

Analisa Keefektifan Penempatan Lokasi Peredam Gempa pada Bangunan Rumah Susun di Jakarta

Sri Kustoyo Raharjo¹, Pio Ranap Tua Naibaho²

^{1, 2} Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa
Email: kustoyo91@gmail.com; pioranaptua@jagakarsa.ac.id

ABSTRAK

Peredam gempa pada suatu gedung berfungsi untuk mengurangi deformasi lateral yang dapat mengakibatkan kegagalan pada bangunan gedung, serta untuk menambah kelaikan fungsi kehandalan gedung. Saat ini, telah tersedia berbagai model dan jenis inovasi peredam gempa seperti *natural rubber base isolator*, *HDRB (High Damping Rubber Bearing)*, *Fluid Viscous Damper (FVD)*, dan *Tuned Mass Damper*. *High Damping Rubber Bearing* adalah base isolator jenis elastomeric bearing yang menggunakan karet untuk meredam gaya gempa yang terjadi pada struktur bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi efektifitas penempatan peredam gempa jenis HDRB pada bangunan gedung rumah susun yang berlokasi di kota Jakarta, dengan menggunakan program bantu Program Etabs 20, sehingga penentuan lokasi peredam gempa dapat dianalisa secara tepat. Dari penelitian ini diperoleh hasil besar pengurangan pengaruh gempa pada suatu gedung dengan pemakaian peredam HDRB pada semua kolom adalah sebesar 81.16%, dari 21.882 mm menjadi 4.122 mm, serta pada kombinasi penggunaan peredam pada perletakan jepit, menjadi 18.70% dengan simpangan 17.791 mm. Dapat disimpulkan bahwa dalam penempatan peredam gempa dapat efektif diterapkan pada satu gedung untuk menanggulangi gaya gempa bumi dan menambah kehandalan sruktur bangunan.

Kata Kunci: *Base Isolator, High Damping Rubber Bearing (HDRB), Peredam Gempa, Simpangan Lateral.*

ABSTRACT

Seismic damping devices in buildings function to reduce lateral deformations that may lead to structural failure, while also enhancing the serviceability and reliability of the structure. Currently, various models and innovative types of seismic dampers have been developed, such as natural rubber base isolators, High Damping Rubber Bearings (HDRB), Fluid Viscous Dampers (FVD), and Tuned Mass Dampers. HDRB is a type of elastomeric base isolator that utilizes rubber materials to dissipate seismic forces acting on a structure. This study aims to evaluate the effectiveness of HDRB seismic damper placement in a multi-story residential building located in Jakarta, using the ETABS 20 software as an analytical tool to accurately determine optimal damper configurations. The results indicate that the use of HDRB installed on all columns reduces seismic response by 81.16%, decreasing lateral displacement from 21.882 mm to 4.122 mm. Meanwhile, a configuration combining dampers at fixed supports achieves a reduction of 18.70%, resulting in a displacement of 17.791 mm. It can be concluded that the strategic placement of HDRB seismic dampers can be effectively implemented in buildings to mitigate earthquake-induced forces and improve overall structural reliability.

Key words: *Base Isolator, High Damping Rubber Bearing (HDRB), Damper, Lateral Displacement.*

Submitted: 25 Februari 2026	Reviewed: 15 April 2026	Revised: 05 Mei 2026	Published: 01 Agustus 2026
---------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------

PENDAHULUAN

Peredam gempa pada suatu gedung berfungsi untuk mengurangi deformasi lateral yang dapat mengakibatkan kegagalan pada bangunan gedung, serta untuk menambah kelaikan fungsi kehandalan gedung. Banyak cara yang telah diterapkan untuk meminimalisir kerusakan akibat gempa bumi. Jepang sebagai salah satu negara terdepan dalam teknologi, telah mengaplikasikan salah satu teknologi tahan gempa yakni penggunaan kontrol pada struktur bangunan untuk mereduksi respon dinamik yang diakibatkan oleh beban seismik (gempa bumi). Saat ini, telah tersedia berbagai model dan jenis inovasi peredam gempa seperti *Natural Rubber Base Isolator* (Suryawinata et al., 2022; Wijaya & Kusumawati, 2021), *High*

Damping Rubber Bearing (HDRB) (Sierra et al., 2019), *Fluid Viscous Damper (FVD)*, (Surya & Wijanto, 2019; Zhu et al., 2023), dan *Tuned Mass Damper* (Suryadi et al., 2021).

High Damping Rubber Bearing adalah *base isolator* jenis *elastomeric bearing* yang menggunakan karet untuk meredam gaya gempa yang terjadi pada struktur bangunan. Pada saat gaya angin atau gempa skala kecil terjadi, gedung dengan sistem HDRB tidak akan berdeformasi secara signifikan (Fakrunnisa & Hayu, 2022). Hal ini dikarenakan nilai kekakuan awal sistem HDRB yang tinggi. Jika skala gempa yang terjadi meningkat, maka sistem dengan otomatis akan mengendurkan kekakuannya sehingga dapat meningkatkan periode natural struktur bangunan

(Tsiavos et al., 2020). Ketika nilai regangan gesernya sudah mencapai 250 – 300%, kekakuan horizontal akan meningkat kembali akibat *hardening effect*. Hal ini berfungsi agar deformasi struktur tidak melebihi batas maksimum yang telah direncanakan. (Budiono & Setiawan, 2014) Penempatan peredam gempa biasanya berada di dasar bangunan tepatnya dipasang diantara fondasi dan kolom, akan tetapi variasi penempatan lain pun bisa digunakan karena ada faktor lain yang bisa dipertimbangkan, seperti kurangnya lahan yang akan digunakan dan pertimbangan arsitektural, fungsi struktur yang akan digunakan. Penggunaan isolator pada struktur gedung bisa mereduksi perpindahan lantai hingga 30%. Adanya pengurangan perpindahan lantai ini bisa juga dijadikan dasar untuk mengurangi kekakuan struktur gedung. (Suryawinata et al., 2022) Untuk gaya gempa yang terjadi, struktur yang menggunakan isolator di dasar bangunan bisa dikurangi hingga 47% gaya yang tereduksi, dimana bisa mengurangi dimensi komponen struktur yang akan digunakan. (Gabriel, 2022; Tjokrohadi et al., 2024)

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi efektifitas penempatan peredam gempa jenis HDRB pada bangunan gedung rumah susun yang berlokasi di kota Jakarta, dengan menggunakan program bantu Program ETABS v.20, sehingga penentuan lokasi peredam gempa dapat dianalisa secara tepat.

Meskipun telah ada beberapa penelitian dan pengembangan terkait peredam gempa dengan jenis HDRB, masih diperlukan pemahaman lebih mendalam dan implementasi secara luas di berbagai jenis bangunan. Sehingga, penelitian ini berfokus pada:

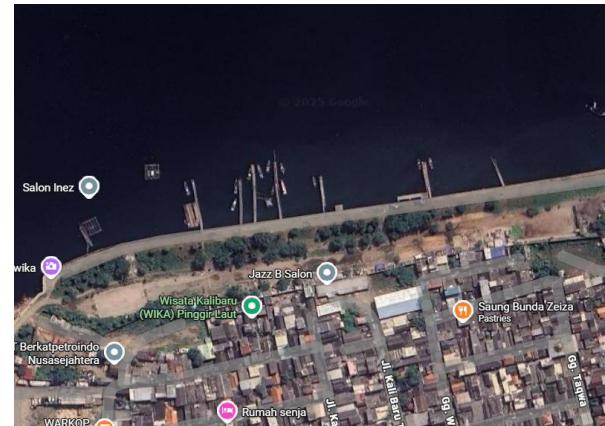
1. Kinerja Peredam Gempa yang ada
2. Pengembangan Metode Peredam Gempa Inovatif
3. Studi Kasus di Berbagai Jenis Bangunan

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Bangunan yang di tinjau adalah Rusun (rumah susun) lokasi di Cilincing Kalibaru Jakarta Utara Jumlah lantai 4, fungsi bangunan untuk tempat tinggal. Dengan kelas situs tanah adalah Tanah Lunak (SE).

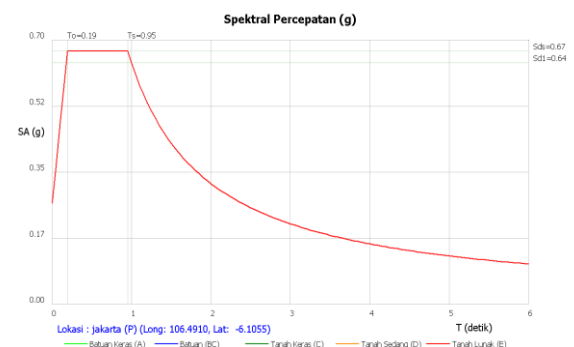
Spesifikasi Teknis *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) adalah Jenis HDRB 065X.6R D (diameter) 650 mm Kekakuan Awal 6.150 (kN/m) Kekakuan Efektif 1.040 kN/m, rasio redaman efektif 0.24, kondisi pembebanan sesuai dengan SNI, dimensi Kolom yang di tinjau adalah 500x500 mm.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



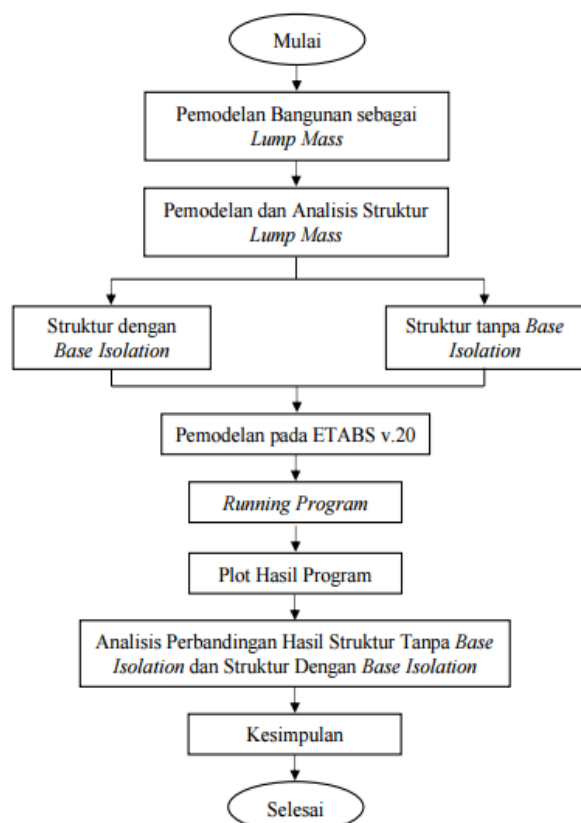
Gambar 2. Denah Site Plan Lokasi Gedung



Gambar 3. Respon Spektra Percepatan (g) Lokasi di Cilincing Kalibaru Jakarta Utara

Bagan alir penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pembahasan tugas ini secara umum, dapat diuraikan seperti pada **Gambar 4**.

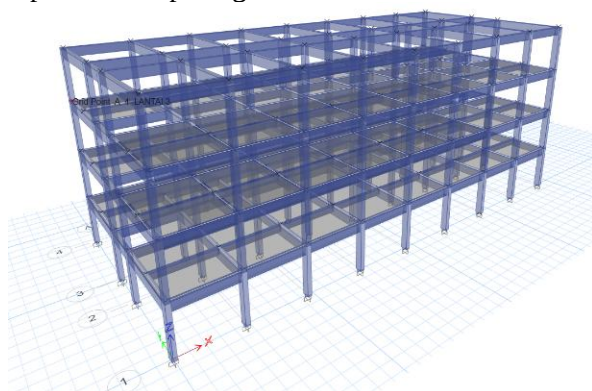


Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

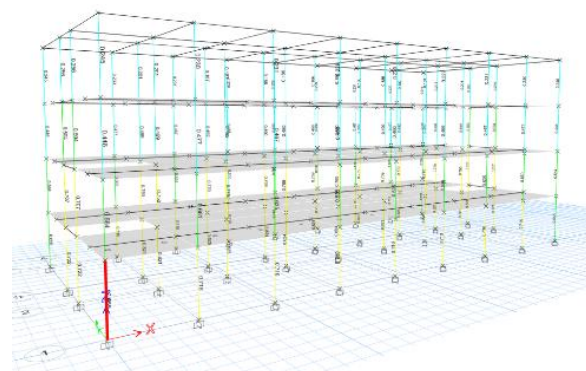
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi bangunan dengan perletakan jepit

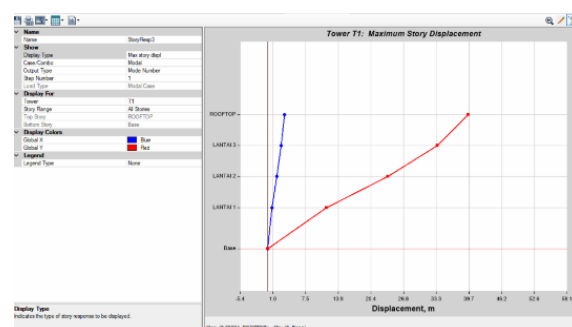
Keadaan struktur dalam kondisi fixed dalam kondisi yang masih utuh belum ada penambahan penambahan ke peredam gempa. Besarnya displacement yang terjadi pada struktur tersebut diperlihatkan pada gambar.



Gambar 5. Model 3D Struktur Gedung kalibaru pada ETABS v.20



Gambar 6. Hasil 3D Ratio Tulangan Setiap Elemen



Gambar 7. Keadaan Struktur Tanpa Peredaman

Pada kondisi eksisting, yaitu struktur tanpa peredam gempa, hasil *running* ETABS menunjukkan simpangan maksimum sekitar 40 mm. Nilai tersebut perlu diperiksa terhadap persyaratan simpangan antar tingkat izin agar dapat diketahui apakah respons lateral struktur masih berada pada batas yang diizinkan oleh peraturan.

Pemeriksaan Simpangan Maksimum Terhadap SNI 1726:2019

Pemeriksaan dilakukan dengan membandingkan simpangan maksimum hasil analisis terhadap batas simpangan antar tingkat izin. Mengacu pada SNI 1726:2019, simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_o). Untuk struktur gedung hunian dengan asumsi kategori risiko II, dan tinggi tingkat acuan $h_{sx} = 3,00$ m, batas izin dapat diambil sebesar $0,020 h_{sx}$.

$$\begin{aligned}\Delta_o &= 0,020 \\ h_{sx} &= 0,020 \times 3.000 \text{ mm} \\ &= 60 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tabel 1. Pemeriksaan Simpangan Maksimum Kondisi Eksisting Terhadap Batas Izin SNI 1726:2019

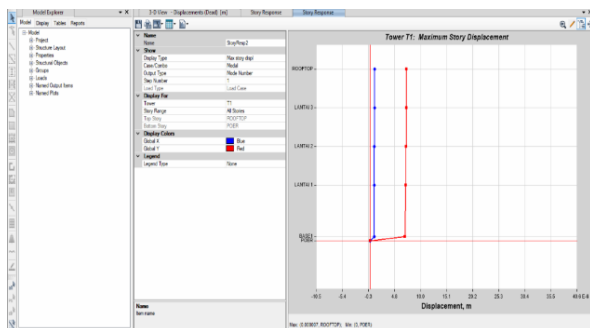
Uraian	Nilai / Keterangan
Simpangan maksimum hasil analisis	40 mm
Tinggi tingkat acuan, h_{sx}	3.000 mm
Batas izin SNI 1726:2019	$\Delta a = 0,020 h_{sx} = 60 \text{ mm}$
Rasio terhadap batas izin	66,67%
Status	Memenuhi, karena $40 \text{ mm} < 60 \text{ mm}$

Catatan: apabila kategori risiko bangunan atau tinggi antar tingkat aktual berbeda, batas izin harus diperbarui sesuai data final pemodelan.

Nilai 40 mm pada pemeriksaan ini diperlakukan sebagai simpangan maksimum untuk evaluasi awal, sedangkan evaluasi rinci sebaiknya tetap menggunakan *output story drift ETABS* pada setiap lantai.

Kondisi Peredaman HDRB Ditempatkan Pada Seluruh Kolom Bangunan

Analisis efektivitas peredaman dengan HDRB ditempatkan pada seluruh kolom bangunan, dapat diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

**Gambar 8.** Keadaan Struktur Dengan Alat HRDB Ditempatkan Pada Seluruh Kolom Bangunan

Pada konfigurasi HDRB di seluruh kolom, pengaruh gempa dapat disalurkan melalui sistem peredam yang dipasang pada bidang perletakan. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa peredam mampu mengurangi respons lateral struktur secara signifikan. Simpangan berkurang dari 21,882 mm pada kondisi acuan menjadi 4,122 mm, sehingga diperoleh pengurangan sebesar 81,16%. Penurunan simpangan ini menunjukkan bahwa penempatan HDRB pada seluruh kolom memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan kinerja lateral bangunan.

Kondisi Peredaman HDRB Dikombinasikan Dengan Perletakan Jepit

Perbandingan efektivitas antar konfigurasi dilakukan dengan menggunakan simpangan kondisi tanpa peredam sebagai acuan. Persentase reduksi dihitung dengan persamaan:

$$\text{Reduksi (\%)} = \left[\frac{(\Delta_{\text{acuan}} - \Delta_{\text{skenario}})}{\Delta_{\text{acuan}}} \right] \times 100 \quad (1)$$

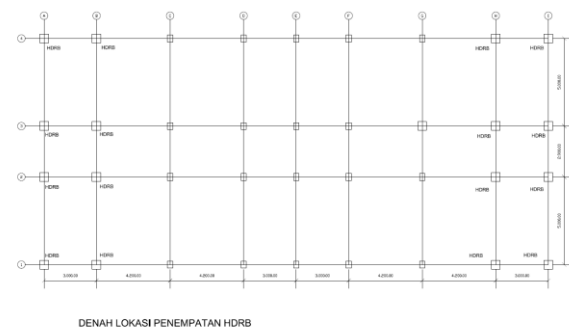
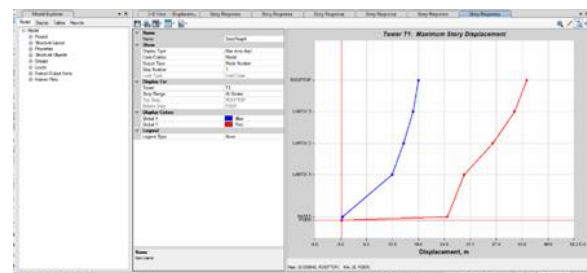
Hasil rekapitulasi ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Efektivitas Penempatan HDRB

Kondisi	Simpangan (mm)	Reduksi
Tanpa peredam / jepit	21.882	0.000 mm (0.00%)
HDRB seluruh kolom	4.122	17.760 mm (81.16%)
HDRB + jepit	17.791	4.091 mm (18.70%)

Berdasarkan **Tabel 2**, konfigurasi HDRB pada seluruh kolom memberikan kinerja paling efektif karena mampu menurunkan simpangan lebih dari 80%. Konfigurasi kombinasi tetap memberikan penurunan simpangan, tetapi pengaruhnya lebih terbatas karena sebagian tumpuan masih bekerja sebagai perletakan jepit.

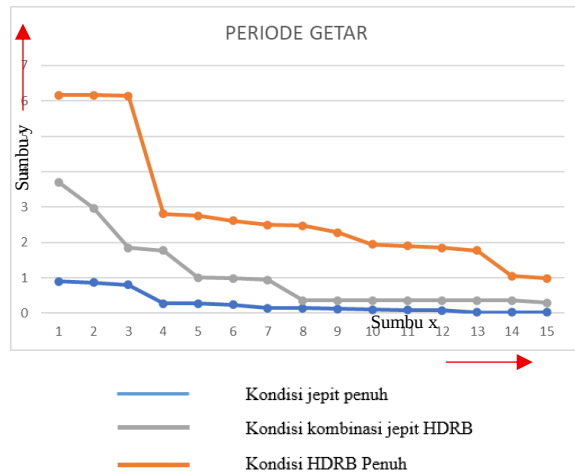
Analisis efektifitas peredaman dengan HDRB ditempatkan pada kombinasi perletakan jepit, dapat diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

**Gambar 9.** Denah Lokasi Keadaan Struktur Dengan Alat HRDB Dan Kombinasi Perletakan Jepit**Gambar 10.** Keadaan Struktur Dengan Alat HRDB Dan Kombinasi Perletakan Jepit

Pada konfigurasi kombinasi, HDRB tidak ditempatkan pada seluruh kolom, melainkan hanya pada elemen tertentu yang memerlukan isolasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan struktur menjadi 17,791 mm. Jika dibandingkan dengan kondisi acuan 21,882 mm, konfigurasi ini memberikan pengurangan sebesar 18,70%. Dengan demikian, penggunaan HDRB secara parsial tetap mampu menurunkan simpangan, namun efektivitasnya lebih rendah dibandingkan penempatan HDRB pada seluruh kolom.

Analisa mode partisipasi masa ratio (MPMR) dengan besaran periode getar alami

Besaran periode getar alami pada ketiga kondisi pemodelan ditampilkan pada **Gambar 11**. Keterangan sumbu-x dan sumbu-y ditambahkan untuk memperjelas pembacaan grafik, sehingga tren perubahan periode getar antar mode dapat dibandingkan secara lebih informatif.



Gambar 11. Hasil Analisa Mode Partisipasi Masa Dengan Besaran Periode Getar Alami Struktur dengan Ketiga Kondisi

Dari hasil pengamatan terhadap objek gedung, pada kondisi tanpa peredaman, menunjukkan periode getar mendekati periode getar alami gedung. Kondisi yang kedua dengan pemberian peredam gempa pada seluruh kolom atau perletakan kolom terhadap pondasi maka memberikan efek periode getar yang cukup besar. Sedangkan pada kondisi ke tiga, ada beberapa bagian yang masih diberikan kelonggaran artinya tidak diberikan peredam gempa ini menyebabkan gedung mengalami simpangan dan getaran yang cukup efektif artinya adanya perubahan itu akan memberikan efek terhadap kinerja gedung.

Efek dari penggunaan peredam ini yang tidak keseluruhan akan menyebabkan beberapa kombinasi yang bisa mengurangi kinerja gedung terhadap serangan gempa yang terjadi pada gedung tersebut. Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa ada beberapa kolom yang ada HDRB itu bisa bekerja dengan baik sehingga mengurangi besarnya simpangan yang terjadi pada kolom antar lantai. Akan tetapi jika ada Kolom yang masih mengalami kinerja penuh terhadap besarnya beban gempa itu ditopang penuh pada fondasi. Terhadap fenomena ini maka perlu adanya pemilihan ke efektifan dari penempatan peredam gempa tersebut terhadap beberapa kombinasi yang diberikan pada suatu gedung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, pemeriksaan simpangan maksimum 40 mm terhadap batas izin SNI 1726:2019 menunjukkan bahwa nilai tersebut masih memenuhi asumsi batas izin $\Delta_a = 60$ mm untuk tinggi tingkat acuan 3,00 m dan kategori risiko II. Dari rekapitulasi efektivitas, pemakaian HDRB pada seluruh kolom mampu mereduksi simpangan dari 21.882 mm menjadi 4.122 mm, atau sebesar 81.16%. Sementara itu, konfigurasi kombinasi HDRB dan perletakan jepit menghasilkan simpangan 17.791 mm dengan reduksi sebesar 18.70%. Dengan demikian, penempatan HDRB pada seluruh kolom merupakan konfigurasi yang paling efektif untuk meningkatkan kinerja lateral bangunan, menurunkan simpangan akibat gempa, dan menambah keandalan struktur bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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(3), 179–196. <https://doi.org/10.5614/JTS.2014.21.3.1>
- Fakrunnisa, I. A., & Hayu, G. A. (2022). Analisis Kinerja High Damping Rubber Bearing dan Lead Rubber Bearing pada Bangunan Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.19184/jrsl.v5i1.23527>
- Gabriel, G. (2022). Perbandingan Pengaruh High Damping Rubber Bearing dan Lead Rubber Bearing terhadap Kinerja Struktur. *Praxis: Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat Dan Jejaring*, 4(2), 158–166. <https://doi.org/10.24167/PRAXIS.V4I2.4420>
- Sierra, I. E. M., Losanno, D., Strano, S., Marulanda, J., & Thomson, P. (2019). Development and experimental behavior of HDR seismic isolators for low-rise residential buildings. *Engineering Structures*, 183, 894–906. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.037>
- Surya, F., & Wijanto, S. (2019). Desain Fluid Viscous Damper Pada Bangunan Struktur Baja Enam Lantai. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(1), 113–116. <https://doi.org/10.25105/psia.v1i1.5928>
- Suryadi, D., Ridlo, M. R., Daratha, N., & Agustian, I. (2021). Pengaruh Tuned Mass Damper (TMD) terhadap Respons Getaran pada Struktur Bangunan. *Semesta Teknika*, 24(2), 84–92.

- <https://doi.org/10.18196/ST.V24I2.12727>
 Suryawinata, F. A., Tirtosugondo, T. F., Ghewa, G., Widiyanto, D., & Hartanto, D. (2022). Pengaruh Penggunaan High Damper Rubber Bearing pada Gedung Bertingkat Ditinjau terhadap Level Kinerja Struktur dengan Metode Analisis Time History (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Hotel). *G-Smart*, 6(2), 82–93.
<https://doi.org/10.24167/GSMART.V6I2.4466>
- Tjokrohadi, A., Dewata, C. A. C., Ghewa, G. J. P., & Setiadi, B. (2024). Analisis Pengaruh Penggunaan High Damping Rubber Bearing (HDRB) terhadap Level Kinerja Struktur dengan Analisis Non-Linear Time History (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung X). *G-Smart*, 7(2), 81–89.
<https://doi.org/10.24167/gsmart.v7i2.10552>
- Tsiavos, A., Haladij, P., Sextos, A., & Alexander, N. A. (2020). Analytical Investigation of the Effect of a Deformable Cliding Layer on the Dynamic Response of Seismically Isolated Structures. *Structures*, 27, 2426–2436.
<https://doi.org/10.1016/J.ISTRUC.2020.08.016>
- Wijaya, U., & Kusumawati, E. (2021). Experimental Study of Two Stages on the Use of Local Rubber as Base Isolator for Dwelling Houses. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 132, 534–542.
https://doi.org/10.1007/978-981-33-6311-3_62
- Zhu, Z., Zhou, Y., Tan, Z., He, H., & Zhou, X. (2023). Application of tuned viscous mass damper isolation systems for equipment-induced vibration control of industrial buildings. *Structures*, 51, 1934–1943.
<https://doi.org/10.1016/J.ISTRUC.2023.03.112>