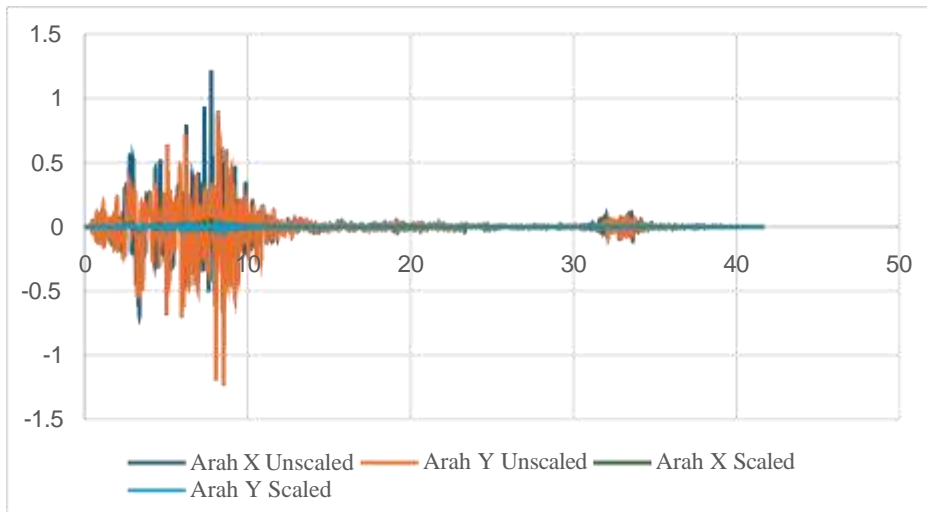
Gambar 11. Rekaman Gempa San Fernando

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RR
Model	1	1.191	0.0047	0.2608	0	0.0047	0.2608	0	0.1485
Model	2	1.037	0.0066	0.4038	0	0.0112	0.6067	0	0.1343
Model	3	0.963	0.0032	0.0033	0	0.0045	0.007	0	0.0011
Model	4	0.328	0.0213	0.0022	0	0.038	0.0392	0	0.205
Model	5	0.308	0.0012	0.008	0	0.0072	0.7972	0	0.1075
Model	6	0.267	0.0019	0.006	0	0.0032	0.7935	0	0.1225
Model	7	0.25	2.99E-05	0.0132	0	0.0092	0.064	0	0.1236
Model	8	0.226	0.0001	0.0201	0	0.0031	0.054	0	0.112
Model	9	0.183	0.1805	0	0	0.0014	0.004	0	0
Model	10	0.118	0.449E-06	0.0477	0	0.0011	0.0118	0	0.1052
Model	11	0.113	2.619E-05	0.0179	0	0.0032	0.0497	0	0.0406
Model	12	0.076	0.0001	2.030E-06	0	0.0497	0.0497	0	0.75E-06

Gambar 12. Tabel Partisipasi Massa Model A

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RR
Model	1	2.032	0.0181	0.3523	0	0.0181	0.3523	0	0.0218
Model	2	1.951	0.3042	0.0156	0	0.3033	0.3081	0	0.6011
Model	3	1.851	0.0027	0.0732	0	0.008	0.0412	0	0.0083
Model	4	0.793	0.0047	0.0061	0	0.0093	0.0473	0	0.1071
Model	5	0.687	0.0041	0.0419	0	0.0047	0.0088	0	0.7382
Model	6	0.556	0.0073	0.0023	0	0.0022	0.0091	0	0.0065
Model	7	0.314	0.0004	1.322E-05	0	0.0027	0.0091	0	0.0011
Model	8	0.283	0.307E-06	0.0006	0	0.0027	0.0017	0	0.0028
Model	9	0.195	0.710E-07	0.0036	0	0.0027	0.0073	0	0.0071
Model	10	0.148	0.0013	1.297E-05	0	0.0029	0.0093	0	0.0011
Model	11	0.098	0.0047	0.0008	0	0.0037	0.0042	0	0.0036
Model	12	0.068	0.0012	0.0018	0	0.0046	0.0047	0	0.0136

Gambar 13. Tabel Partisipasi Massa Model B



Gambar 14. Perbandingan rekaman gempa San Fernando yang telah diskalakan

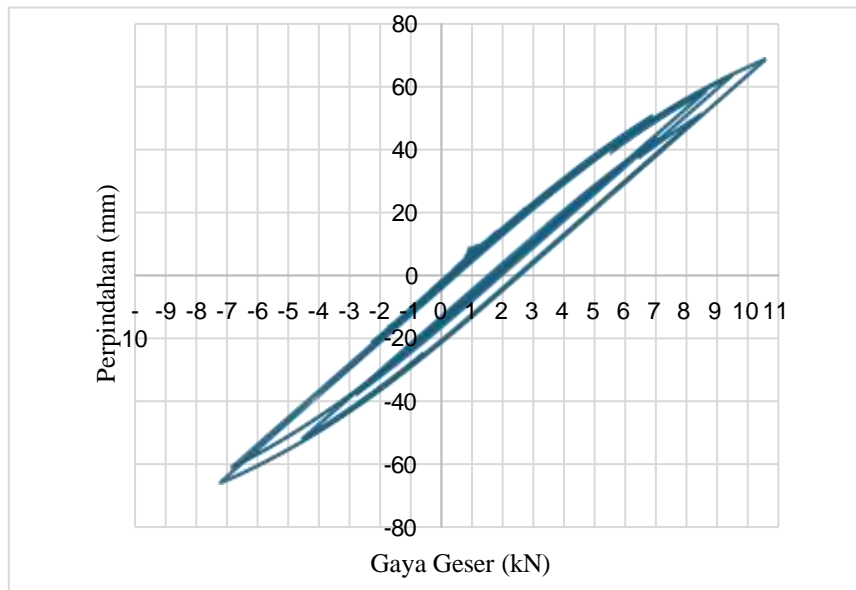


Gambar 15. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kurva Histeresis

Kinerja spesifik dari perangkat LRB dalam mendisipasikan energi gempa dievaluasi melalui luasan kurva histeresis gaya-perpindahan yang divisualisasikan oleh **Gambar 16**. Berdasarkan hasil integrasi numerik dari data respons elemen link, diperoleh nilai energi disipasi aktual sebesar 528,79 kN.mm. Nilai luasan histeresis aktual ini sangat mendekati nilai energi disipasi teoretis yang dihitung secara manual menggunakan persamaan analitis, yaitu sebesar 513,13 kN.mm, dengan persentase selisih yang sangat kecil sebesar 3,05%. Kedekatan nilai ini memverifikasi bahwa elemen LRB yang dimodelkan telah bekerja secara optimal dan nyata dalam menyerap serta mendisipasikan energi gempa sesuai dengan perhitungan teoretis.



Gambar 16. Grafik Histeresis LRB

Energi gempa yang berhasil didisipasi melalui mekanisme histeresis pada perangkat *Lead Rubber Bearing* (LRB) akan berdampak langsung pada tereduksinya transfer gaya inersia ke struktur atas. Penurunan transfer gaya ini secara matematis akan menurunkan nilai gaya geser dasar (*base shear*). Sebagai implikasi lebih lanjut, mengecilnya gaya geser yang bekerja pada struktur atas akan meminimalisasi perpindahan lateral (*lateral displacement*) dan menekan angka simpangan antar lantai (*inter-story drift*).

3.2 Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

Efektivitas kinerja LRB dalam meminimalisasi transfer gaya inersia gempa ke dalam struktur dievaluasi melalui parameter gaya geser dasar. Hasil analisis *time history* menunjukkan bahwa penerapan sistem LRB sangat efektif dalam mereduksi gaya geser dasar jika dibandingkan dengan struktur konvensional.

Output Case	Case Type	Stop Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m
TH_Sarifema..	UniforDist	Max	4403,3201	3123,6225	0	79822,6405	35512,3175	75728,4458	0
TH_Sarifema..	UniforDist	Min	-4302,9546	-4403,3425	0	-73206,9571	-32199,2094	-79614,0973	0

Gambar 17. Tabel *Base Shear Fixed Base + Dinding Geser (Model A)*

Output Case	Case Type	Step Type	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN.m	MY kN.m	MZ kN.m	X m
Tr_SelfWt...	NonDirial	Max	2620,218	2140,521	57795,2542	721090,0971	-1367797	10243,3921	0
Tr_SelfWt...	NonDirial	Min	-2485,9130	-2486,0168	57795,2542	644917,0907	-1454874	-50109,7202	0

Gambar 18. Tabel Base Shear LRB + Dinding Geser (Model B)

Berdasarkan Gambar 17 struktur model A menerima gaya geser dasar sebesar 4.403,34 kN pada arah X dan 4.403,34 kN pada arah Y. Pada Gambar 18 struktur model A yang telah diisolasi menggunakan LRB berhasil mereduksi gaya geser dasar yang diterima struktur menjadi 2.485,91 kN pada arah X dan 2.486,02 kN pada arah Y. Ini menunjukkan penggunaan LRB pada struktur dinding geser mampu mereduksi gaya geser dasar hingga 43,546 % pada arah X dan 43,542 % untuk arah Y. Perbandingannya bisa dilihat dengan jelas pada Tabel 1.

Tabel 1. Komparasi Gaya Geser Dasar (Base Shear) Maksimum

Arah Pembebanan	Model Tumpuan Dinding Geser		Persentase Reduksi
	JEPIT (kN)	LRB (kN)	
Vx	4403,34	2485,91	43,546%
Vy	4403,34	2486,02	43,542%

3.3 Perpindahan Lateral

Evaluasi perpindahan lateral dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan perilaku deformasi global antara struktur konvensional dan struktur yang diisolasi. Dalam Tabel 2 struktur tumpuan jepit (Model A), dasar bangunan tertambat kaku pada tanah sehingga perpindahan dasarnya adalah 0 mm. Dengan demikian, seluruh perpindahan lateral di atap murni merupakan deformasi kelenturan struktur, dengan nilai maksimum mencapai 40,226 mm pada arah X dan 52,142 mm pada arah Y.

Tabel 2. Perpindahan Lateral Struktur Model A

Lantai	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	X-Dir Min	Y-Dir Min
	m		mm	mm	mm	mm
Lantai 8	32,95	Top	40,226	42,284	-37,15	-52,142
Lantai 7	27,95	Top	37,12	45,931	-37,956	-49,223
Lantai 6	23,95	Top	30,62	38,436	-30,904	-40,931
Lantai 5	19,95	Top	24,075	30,836	-23,888	-32,31
Lantai 4	15,95	Top	17,552	22,804	-17,08	-23,569
Lantai 3	11,95	Top	11,303	14,831	-10,777	-15,175
Lantai 2	7,95	Top	5,816	7,7	-5,428	-7,818
Lantai 1	3,95	Top	1,767	2,381	-1,607	-2,384
Base	0	Top	0	0	0	0

Sedangkan pada Tabel 3 dan 4 struktur berisolasi LRB (Model B), angka perpindahan lateral absolut di tingkat atap tampak lebih besar, yakni mencapai 56,945 mm pada arah X dan 52,875 mm pada arah Y. Namun, tingginya angka ini tidak mengindikasikan bahwa struktur atas mengalami kerusakan yang lebih parah. Angka perpindahan absolut pada Model B sebagian besar merupakan kontribusi dari pergeseran perangkat LRB di tingkat dasar (Base) yang bergeser terlebih dahulu sejauh 31,049 mm pada arah X dan 23,973 mm pada arah Y.

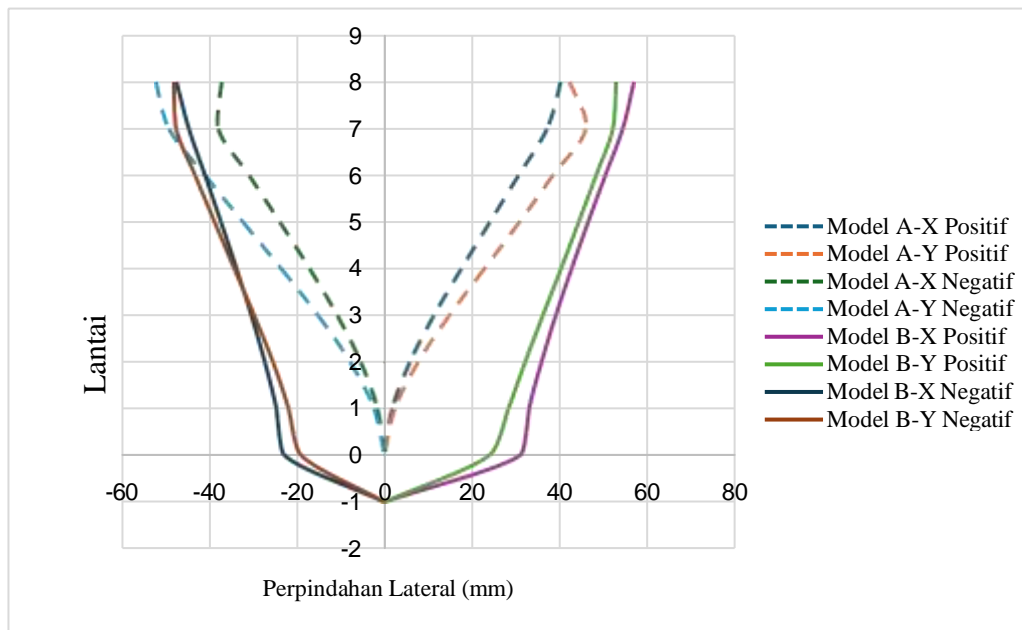
Tabel 3. Perpindahan Lateral Struktur Model B

Lantai	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	X-Dir Min	Y-Dir Min
	m		mm	mm	mm	mm
Lantai 8	32,95	Top	56,945	52,875	-47,5	-48,08
Lantai 7	27,95	Top	54,379	52,138	-44,6	-47,55
Lantai 6	23,95	Top	50,411	48,303	-41	-43,22
Lantai 5	19,95	Top	46,497	44,343	-37,3	-38,77
Lantai 4	15,95	Top	42,716	40,317	-33,8	-34,28
Lantai 3	11,95	Top	39,114	36,16	-30,4	-29,75

Tabel 4. Lanjutan Tabel 3

Lantai 2	7,95	Top	35,848	32,116	-27,3	-25,45
Lantai 1	3,95	Top	33,003	28,273	-24,7	-21,89
Base	0	Top	31,049	23,973	-22,9	-19,06
LRB 750	-0,3769	Top	0	0	0	0
LRB 600	-0,4079	Top	0	0	0	0

Jika dihitung perpindahan relatifnya (selisih antara perpindahan atap dan perpindahan dasar), perpindahan murni struktur atas Model B nyatanya jauh lebih kecil, yaitu hanya sebesar 25,896 mm pada arah X. Hal ini membuktikan bahwa perangkat LRB berhasil menyerap regangan geser di bagian bawah, sementara struktur utama gedung di atasnya dipertahankan posisinya dan bertranslasi secara seragam layaknya satu kesatuan benda kaku. Hal ini bisa dilihat dengan jelas pada **Gambar 19** dimana perpindahan lateral pada level dasar untuk model A adalah 0 mm sedangkan pada model B perpindahan lateral sudah diserap oleh LRB terlebih dahulu sehingga struktur atas tidak mengalami perpindahan yang terlalu besar.



Gambar 19. Grafik perpindahan lateral struktur model A dan model B

3.4 Simpangan Antar Lantai

Sebagai dampak langsung dari pergerakan benda kaku tersebut, terjadi penurunan yang drastis pada simpangan antar lantai. Pada **Tabel 5 - Tabel 7** simpangan antar lantai maksimum mencapai 8,741 mm yang terjadi pada Lantai 5 arah Y. Dimana angka ini masih jauh dari batas simpangan sebesar 80 mm. Sesuai SNI 1726:2019 batas simpangan adalah 2% dari tinggi lantai.

Tabel 5. Simpangan Antar Lantai Positif Model A

Lantai	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex}	δ_{ey}	δ_{ex}	δ_{ey}		Δ_x	Δ_y		
	mm	mm	mm	mm		mm	mm		
8	40,226	42,284	3,106	-3,64	5000	3,106	-3,64	100	OK
7	37,120	45,931	6,500	7,495	4000	6,500	7,495	80	OK
6	30,620	38,436	6,545	7,600	4000	6,545	7,600	80	OK
5	24,075	30,836	6,523	8,032	4000	6,523	8,032	80	OK
4	17,552	22,804	6,249	7,973	4000	6,249	7,973	80	OK
3	11,303	14,831	5,487	7,131	4000	5,487	7,131	80	OK
2	5,816	7,700	4,049	5,319	4000	4,049	5,319	80	OK
1	1,767	2,381	1,767	2,381	3950	1,767	2,381	79	OK
0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	

Tabel 6. Simpangan Antar Lantai Negatif Model A

Simpangan Antar Lantai									
Lantai	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex}	δ_{ey}	δ_{ex}	δ_{ey}		Δ_x	Δ_y		
	mm	mm	mm	mm		mm	mm		
8	37,150	52,142	-0,80	2,919	5000	-0,80	2,919	100	OK
7	37,956	49,223	7,052	8,292	4000	7,052	8,292	80	OK
6	30,904	40,931	7,016	8,621	4000	7,016	8,621	80	OK
5	23,888	32,310	6,808	8,741	4000	6,808	8,741	80	OK
4	17,080	23,569	6,303	8,394	4000	6,303	8,394	80	OK
3	10,777	15,175	5,349	7,357	4000	5,349	7,357	80	OK
2	5,428	7,818	3,821	5,434	4000	3,821	5,434	80	OK
1	1,607	2,384	1,607	2,384	3950	1,607	2,384	79	OK
0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	

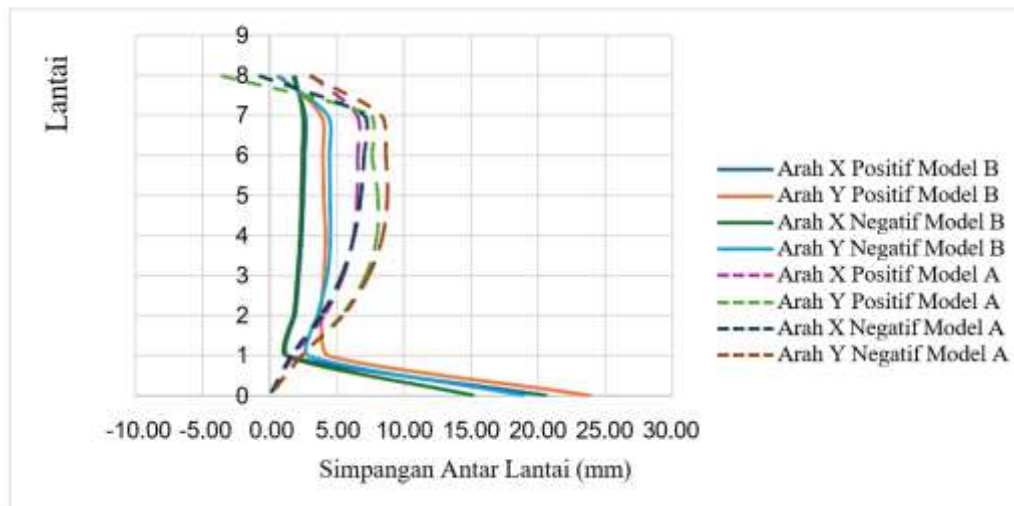
Tabel 7. Simpangan Antar Lantai Positif Model B

Simpangan Antar Lantai									
Lantai	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex}	δ_{ey}	δ_{ex}	δ_{ey}		Δ_x	Δ_y		
	mm	mm	mm	mm		mm	mm		
8	56,95	52,88	2,57	0,74	5000	1,71	0,74	750	OK
7	54,38	52,14	3,97	3,84	4000	2,65	3,84	600	OK
6	50,41	48,30	3,91	3,96	4000	2,61	3,96	600	OK
5	46,50	44,34	3,78	4,03	4000	2,52	4,03	600	OK
4	42,72	40,32	3,60	4,16	4000	2,40	4,16	600	OK
3	39,11	36,16	3,27	4,04	4000	2,18	4,04	600	OK
2	35,85	32,12	2,85	3,84	4000	1,90	3,84	600	OK
1	33,00	28,27	1,95	4,30	3950	1,30	4,30	593	OK
0	31,05	23,97	31,05	23,97	0	20,70	23,97	0	
-1	0,00	0,00	0,00	0,00					

Tabel 8. Simpangan Antar Lantai Negatif Model B

Simpangan Antar Lantai									
Lantai	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex}	δ_{ey}	δ_{ex}	δ_{ey}		Δ_x	Δ_y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
8	47,49	48,08	2,84	0,53	5000	1,89	0,53	750	OK
7	44,64	47,55	3,69	4,33	4000	2,46	4,33	600	OK
6	40,95	43,22	3,64	4,45	4000	2,43	4,45	600	OK
5	37,31	38,77	3,54	4,49	4000	2,36	4,49	600	OK
4	33,77	34,28	3,39	4,53	4000	2,26	4,53	600	OK
3	30,38	29,75	3,08	4,30	4000	2,05	4,30	600	OK
2	27,31	25,45	2,65	3,56	4000	1,77	3,56	600	OK
1	24,65	21,89	1,75	2,83	3950	1,17	2,83	593	OK
0	22,90	19,06	22,90	19,06	0	15,27	19,06	0	
-1	0,00	0,00	0,00	0,00					

Tabel 8 dan Tabel 9 menunjukkan terjadinya penurunan simpangan antar lantai pada struktur model B dimana simpangan antar lantai maksimum pada model ini tereduksi menjadi 4,53 mm pada lantai 4 arah Y. Gambar 20 memperlihatkan visualisasi simpangan antar lantai yang terjadi pada kedua model. Kurva model A terlihat melengkung yang berarti struktur bertranslasi secara bertahap dari dasar hingga ke atap. Sedangkan kurva model B simpangan antar lantai pada struktur atas terlihat hampir seperti garis lurus vertikal yang mengindikasikan pergerakan struktur seragam dari lantai dasar hingga lantai atap menunjukkan keamanan yang lebih tinggi daripada struktur model A.



Gambar 20. Grafik Simpangan Antar Lantai Model A dan Model B

4. Kesimpulan

Pengaplikasian sistem LRB terbukti efektif membatasi transfer gaya inersia seismik ke komponen struktur atas, yang dibuktikan dengan reduksi gaya geser dasar sebesar 43,546% pada arah X (dari 4.403,34 kN menjadi 2.485,91 kN) dan 43,542% pada arah Y (dari 4.403,34 kN menjadi 2.486,02 kN). Selain itu, sistem isolasi LRB secara fundamental memberikan perlindungan tambahan yang dibuktikan dengan penurunan perpindahan lateral absolut dari 56,945 mm pada model A menjadi 25,896 mm pada model B. Penambahan LRB pada struktur berdinding geser juga mempengaruhi simpangan maksimum antar lantai, di mana nilai sebesar 8,741 mm pada model A berhasil direduksi menjadi 4,53 mm pada model B.

Validasi pemodelan dilakukan melalui perbandingan luasan kurva histeresis antara perhitungan manual dan hasil pemodelan ETABS. Luasan kurva histeresis yang dihitung secara manual menghasilkan nilai 513,13 kN.mm, sedangkan hasil pemodelan ETABS menunjukkan nilai 528,79 kN.mm. Selisih sebesar 3,05% di antara keduanya mengindikasikan bahwa pemodelan LRB pada ETABS telah dilakukan dengan tingkat akurasi yang memadai dan dapat diterima secara teknis.

5. Referensi

- [1] Badan Standardisasi Nasional, 2019. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan*. SNI 2847:2019. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, 2019. *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. SNI 1726:2019. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, 2020. *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. SNI 1727:2020. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Kencanawati, Ni Nyoman Hariyadi dan Syamsul Wathoni, 2020. Kajian Parameter Desain Seismik Pada Gedung Dengan Isolasi Dasar (Base Isolation) Tipe Lead Rubber Bearing. *Spektrum Sipil*, 7(1), pp.51–60.
- [5] Nursani Rosi, dan Dheni Elyana Noor. 2023. Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* Vol. 08 No. 02.
- [6] Pah, Jusuf J. S., Andrianus Tae, dan Tri M. W. Sir. 2023. Studi Keefektifan Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan Tingkat Tinggi Dengan Menggunakan Analisis Dinamik *Time History* Dalam Mengurangi Simpangan Struktur. *JUTEKS - Jurnal Teknik Sipil* Vol. VIII No. II, 108-114.
- [7] Subaga, Muhammad Ramdhan., Hendra Garnida, dan Muhamad Ryanto. 2022. Analisis Perilaku Struktur Gedung 15 Lantai dengan Pengaku Dinding Geser (Shear Wall) Tipe Side Wall terhadap Beban Gempa Rencana Berdasarkan SNI Gempa 1726:2012. *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)* Vol 2 No 1.
- [8] Winardo, Hoka., dan Emilia Kadreni. 2025. Analisis Gempa terhadap Respon Struktur *Irregular Building* Menggunakan *Lead Rubber Bearing* dengan Metode *Time History*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat* Vol. 5, No. 1, 12-22.

- [9] Windah, Reky Stenly. 2011. Penggunaan Dinding Geser sebagai Elemen Penahan Gempa pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* Vol. 1, No. 2, 151-155.
- [10] Kompas.com. 2022. "Apakah di Kalimantan Pernah Terjadi Gempa? Ini Penjelasan BMKG". *Kompas.com*. Diakses 23 Maret 2025. <https://lipsus.kompas.com/pameranotomotifnasiona12024/read/2022/11/24/120000865/apakah-di-kalimantan-pernah-terjadi-gempa-ini-penjelasan-bmkg?page=all>
- [11] Harmoko, Slamet. 2025. "Katingan Diguncang Gempa Tektonik, Desa Inilah yang Paling Merasakan Getarannya". *Radarsampit*. Diakses 25 April 2026. <https://radarsampit.jawapos.com/radar-utama/2504280019/katingan-diguncang-gempa-tektonik-desa-inilah-yang-paling-merasakan-getarannya>
- [12] Effendi, Fadlan., Wesli, Yovi Chandra, dan Said Jalalul Akbar. 2017. Studi Penempatan Dinding Geser terhadap Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung. *Teras Jurnal* Vol. 7, No. 2. <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v7i2.133>.
- [13] Wiryadi, I Gede Gegiranang., I Made Sastra Wibawa, dan I Putu Jaya Kusuma. 2022. Analisis dan Perilaku Dinamis Struktur Gedung A Fakultas Ekonomi Universitas Udayana Akibat Beban Gempa Riwayat Waktu. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik* Vol. 11 No. 01. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jikt>.