

LAMPIRAN

L 1. Letter of Acceptance (LoA) Jurnal



LETTER OF ACCEPTANCE (LoA)

Nomor. 58054/JUTIN/TIN-FT/UPTT/V/2026

Dewan penyunting Jurnal JUTIN telah menerima artikel,

Nama : Aris Fiatno, M.T
Jabatan : Editor in Chief Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)
Institusi : Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
Terindeks : Google Scholar, Portal Garuda, Crossref, SINTA (Grade 5)

Dengan ini menerangkan bahwa artikel dengan judul :

Analisis Perilaku Seismik Struktur Beton Bertulang dengan Sistem *Base Isolation* HDRB pada Gedung 6 Lantai di Surabaya

Nama : Mohamad Dicky Saputra¹, Bantot Sutiriono²
Asal Instansi : ⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Menyatakan bahwa artikel tersebut **telah diproses** sesuai Prosedur Penulisan dan **akan publish** pada **Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)** Volume 9 Nomor 2 Tahun 2026.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan harap dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Bangkinang, 5 Mei 2026
Yang membuat pernyataan



L 2. Bukti Presentase Plagiarism Jurnal

0_JurnalMohamadDickySaputrarev.3-kTIs1AMX.pdf

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	journal.universitaspahlawan.ac.id Internet	121 words — 3%
2	ejournal.unida-aceh.ac.id Internet	120 words — 3%
3	repository.untag-sby.ac.id Internet	81 words — 2%
4	repo.bunghatta.ac.id Internet	37 words — 1%
5	global.oup.com Internet	32 words — 1%
6	ejurnal.untag-smd.ac.id Internet	30 words — 1%
7	www.researchgate.net Internet	26 words — 1%
8	journal.unilak.ac.id Internet	25 words — 1%
9	eproceeding.itenas.ac.id Internet	23 words — 1%
10	repository.itk.ac.id Internet	22 words — 1%

L 3. Lembar Korespondensi Jurnal

Periode : Gasal/Genap th.....

LEMBAR PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Nama	:	Mohamad Dicky Saputra																
NBI / NIM	:	143 2200132																
Nomor WA	:	08810262 66103																
Email	:	1432200132@sirel.untag-sb.ac.id																
Judul Publikasi	:	Analisis perilaku seismik struktur beton bertulang dengan sistem base isolation (HDB) pada gedung 6 lae																
Pemilihan Publikasi	:	<table border="0"> <tr> <td>Seminar Nasional</td> <td>☐</td> <td>Seminar Internasional</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Jurnal Nasional Terindeks</td> <td>☐</td> <td>S5 ☐</td> <td>S4 ☒ S3 ☐ S2 ☐</td> </tr> <tr> <td>Jurnal Internasional</td> <td>☐</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Media Massa</td> <td>☐</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Seminar Nasional	☐	Seminar Internasional	☐	Jurnal Nasional Terindeks	☐	S5 ☐	S4 ☒ S3 ☐ S2 ☐	Jurnal Internasional	☐			Media Massa	☐		
Seminar Nasional	☐	Seminar Internasional	☐															
Jurnal Nasional Terindeks	☐	S5 ☐	S4 ☒ S3 ☐ S2 ☐															
Jurnal Internasional	☐																	
Media Massa	☐																	

PUBLIKASI SEMINAR

Tema/Judul Seminar	:	
Jenis Seminar	:	(Nasional/Internasional)
Judul Paper	:	
Tanggal Pelaksanaan	:	
Penyelenggara	:	

PUBLIKASI JURNAL ILMIAH

Nama Jurnal	:	Analisis Perilaku Seismik Struktur Beton Bertulang
ISSN	:	2620 - 8962
Tahun	:	2026
Volume	:	-
Nomor	:	
Penerbit	:	Mohamad Dicky Saputra
DOI	:	10.31004/jutin.vix.xx
Nama Penulis	:	1. Mohamad Dicky Saputra
		2. Bahet Sutrisno
		3.
		4.

PUBLIKASI MEDIA MASSA

Nama Media Massa	:	
Link Publikasi Media Massa	:	
Tanggal Terbit	:	

LEMBAR BIMBINGAN PUBLIKASI ILMIAH

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	30/26 104	- Ref Tambahkan Referensi tiap hari / - Revisi penulisan	
2.	2/26 105	- Revisi Penulisan Dapus	
3.		Xcc	

Disetujui oleh,
Koordinator Publikasi Tugas Akhir



Ir. Nurul Rochmah, ST., MT, MSc

L 4. Bukti Presentase Plagiarism Tugas Akhir

0_TURNITIN-REV.6-PROPOSAL-TA-FORMAT-V39SDfRA.pdf

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet	1138 words — 3%
2	repository.unissula.ac.id Internet	1061 words — 3%
3	repository.unidha.ac.id Internet	844 words — 2%
4	dspace.uui.ac.id Internet	326 words — 1%
5	e-journal.uaajy.ac.id Internet	323 words — 1%
6	eprints.upj.ac.id Internet	302 words — 1%
7	www.slideshare.net Internet	282 words — 1%
8	repository.ummat.ac.id Internet	248 words — 1%
9	ejurnal.its.ac.id Internet	241 words — 1%

L 5. Lembar Bimbingan & Persetujuan Sidang Tugas Akhir



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR BIMBINGAN & PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
Periode Semester Genap 2025/2026

Nama	: Mohamad Dicky Saputra	
NIM	: 1432200132	
Alamat Rumah/Kost	: RT. 27 RW. 12 Ds Ngadirenggo Kec. Pogalan Kab. Trenggalek	
Nomor HP/Whatsapp	: 0881026266103	
Dosen Pembimbing 1	: Ir. Bantot Sutriono M.Sc	
Dosen Pembimbing 2	: -	
Tanggal Pembekalan TA	:	
Publikasi Artikel Ilmiah		Paraf Koor TA
Nama Jurnal/Seminar	: Jurnal Teknik Industri Tologi	
Link Jurnal	:	
Tanggal Publish	:	

Judul Tugas Akhir:

**ANALISIS PENGARUH BASE ISOLATION JENIS HDRB TERHADAP KINERJA GEDUNG
 PERKANTORAN 6 LANTAI SURABAYA MENGGUNAKAN ETABS**

Dosen Pembimbing 1



(Ir. Bantot Sutriono M.Sc)

Dosen Pembimbing 2

(Kosongkan Bila tidak ada pembimbing ke 2)

(Nama Dosen Pembimbing 2)

Persetujuan Koordinator TA



(Dr. Ir. Dika Ayu Safitri, ST., MT., Ph.D)

Keterangan :

1. Bimbingan **WAJIB** dilakukan minimal 2 minggu sekali
2. Mahasiswa **WAJIB** sudah melakukan bimbingan dan publikasi jurnal / seminar nasional / internasional yang terakreditasi
3. Segala bentuk pelanggaran dapat dikenakan sanksi dari Program Studi Teknik Sipil Untag Surabaya

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Sipil



 (Ir. Michella Beatrix, ST., MT.)

[illegible]

L7



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Minggu	No	Tanggal	Uraian Perbaikan / Konsultasi	Paraf Dosen Pembimbing
Ke - 9 dan 10 Perkuliahan	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
Ke - 11 dan 12 Perkuliahan	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
Ke - 13 dan 14 Perkuliahan	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
Ke - 15 Perkuliahan	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	
	26	17/10/20	1. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 2. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram 3. paragraf 2.06 III terkait dengan penjelasan diagram	

[illegible]

L 6. Lembar Revisi Sidang Seminar Hasil



Lampiran 2

**PROGRAM STUDI SI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya 60118
Homepage : www.sipil.untag-sby.ac.id Email : sipil@untag-sby.ac.id

**PERINTAH REVISI SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GASAL 2025/2026**

Yang bertandatangan di bawah ini, Dosen Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir (TA) pada tanggal Rabu, 14 Januari 2026 dari Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil :

Nama Mahasiswa : Mohamad Dicky Saputra
NBI/NIM : 1432200132

Memerintahkan untuk memperbaiki Proposal Tugas Akhir (TA) Sebagai berikut :

No	URAIAN PERBAIKAN	PARAF DOSEN (setelah perbaikan)
	<u>Latar Belakang</u> masalah gedung tahan gempa dg laju gempa apa? <u>permasalahan</u> → kelebihan HDBB apa? masalah Y Lantai 6 → apakah efektif y base isolator? } Bab 2 → kete Teori Hg pushover? 28/1 '26 tabel kategori kinerja? ✓ Pk. Bab 3 → jelaskan sistem struktur apa! — mengasumsikan prelin dg ✓ sama antara fixed based dan based 1 isolator	

Dari seminar Proposal Tugas Akhir yang telah dilakukan maka proposal dinyatakan dapat:

- ☒ : Dilanjutkan / Diterima dengan perbaikan
☐ : Dilakukan seminar proposal TA ulang
☐ : Ganti judul / metode / topik proposal TA

(Dosen Penguji dapat memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang tersedia)

Surabaya, 14 Januari 2026
Penguji,

**Ir. Retno Trimurtiningrum, S.T.,
M.T.**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya 60118
Homepage : www.sipil.untag-sby.ac.id Email : sipil@untag-sby.ac.id

**PERINTAH REVISI SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GASAL 2025/2026**

Yang bertandatangan di bawah ini, Dosen Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir (TA) pada tanggal **Rabu, 14 Januari 2026** dari Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil :

Nama Mahasiswa : **Mohamad Dicky Saputra**
NBI/NIM : **1432200132**

Memerintahkan untuk memperbaiki Proposal Tugas Akhir (TA) Sebagai berikut :

No	URAIAN PERBAIKAN	PARAF DOSEN (setelah perbaikan)
	- judul Fix base dan HDRB - abstrak hapus hasil analisis karena bukan penelitianmu - Ubah latar blog font - Lambatla permodelan HDRB di Software - flowchart Ubah jd fix based - perbaiki daftar pustaka	 22/1/26

Dari seminar Proposal Tugas Akhir yang telah dilakukan maka proposal dinyatakan dapat:

- ☒ : Dilanjutkan / Diterima dengan perbaikan
☐ : Dilakukan seminar proposal TA ulang
☐ : Ganti judul / metode / topik proposal TA

(Dosen Penguji dapat memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang tersedia)

Surabaya, 14 Januari 2026
Penguji,



**Ir. Nurul Rochmah, S.T., M.T.,
M.Sc.**



PROGRAM STUDI SI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

Lampiran 2

Jl. Semolowaru No. 45, Surabaya 60118
Homepage : www.sipil.untag-sby.ac.id Email : sipil@untag-sby.ac.id

**PERINTAH REVISI SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GASAL 2025/2026**

Yang bertandatangan di bawah ini, Dosen Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir (TA) pada tanggal Rabu, 14 Januari 2026 dari Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil :

Nama Mahasiswa : Mohamad Dicky Saputra
NBI/NIM : 1432200132

Memerintahkan untuk memperbaiki Proposal Tugas Akhir (TA) Sebagai berikut :

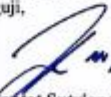
No	URAIAN PERBAIKAN	PARAF DOSEN (setelah perbaikan)
1.	Abstrak paragraf 3 dimasukkan ke TA. ✓	 Acc. 24/01/26
2.	Ubah font mendeley (settle). ✓	
3.	vs orifin dimalama. ✓	
4.	bahas parameter yang menurun juga selanjutnya naik ✓	
5.	gambar 2.1 di pengelas. ✓	
6.	Tabel 2.2 → apakah ada di FEMA / ASCE / ACI ✓	
7.	Data tanah ?	
8.	ATE 40 ? Praker ? Data sekunder ?	
	- HDRE apakah ada case di tahun 6? - - Urgensi gedung di Surabaya pakai HDRE? - - Sistem rambu? -	

Dari seminar Proposal Tugas Akhir yang telah dilakukan maka proposal dinyatakan dapat:

- ☒ : Dilanjutkan / Diterima dengan perbaikan
☐ : Dilakukan seminar proposal TA ulang
☐ : Ganti judul / metode / topik proposal TA

(Dosen Penguji dapat memberikan tanda centang (✓) pada kotak yang tersedia)

Surabaya, 14 Januari 2026
Penguji,


Ir. Ratot Sutrisno M.Sc.

L 7. Artikel Media Massa

Buildings in Surabaya



Mohamad Dicky Saputra · 2 min read · May 11, 2026



SURABAYA — Recent research has highlighted the effectiveness of base isolation technology in fortifying buildings against seismic activity in the Surabaya region. The study, titled “*Comparative Analysis of HDRB Base Isolation vs. Fixed Base on the Performance Level of a 6-Story Office Building,*” demonstrates that implementing High Damping Rubber Bearing (HDRB) systems provides a significantly higher safety margin compared to conventional fixed-base structures.



Key highlights from the analytical findings include:

- **Elevated Performance Levels:** While fixed-base structures typically reach

to immediate occupancy (IO). This ensures the structure remains safe and functional for immediate use following a significant earthquake.

- **Substantial Base Shear Reduction:** The research indicates that HDRB systems can reduce the base shear forces acting on the superstructure by over 50%. This is achieved through the isolator's ability to dissipate seismic energy before it reaches the building's primary structural components.
- **Effective Inter-story Drift Control:** Analysis reveals that HDRB effectively minimizes inter-story drift by 70% to 80%. This reduction is critical for preventing non-structural damage, such as glass breakage or wall cracking, which often accounts for high repair costs after seismic events.
- **Relevance for Surabaya's Geography:** Given Surabaya's proximity to the active Kendeng Fault, HDRB technology offers a vital solution for medium-rise office buildings to ensure business continuity and life safety.

The study utilized ETABS modeling software and adhered to the latest national seismic standards, SNI 1726:2019, to ensure accurate predictions of seismic behavior. These findings serve as a valuable reference for civil engineering practitioners and property developers in designing more resilient urban infrastructure.

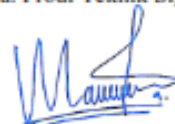


Base isolation technology like HDRB offers more than just life safety; it ensures business continuity. For mid-rise office buildings (6 stories), the investment in base isolators can be offset by optimizing the dimensions of structural elements (such as columns and beams), as the seismic load is significantly mitigated right at the foundation level.

L 8. Artikel Media Massa

Nama	NPP/NBI	Struktur Panitia
Ryan Marya Rachmawan Putra	(1432200076)	Sie Perlengkapan
Rifky Darmawan	(1432200109)	
Alfina Jana Vian Duri	(1432100132)	
M Fais Hidayatulloh	(1432200058)	
Mochammad Adi Prasetyo	(1432200067)	
Mohamad Dicky Saputra	(1432200132)	
Fitriyanti Cahya Ningrum	(1432200117)	Sie Konsumsi
Arfi Wahyu Pratama	(1432200098)	
Ahmad Choirun Nidak	(1432200021)	
Andra Satria Pratama	(1432200004)	
Miftakul Huda	(1432200005)	
Rajib Rizkul Hidavatullah	(1432200047)	
Aldi Bayu Winata	(1432500026)	Sie Keamanan
Conrad Esguerra Jordy Beoang	(1432000057)	
Adrian Setvo Nugroho	(1432200070)	
iqbal hayes gavrela	(1432100083)	
Dzaki Arif Fikri	(1432000006)	
Mahmud Dwi wardoyo	(1432200041)	
Handy Surya S	(1432200038)	

Surabaya, 18 Mei 2026
Ka. Prodi Teknik Sipil



Ir. Michella Beatrix, ST., MT
NPP. 2043F.15.0660

L 9. Spesifikasi HDRB

High Damping Rubber Bearing (HDR)

Seismic isolation material certification number by Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan
MVBR-0516 (XO.3R Series) Acquired in December 2014
MVBR-0510/MVBR-0519 (XO.4S Series) Acquired in December 2014
MVBR-0514/MVBR-0520 (XO.6R Series) Acquired in December 2014

●Product Dimension

Physical Dimensions	Characteristics		Sectional View	
	Outer diameter	: D_o (mm)		

●Rubber Material

Notation of rubber kind (standard temperature 20°C standard strain $\gamma = 100\%$)

Compound name	Rubber code	Shear modulus G_{90} [N/mm ²]	Equivalent damping ratio H_{90}
X3R	XO.3R	0.300	0.17
X4S	XO.4S	0.392	0.24
X6R	XO.6R	0.620	0.24

Composition of rubber materials (weight ratio %)

	Rubber code	Natural rubber	Synthetic rubber	Filler, Reinforcement agent	Vulcanization agent and others
Inner Rubber	XO.3R	35 and above	15 and above	50 and below	
	XO.4S	35 and above	20 and above	45 and below	
	XO.6R	35 and above	25 and above	40 and below	
Cover rubber		40 and above	15 and above	40 and below	

Properties of rubber materials

Item	Tensile strength [N/mm ²]	Elongation at Break [%]	Hardness (JIS A)	100% modulus [N/mm ²]	Young's modulus E [N/mm ²]	Bulk modulus E_v [N/mm ²]	Correction factor for apparent Young's modulus according to hardness, k
Test Standard	JIS K6251	JIS K6251	JIS K6253	JIS K6251	—	—	—
Inner Rubber	XO.3R	7 and above	700 and above	34 ± 8	0.53 ± 0.2	4.0	1150
	XO.4S	7 and above	840 and above	37 ± 8	0.43 ± 0.2	6.2	1300
	XO.6R	8.5 and above	790 and above	53 ± 5	0.73 ± 0.2	7.6	1500
Cover rubber	12 and above	600 and above	—	—	—	—	—

●Steel Material

Steel material for each part

	Material
Reinforced steel plate	SS400 (JIS G 3101)
Flange ^{*1}	SS400 (JIS G 3101)
Connecting plate ^{*1}	SS400 (JIS G 3101)

*1: Optionally SM490A (JIS G 3106).

*2: Optionally special thickness other than standard thickness.

Anti-rust treatment of flange

Preparation	Remove rust up to blasting quality of SSPC-SP-10 (SIS Sa 2 1/2)
Primer	Zinc-rich paint 75 $\mu\text{m} \times 1$ coat
Middle coat	Epoxy resin paint 60 $\mu\text{m} \times 1$ coat
Finishing	Epoxy resin paint 35 $\mu\text{m} \times 1$ coat
Total film thickness	170 μm and above

*1: Standard color is gray.

*2: Other kinds of anti-rust treatment are also available. Please contact us for more details.

●Precautions

- For mid-storey isolation, fire resistant cover is necessary (according to JSSI provision, HS110X4S cannot apply any fire resistant cover). Please contact fire resistant cover manufacturer who are listed in the JSSI manufacturer list for more details. (http://www.jssi.or.jp/business/kigyos_detail/to-si-base.htm)
- There are two certification numbers for XO.4S, XO.6R due to difference of some manufacturing process. Although their properties values are the same, please fill the certification number as shown in the table on the right in the design documents.

	Rubber size $\phi 1000$ and below	Rubber size $\phi 1100$ and above
XO.4S	Both MVBR-0510/MVBR-0519	MVBR-0510 only
XO.6R	Both MVBR-0514/MVBR-0520	MVBR-0514 only

● Shear Properties

■ Equivalent shear stiffness K_{eq} , equivalent damping ratio H_{eq} , initial stiffness K_1 , post-yield stiffness K_2 , characteristic strength Q_d , Function giving ratio of characteristic strength to maximum shear force of a loop u

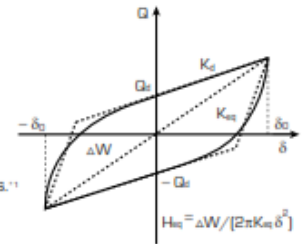
Shear properties of HDR is dependent on shear strain amplitude. The shear strain dependency of each property is expressed by the following equations.

● Rubber material XD.3R [0.1 ≤ γ ≤ 3.0]	$G_{eq}[\gamma] = 0.0255 \gamma^2 - 0.2213 \gamma^3 + 0.7283 \gamma^4 - 1.1028 \gamma + 0.8703$ $H_{eq}[\gamma] = -0.005 \gamma^2 + 0.015 \gamma^3 - 0.006 \gamma + 0.166$ $u[\gamma] = -0.0087 \gamma^2 + 0.0262 \gamma^3 - 0.0105 \gamma + 0.2720$
● Rubber material XD.4S [0.1 ≤ γ ≤ 2.7]	$G_{eq}[\gamma] = 0.054 \gamma^2 - 0.416 \gamma^3 + 1.192 \gamma^4 - 1.583 \gamma + 1.145$ $H_{eq}[\gamma] = -0.007 \gamma^2 + 0.020 \gamma^3 - 0.009 \gamma + 0.236$ $u[\gamma] = -0.0132 \gamma^2 + 0.0401 \gamma^3 - 0.0190 \gamma + 0.4001$
● Rubber material XD.6R [0.1 ≤ γ ≤ 2.7]	$G_{eq}[\gamma] = 0.620 \times [0.1364 \gamma^2 - 1.016 \gamma^3 + 2.903 \gamma^4 - 3.878 \gamma + 2.855]$ $H_{eq}[\gamma] = 0.240 \times [0.02902 \gamma^2 - 0.1804 \gamma^3 + 0.2364 \gamma + 0.9150]$ $u[\gamma] = 0.408 \times [0.03421 \gamma^2 - 0.2083 \gamma^3 + 0.2711 \gamma + 0.9028]$

Based on above equations, each shear properties shall be determined by the following equations.*1

Equivalent shear stiffness	: $K_{eq} = G_{eq} \cdot A/H$	Equivalent damping ratio	: $H_{eq} = \Delta W / [2 \pi \cdot K_{eq} \delta]$
Initial stiffness	: $K_1 = 10 \times K_2$		
Post-yield stiffness	: $K_2 = K_{eq} \{1 - u\}$		
Characteristic strength	: $Q_d = u \cdot K_{eq} \cdot H \cdot \gamma$		

*1: At standard condition only and shall be excluded when considering the properties variation.



■ Temperature dependency

Each shear properties shall be corrected to the value at standard temperature of 20°C by the following equations.

(Applicable range: -10 ≤ T ≤ 40°C) (T : Temperature during inspection)

● Rubber material XD.3R	$K_{eq}(T^\circ\text{C}) = K_{eq}[\text{standard value at } 20^\circ\text{C}] \times [1.139 - 9.653 \times 10^{-4} \cdot T + 1.721 \times 10^{-4} \cdot T^2 - 1.847 \times 10^{-4} \cdot T^3]$ $H_{eq}(T^\circ\text{C}) = H_{eq}[\text{standard value at } 20^\circ\text{C}] \times [1.050 - 2.790 \times 10^{-4} \cdot T + 4.679 \times 10^{-4} \cdot T^2 - 1.613 \times 10^{-4} \cdot T^3]$
● Rubber material XD.4S/XD.6R	$K_{eq}(T^\circ\text{C}) = K_{eq}[\text{standard value at } 20^\circ\text{C}] \times [1.205 - 1.862 \times 10^{-4} \cdot T + 5.991 \times 10^{-4} \cdot T^2 - 8.991 \times 10^{-4} \cdot T^3]$ $H_{eq}(T^\circ\text{C}) = H_{eq}[\text{standard value at } 20^\circ\text{C}] \times [1.065 - 4.134 \times 10^{-4} \cdot T + 1.096 \times 10^{-4} \cdot T^2 - 2.102 \times 10^{-4} \cdot T^3]$

● Standard value of temperature dependency (Standard temperature (20°C))

Properties values	Equivalent shear stiffness K_{eq}				Equivalent damping ratio H_{eq}			
	-10°C	0°C	30°C	40°C	-10°C	0°C	30°C	40°C
XD.3R	within +25%	within +14%	within -5%	within -9%	within +8%	within +5%	within -4%	within -9%
XD.4S	within +46%	within +21%	within -6%	within -16%	within +12%	within +7%	within -4%	within -12%
XD.6R	within +46%	within +21%	within -6%	within -16%	within +12%	within +7%	within -5%	within -13%

■ Performance variation

The rate of change of main causes (manufacturing variation, aging, temperature change) which affect shear properties as shown below.

Rubber materials		XD.3R		XD.4S		XD.6R	
		Equivalent shear stiffness, K_{eq}	Equivalent damping ratio, H_{eq} Function giving ratio of characteristic strength to maximum shear force, u	Equivalent shear stiffness, K_{eq}	Equivalent damping ratio, H_{eq} Function giving ratio of characteristic strength to maximum shear force, u	Equivalent shear stiffness, K_{eq}	Equivalent damping ratio, H_{eq} Function giving ratio of characteristic strength to maximum shear force, u
Manufacturing variation*1		±10%	±10%	±10%	±10%	±10%	±10%
Aging*2		+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%
Ambient temperature variation 20°C ± 20°C	(+) side	+14%	+5%	+21%	+7%	+21%	+7%
	(-) side	-9%	-9%	-16%	-12%	-16%	-13%
Total	(+) side*3	+34%	-15%	+41%	-13%	+41%	-13%
	(-) side*3	-19%	+1%	-26%	-2%	-26%	-3%

*1: The variation of each product (standard value) shall be within ±20% and variation of total units of products per project (total of standard values) shall be within ±10%.

However, if the total units of products is less than 8 units per project, the variation (total of standard values) shall be within ±15%.

(For H_{eq} , $\Sigma [H_{eq} \times K_{eq}] / \Sigma K_{eq}$ shall be within ±15% from the standard value)

Note: For compressive stiffness K_{ov} variation of each product (standard value) shall be within ±30%.

*2: Predicted rate of change after 60 years at 20°C standard temperature.

*3: The equivalent shear stiffness K_{eq} and equivalent damping ratio H_{eq} is dependent to each other. The indicated rate of change of H_{eq} are corresponding to both maximum and minimum rate of change of K_{eq} respectively.

*4: Above list shows the combination example.

High Damping Rubber Bearing (HDR)

Certification Number MVBR-0516 (X0.3R)

Code

Compound name	Rubber code	Shear modulus (N/mm ²)	Equivalent damping ratio
X3R	X0.3R	0.300	0.170

●HM Series (Total Rubber Thickness 16cm)

Characteristics			HM60X3R	HM70X3R	HM80X3R
Physical Dimensions	Outer diameter	[mm]	600	700	800
	Inner diameter	[mm]	15	15	20
	Effective plane area	[$\times 10^6$ mm ²]	2826	3847	5023
	Thickness of one rubber layer	[mm]	5.0	5.9	6.8
	Number of rubber layers	[–]	32	27	23
	Total rubber thickness	[mm]	160.0	159.3	156.4
	First shape factor	[–]	29.3	29.0	28.7
	Second shape factor	[–]	3.75	4.39	5.12
	Diameter of flange	[mm]	900	900	1000
	Thickness of flange**	[mm]	19	19	19
	Connecting bolt PCD	[mm]	825	925	1025
	Diameter of connecting bolt hole $\times$ qty	[mm]	$\varnothing 33 \times 8$	$\varnothing 33 \times 8$	$\varnothing 33 \times 8$
	Bolt size (assumption)	[–]	M30	M30	M30
	Thickness of each reinforced steel plate	[mm]	3.1	3.1	3.1
	Total height	[mm]	294.1	277.9	262.6
	Total weight	[tonf]	0.44	0.54	0.64
	Total weight	[kN]	4.4	5.3	6.3
Compression Properties	Critical stress [N/mm ²]	σ_{cr} when $\gamma = 0$	28	34	40
	Ultimate compressive stress [N/mm ²]	$[\gamma_{cr}, \sigma_c]$	(0.00,28)	(0.00,34)	(0.00,40)
		$[\gamma_r, \sigma_r]$	(0.20,28)	(0.65,34)	(1.24,40)
		$[\gamma_{sc}, \sigma_s]$	(3.38,3)	(3.95,4)	(4.00,12)
	Compressive stiffness	[$\times 10^4$ kN/m]	1740	2370	3140
	Nominal long term compressive stress** [N/mm ²]		5.0	5.0	5.0
	Nominal long term column load [kN]		1410	1920	2510
Allowable tensile stress [N/mm ²]		1.0	1.0	1.0	
Shear Properties [$\gamma = 100\%$]	Initial stiffness	[$\times 10^4$ kN/m]	3.82	5.22	6.95
	Post yield stiffness	[$\times 10^4$ kN/m]	0.382	0.522	0.695
	Characteristic Strength	[kN]	23.7	32.2	42.0
	Equivalent shear stiffness	[$\times 10^4$ kN/m]	0.530	0.724	0.964
	Equivalent damping ratio	[–]	0.170	0.170	0.170

* 1 Reinforced thickness for flange is available. Please consult us for more details.

L 10. Analisa Harga Satuan Pekerjaan & Backup Volume

a) Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton Fc'30 Mpa

No	Uraian	Sat.	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerja	OH	1.000	100,000.00	100,000.00
2	Tukang batu	OH	0.250	145,000.00	36,250.00
3	Kepala Tukang	OH	0.025	175,000.00	4,375.00
4	Mandor	OH	0.100	200,000.00	20,000.00
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					160,625.00
B	BAHAN				
1	Semen Portland (PC)	kg	457.000	1,300.00	594,100.00
2	Pasir beton	kg	681.000	300.00	204,300.00
3	Batu split 2/3	kg	1009.000	260.96	263,311.63
4	Air	liter	202.000	200.00	40,400.00
JUMLAH HARGA BAHAN					1,102,111.63
C	PERALATAN				
1	Molen beton mixer 350 liter	hari	0.1475	300,000.00	44,250.00
JUMLAH HARGA ALAT					44,250.00
D	Jumlah (A+B+C)				1,306,986.63
E	Biaya Umum dan Keuntungan 10% - 15% x D			10%	130,698.66
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				1,437,685.29

b) Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting

No	Uraian	Sat.	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerja	OH	0.00160	100,000.00	160.00
2	Tukang besi	OH	0.00080	145,000.00	116.00
3	Kepala tukang	OH	0.00080	175,000.00	140.00
4	Mandor	OH	0.00016	200,000.00	32.00
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					448.00
B	BAHAN				
1	Baja Tulangan Polos (BITP) diameter >12 mm	kg	1.050	16,000.00	16,800.00
2	Kawat beton	kg	0.028	18,800.00	526.40
JUMLAH HARGA BAHAN					17,326.40
C	PERALATAN				
1	Cutter baja beton	hari	0.0004	800,000.00	320.00
2	Bender baja beton	hari	0.0004	850,000.00	340.00
JUMLAH HARGA ALAT					660.00
D	Jumlah (A+B+C)				18,434.40
E	Biaya Umum dan Keuntungan 10% - 15% x D			10%	1,843.44
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				20,277.84

c) Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penulangan

No	Uraian	Sat.	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerja	OH	0.660	100,000.00	66,000.00
2	Tukang kayu	OH	0.330	145,000.00	47,850.00
3	Kepala tukang	OH	0.033	175,000.00	5,775.00
4	Mandor	OH	0.011	200,000.00	2,200.00
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					121,825.00
B	BAHAN				
1	Paku 12 cm	kg	0.40000	1,500.00	600.00
2	Minyak bekisting	liter	0.20000	16,800.00	3,360.00
3	Kayu balok 6/12 kelas II	m3	0.00558	11,950,000.00	66,681.00
4	Plywood 12 mm	lembar	0.12705	167,300.00	21,255.47
5	Dolken kayu ϕ 8-10 panjang 400 cm	batang	0.65000	5,000.00	3,250.00
JUMLAH HARGA BAHAN					95,146.47
C	PERALATAN				
JUMLAH HARGA ALAT					-
D	Jumlah (A+B+C)				216,971.47
E	Biaya Umum dan Keuntungan 10% - 15% x D			10%	21,697.15
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				238,668.61

d) Backup Volume Beton dan Bekisting

No.	Uraian	Jumlah Per Lantai	Jumlah Lantai	Dimensi			Rekap Volume	
				Panjang	Lebar	Tinggi	Volume Beton	Bekisting
		unit	unit	m ¹	m ¹	m ¹	m ³	m ²
1	K1	35	7	0.9	0.9	4.00	793.80	3,528.00
2	B1	58	7	6	0.5	0.7	852.60	4,628.40
3	B2	93	7	3	0.3	0.5	585.90	5,077.80

L 11. Kendala dan Solusi Saat Pengerjaan

1. Keterbatasan Data Teknis Parameter HDRB

Akar Masalah: Di ETABS, Anda tidak bisa sekadar memasukkan elemen "karet". Anda harus memasukkan angka kekakuan (*stiffness*) dan redaman (*damping*) yang akurat.

Solusi Praktis Langkah demi Langkah:

- Cari Katalog Pabrik: Jangan menebak dimensi. Unduh katalog dari manufaktur seperti Bridgestone *Seismic Isolator*. Temukan tabel yang menunjukkan *Shear Modulus* (G), dimensi diameter isolator, dan total ketebalan karet.
- Hitung Manual (Sesuai SNI 1726:2019): * Hitung Kekakuan Vertikal (K_v), Hitung Kekakuan Horizontal Efektif (K_{eff}), Hitung Redaman Efektif (β_{eff}), biasanya untuk HDRB nilainya sekitar 10% hingga 20%.
- Input ke ETABS: Masuk ke menu Define > Section Properties > Link/Support Properties. Buat tipe Link baru, pilih opsi Rubber Isolator. Masukkan hasil hitungan manual Anda ke kotak Direction U1, U2, dan U3 untuk kekakuan linear dan non-linear, serta arah Vertikal.

2. Kesulitan Prosedur Pemodelan HDRB di ETABS

Akar Masalah: Membingungkan bagaimana menempatkan HDRB agar struktur atas (gedung) terpisah dari struktur bawah (fondasi).

Solusi Praktis Langkah demi Langkah:

- Alih-alih menggunakan *Fixed Support* (Jepit) di dasar kolom, ubah semua tumpuan dasar menjadi Free.
- Gambarkan elemen Link (HDRB yang sudah didefinisikan di poin 1) di titik dasar tersebut, menghubungkan dasar kolom (struktur atas) dengan titik fondasi di bawahnya.
- Secara teknis 3D, perlakukan elemen Link ini sebagai persendian cerdas yang menopang seluruh pemodelan gedung. Pastikan titik berat massa bangunan (*Center of Mass*) sejajar atau tidak melenceng jauh dari titik berat kekakuan letak isolator agar bangunan tidak mengalami torsi (pelintir) yang parah saat gempa.

3. Hasil Analisis Sering Error / Tidak Memenuhi Syarat

Akar Masalah: Proses running gagal, atau hasil simpangan (drift) merah/tidak lolos SNI.

Solusi Praktis Langkah demi Langkah:

- Jika muncul "*Warning: Ill-Conditioned*" di file .LOG: Ini berarti ada elemen 3D yang "terbang" atau tidak tersambung. Cek perpotongan antara pelat dan balok. Pastikan meshing pelat diatur ke Auto Mesh (misalnya ukuran 1x1 meter) agar beban tersalurkan dengan baik ke balok.
- Jika Base Shear (Gaya Geser Dasar) Dinamis kurang dari 100% Statik: Masuk ke menu Define > Load Cases, pilih beban gempa respon spektrum, lalu kalikan Scale Factor-nya hingga batas minimal gaya gesernya terpenuhi sesuai SNI 1726:2019.
- Setelah semua penampang lulus uji keamanan struktur di ETABS, kunci dimensi akhirnya (ukuran balok dan kolom). Dimensi yang sudah final inilah yang nantinya ditransfer dan didetailkan pembesianya ke dalam tata letak gambar kerja profesional di layout sheet.

4. Perbedaan Respons Model (SRPMK vs HDRB)

Akar Masalah: Anda harus membuktikan secara ilmiah mengapa HDRB lebih baik, tapi indikator perbandingannya terlalu banyak.

Solusi Praktis Langkah demi Langkah:

- Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*): Cek di Display > *Story Response Plots*. Model SRPMK akan melengkung cukup besar di lantai-lantai tengah. Sedangkan model HDRB akan menunjukkan pergeseran sangat besar di lantai dasar (di lokasi isolator), tetapi simpangan antar lantai di atasnya akan tegak lurus hampir seperti garis lurus (gedung bergerak layaknya benda tegar).
- Periode Fundamental Struktur (T): Lihat di tabel Modal *Participating Mass Ratios*. Bangunan dengan HDRB wajib memiliki nilai T (waktu getar) yang jauh lebih panjang (lebih lama) dibandingkan model SRPMK atau Shear Wall.
- Gaya Geser Dasar: Struktur HDRB akan menyerap gaya gempa jauh lebih sedikit. Pastikan tabel *Base Reactions* menunjukkan gaya geser (Fx dan Fy) pada model HDRB paling kecil di antara ketiganya.

5. Kesulitan Analisis Pushover (FEMA 356/440)

Akar Masalah: Analisis linier biasa tidak cukup untuk menunjukkan Level Kinerja (apakah gedung ini akan rusak ringan, sedang, atau ambruk).

Solusi Praktis Langkah demi Langkah:

- Pasang Sendi Plastis (*Hinge*): Pilih semua balok dan kolom. Buka menu *Assign > Frame > Hinges*. Gunakan opsi *Auto Hinge* berdasarkan tabel FEMA 356 (atau ASCE 41).
- Buat *Load Case Pushover*: Di *Define > Load Cases*, buat kasus beban baru (*Nonlinear Static*). Terapkan beban gravitasi dulu (Mati + Hidup), lalu dorong bangunan dengan pola beban lateral ke arah X dan Y secara perlahan (*Displacement Control*) sampai bangunan mencapai target simpangan tertentu.
- Baca Kurva: Setelah running, buka *Display > Static Pushover Curve*. Anda akan melihat titik potong antara kurva kapasitas gedung dan kurva demand gempa (*Performance Point*).
- Titik tersebut akan menunjukkan status: IO (*Immediate Occupancy* - rusak sangat ringan, langsung bisa dipakai), LS (*Life Safety* - rusak berat tapi tidak runtuh, nyawa aman), atau CP (*Collapse Prevention* - hampir ambruk). Bandingkan status ini antara SRPMK, Shear Wall, dan HDRB.

6. Kesulitan Analisis Biaya dan Harga Satuan HDRB

Akar Masalah: Harga material beton dan tulangan mudah dicari di AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) atau jurnal dinas PUPR, tapi harga isolator HDRB tidak ada di pasaran umum.

Solusi Praktis Langkah demi Langkah:

- Kuantifikasi Volume Konvensional: Hitung total volume beton (m^3) dan berat baja tulangan (kg) dari model SRPMK dan *Shear Wall* berdasarkan output ETABS (*Display > Show Tables > Material List*). Kalikan dengan harga AHSP kota setempat (misal AHSP Surabaya 2024).
- Pendekatan Harga HDRB: Karena barang ini spesifik, buat perhitungan biaya gedung HDRB dengan rumus: (Volume struktur atas HDRB x Harga AHSP) + (Harga Total Unit HDRB) + (Estimasi Biaya Instalasi Khusus).
- Untuk mendapatkan nominal harga unit HDRB: Jika Anda tidak mendapatkan balasan email/quotation dari distributor alat berat seismik, telusuri skripsi

atau jurnal S2 teknik sipil 3 tahun terakhir yang meneliti isolator seismik, catat harga asumsi yang mereka pakai, lalu kalikan dengan faktor inflasi ekonomi saat ini sebagai justifikasi akademis yang sah di dalam laporan Anda.