

No.02/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2023

SKRIPSI

**EFEK POLA PENEMPATAN *VISCOELASTIC DAMPER*
TERHADAP KINERJA STRUKTUR BANGUNAN
TAHAN GEMPA**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D4
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Ilham Dwiputra Ramadhan

NIM. 1901421018

Pembimbing :

Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP. 197303181998022004

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP. 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2023



HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

EFEK POLA PENEMPATAN *VISCOELASTIC DAMPER* TERHADAP KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA

yang disusun oleh **Ilham Dwiputra Ramadhan (NIM 1901421018)** telah disetujui
dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pembimbing 1

(Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T.)

NIP. 197303181998022004

Pembimbing 2

(Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.)

NIP. 199111222019031010



Hak Cipta :



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul:

**EFEK POLA PENEMPATAN *VISCOELASTIC DAMPER* TERHADAP
KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA**

yang disusun oleh **Ilham Dwiputra Ramadhan (NIM 1901421018)** telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Periode 1** di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal **1 Agustus 2023**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. NIP. 198012042020121001	
Anggota	Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng. NIP. 198905272022031004	

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta**



Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars.

NIP. 197407061999032001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ilham Dwiputra Ramadhan

NIM : 1901421018

Program Studi : D4 Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : ilham.dwiputraramadhan.ts19@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Efek Pola Penempatan *Viscoelastic Damper* terhadap Kinerja Struktur Bangunan Tahan Gempa

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2022/2023 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Juli 2023

Yang menyatakan,

Ilham Dwiputra Ramadhan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efek Pola Penempatan *Viscoelastic Damper* terhadap Kinerja Struktur Bangunan Tahan Gempa”** ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan naskah skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang Pendidikan Program Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta. Tersusunnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Anis Rosyidah, S.Pd., S.S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 penulis yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dari awal hingga akhir untuk memberikan bimbingannya kepada penulis dengan sabar dan teliti terutama dalam hal analisis struktur.
2. Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dari awal hingga akhir untuk memberikan bimbingannya kepada penulis dengan sabar dan teliti terutama dalam hal penulisan dan analisis statistik.
3. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
5. Ibu Darul Nurjanah, S.Ag., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang sangat banyak berjasa dalam berkontribusi memberikan masukan dan motivasi selama menjalani perkuliahan terutama skripsi ini kepada kelas 4 Teknik Konstruksi Gedung 2.
6. Para dosen yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuannya serta karyawan dan staf dari Administrasi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
7. Orang tua penulis: Makbul, S.Sos., M.Si. dan Ety Rosidawati, yang telah mendoakan penulis, bersusah payah membesarkan penulis, dan membiayai studi penulis.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Oky Bima Putra, Anita Rizki Triwidyanata, Dea Ayu Nurazizah, Billy Gratia, dan Riziq Dwiki Ramadhan, teman sesama KBK Struktur yang senantiasa membantu dan memberi dukungan dari segala hal, baik berupa ilmu, waktu, tenaga, dan moril.
9. Teman-teman Teknik Konstruksi Gedung angkatan 2019 yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penulisan naskah skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu hingga tersusunya skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun dari semua pihak senantiasa penulis harapkan untuk bisa memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi masyarakat pada umumnya.

Jakarta, 24 Juli 2023

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ilham Dwiputra Ramadhan



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.1.1 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 <i>Viscoelastic Damper</i>	8
2.2.1 Penerapan <i>Viscoelastic Damper</i> di Indonesia.....	11
2.3 Analisis Gempa.....	16
2.3.1 Analisis Linear Dinamik Respons Spektrum.....	16
2.3.2 Analisis <i>Non-Linear</i> Statik <i>Pushover</i>	17
2.4 Desain Berbasis Kinerja (<i>Performance Based Design</i>).....	17
2.5 Mekanisme Keruntuhan Bangunan.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Gambaran Umum.....	22
3.2 Rancangan Penelitian.....	22
3.3 Objek Penelitian.....	22
3.4 Tahapan Penelitian.....	24

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.4.1 Studi Literatur	26
3.4.2 Pengumpulan Data	26
3.4.3 <i>Preliminary Design</i>	26
3.4.4 Pemodelan Struktur	26
3.4.5 Analisis Struktur.....	29
3.4.6 Perancangan Elemen Struktur	29
3.4.7 Analisis Kinerja Struktur dan Mekanisme Keruntuhan	29
3.4.8 Metode Analisis Data secara Statistik	29
3.5 Peraturan yang Digunakan	30
3.6 Luaran.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Data dan <i>Preliminary Design</i>	31
4.1.1 <i>Preliminary Design</i>	31
4.1.2 Pembebanan	31
4.1.3 Rekapitulasi Tulangan pada Komponen Struktur	31
4.1.4 Data <i>Viscoelastic Damper</i>	32
4.2 Gaya-Gaya Dalam Akibat Beban Gempa Respon Spektrum.....	32
4.2.1 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Respon Spektrum.....	32
4.2.2 <i>Displacement</i>	33
4.2.3 Simpangan Antar Lantai (<i>Inter-Story Drift</i>).....	34
4.3 Analisis Kinerja Struktur Bangunan	37
4.3.1 Kinerja Struktur Model Bangunan Tanpa VD	37
4.3.2 Kinerja Struktur Model Bangunan Pola 1 VD	38
4.3.3 Kinerja Struktur Model Bangunan Pola 2 VD	39
4.3.4 Kinerja Struktur Model Bangunan Pola 3 VD	40
4.3.5 Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan.....	41
4.4 Analisis Mekanisme Keruntuhan Bangunan	41
4.4.1 Mekanisme Keruntuhan Model Bangunan Tanpa VD.....	41
4.4.2 Mekanisme Keruntuhan Model Bangunan Pola 1 VD.....	44
4.4.3 Mekanisme Keruntuhan Model Bangunan Pola 2 VD.....	46
4.4.4 Mekanisme Keruntuhan Model Bangunan Pola 3 VD.....	48
4.4.5 Perbandingan Mekanisme Keruntuhan Model Bangunan.....	51
4.5 Perbandingan Pola Penempatan <i>Viscoelastic Damper</i>	51
4.6 Metode Analisis Data secara Statistik.....	52



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	62
Lampiran 1 <i>Preliminary Design</i>	63
Lampiran 2 Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2020	69
Lampiran 3 Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis Gempa Respon Spektrum.....	75
Lampiran 4 Perhitungan Tulangan Balok dan Kolom	101
Lampiran 5 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Tanpa VD	198
Lampiran 6 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Pola 1 VD	203
Lampiran 7 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Pola 2 VD	208
Lampiran 8 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Pola 3 VD	213
Lampiran 9 Formulir SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing	218
Lampiran 10 Formulir SI-2 Lembar Pengesahan.....	221
Lampiran 11 Formulir SI-3 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing	223
Lampiran 12 Formulir SI-3 Lembar Asistensi Dosen Penguji.....	229
Lampiran 13 Formulir SI-4 Persetujuan Pembimbing.....	231
Lampiran 14 Formulir SI-5 Persetujuan Penguji	234
Lampiran 15 Formulir SI-6 Kartu Kompensasi	237
Lampiran 16 Formulir SI-7 Lembar Bebas Pinjaman Urusan Administrasi.....	239
Lampiran 17 Formulir MI-7 Bukti Penyerahan Laporan Magang Industri	241



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter <i>Viscoelastic Damper</i>	13
Tabel 2.2 Dimensi dan Karakteristik <i>Viscoelastic Damper</i>	15
Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Viscoelastic Damper</i>	15
Tabel 2.4 Perbandingan Komposisi Karet (GR400) pada <i>Viscoelastic Damper</i>	15
Tabel 2.5 Bahan Lembaran Sayap Baja pada <i>Viscoelastic Damper</i>	15
Tabel 2.6 Taraf dan Jangkauan Kinerja Bangunan	19
Tabel 2.7 Penjelasan Taraf Kinerja Struktur Saat Menerima Beban Gempa.....	20
Tabel 2.8 <i>Performance Level</i> berdasarkan ATC-40	20
Tabel 4.1 Rekapitulasi <i>Preliminary Design</i>	31
Tabel 4.2 Rekapitulasi Tulangan Balok	31
Tabel 4.3 Rekapitulasi Tulangan Kolom	31
Tabel 4.4 Spesifikasi <i>Viscoelastic Damper</i> yang Digunakan	32
Tabel 4.5 Gaya Geser Dasar Akibat Beban Gempa Respon Spektrum	33
Tabel 4.6 <i>Displacement</i> akibat Beban Gempa Respon Spektrum Arah Sumbu X	33
Tabel 4.7 <i>Displacement</i> akibat Beban Gempa Respon Spektrum Arah Sumbu Y	33
Tabel 4.8 Simpangan Antar Lantai (<i>Inter-Story Drift</i>) Arah Sumbu X	35
Tabel 4.9 Simpangan Antar Lantai (<i>Inter-Story Drift</i>) Arah Sumbu Y	36
Tabel 4.10 Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan.....	41
Tabel 4.11 Uji Normalitas dan Uji Homogenitas pada Model Bangunan Tanpa VD, Pola 1 VD, Pola 2 VD, dan Pola 3 VD	52
Tabel 4.12 Uji ANOVA pada Model Bangunan Tanpa VD, Pola 1 VD, Pola 2 VD, dan Pola 3 VD	53

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Viscoelastic Damper Prototype</i>	8
Gambar 2.2 <i>Viscoelastic Damper Prototype</i>	9
Gambar 2.3 <i>Test Installation of Viscoelastic Damper</i>	9
Gambar 2.4 <i>Layout of Measurement Sensors</i>	10
Gambar 2.5 Grafik Histeresis untuk Elemen Elastoplastik.....	12
Gambar 2.6 Model Histeresis <i>Viscoelastic Damper</i>	13
Gambar 2.7 Bagian-Bagian <i>Viscoelastic Damper</i>	14
Gambar 2.8 <i>Viscoelastic Damper</i> pada Gedung SGLC 12 Lantai FT UGM	14
Gambar 2.9 Pemasangan Angkur <i>Viscoelastic Damper</i> pada Balok Beton Gedung SGLC 12 Lantai FT UGM	14
Gambar 2.10 Tipikal Kurva Kapasitas pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur.....	18
Gambar 2.11 Tipikal Kurva Kapasitas pada Berbagai Tingkat Kinerja Struktur.....	18
Gambar 3.1 Variabel Penelitian	22
Gambar 3.2 Denah Kolom Balok Model Bangunan Tanpa VD	23
Gambar 3.3 Denah Kolom Balok Model Bangunan Pola 1 VD	23
Gambar 3.4 Denah Kolom Balok Model Bangunan Pola 2 VD	24
Gambar 3.5 Denah Kolom Balok Model Bangunan Pola 3 VD	24
Gambar 3.6 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	26
Gambar 3.7 Perspektif 3D Model Bangunan Tanpa VD	27
Gambar 3.8 Perspektif 3D Model Bangunan Pola 1 VD	27
Gambar 3.9 Perspektif 3D Model Bangunan Pola 2 VD	28
Gambar 3.10 Perspektif 3D Model Bangunan Pola 3 VD	28
Gambar 4.1 <i>Viscoelastic Damper</i> yang Digunakan	32
Gambar 4.2 <i>Displacement</i> Arah Sumbu X.....	34
Gambar 4.3 <i>Displacement</i> Arah Sumbu Y.....	34
Gambar 4.4 Simpangan Antar Lantai (<i>Inter-Story Drift</i>) Arah Sumbu X	36
Gambar 4.5 Simpangan Antar Lantai (<i>Inter-Story Drift</i>) Arah Sumbu Y	36
Gambar 4.6 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu X Model Bangunan Tanpa VD berdasarkan Metode FEMA 440	37
Gambar 4.7 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu Y Model Bangunan Tanpa VD berdasarkan Metode FEMA 440	37
Gambar 4.8 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu X Model Bangunan Pola 1 VD berdasarkan Metode FEMA 440	38

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.9 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu Y Model Bangunan Pola 1 VD berdasarkan Metode FEMA 440	38
Gambar 4.10 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu X Model Bangunan Pola 2 VD berdasarkan Metode FEMA 440	39
Gambar 4.11 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu Y Model Bangunan Pola 2 VD berdasarkan Metode FEMA 440	39
Gambar 4.12 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu X Model Bangunan Pola 3 VD berdasarkan Metode FEMA 440	40
Gambar 4.13 <i>Performance Point</i> Arah Sumbu Y Model Bangunan Pola 3 VD berdasarkan Metode FEMA 440	40
Gambar 4.14 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-26/36 Model Bangunan Tanpa VD Arah Sumbu X.....	42
Gambar 4.15 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-36/36 Model Bangunan Tanpa VD Arah Sumbu X.....	42
Gambar 4.16 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-16/27 Model Bangunan Tanpa VD Arah Sumbu Y.....	42
Gambar 4.17 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-27/27 Model Bangunan Tanpa VD Arah Sumbu Y.....	43
Gambar 4.18 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu X Model Bangunan Tanpa VD	43
Gambar 4.19 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu Y Model Bangunan Tanpa VD	43
Gambar 4.20 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-28/37 Model Bangunan Pola 1 VD Arah Sumbu X.....	44
Gambar 4.21 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-37/37 Model Bangunan Pola 1 VD Arah Sumbu X.....	44
Gambar 4.22 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-21/28 Model Bangunan Pola 1 VD Arah Sumbu Y.....	45
Gambar 4.23 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-28/28 Model Bangunan Pola 1 VD Arah Sumbu Y.....	45
Gambar 4.24 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu X Model Bangunan Pola 1 VD	45
Gambar 4.25 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu Y Model Bangunan Pola 1 VD	46
Gambar 4.26 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-28/37 Model Bangunan Pola 2 VD Arah Sumbu X.....	46
Gambar 4.27 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-37/37 Model Bangunan Pola 2 VD Arah Sumbu X.....	47



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.28 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-21/28 Model Bangunan Pola 2 VD Arah Sumbu Y.....	47
Gambar 4.29 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-28/28 Model Bangunan Pola 2 VD Arah Sumbu Y.....	47
Gambar 4.30 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu X Model Bangunan Pola 2 VD	48
Gambar 4.31 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu Y Model Bangunan Pola 2 VD	48
Gambar 4.32 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-28/37 Model Bangunan Pola 3 VD Arah Sumbu X.....	49
Gambar 4.33 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-37/37 Model Bangunan Pola 3 VD Arah Sumbu X.....	49
Gambar 4.34 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-21/28 Model Bangunan Pola 3 VD Arah Sumbu Y.....	49
Gambar 4.35 Sendi Plastis pada <i>Step</i> ke-28/28 Model Bangunan Pola 3 VD Arah Sumbu Y.....	50
Gambar 4.36 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu X Model Bangunan Pola 3 VD	50
Gambar 4.37 Kurva Keruntuhan Arah Sumbu Y Model Bangunan Pola 3 VD	50

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Preliminary Design</i>	63
Lampiran 2 Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2020	69
Lampiran 3 Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis Gempa Respon Spektrum.....	75
Lampiran 4 Perhitungan Tulangan Balok dan Kolom	101
Lampiran 5 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Tanpa VD	198
Lampiran 6 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Pola 1 VD	203
Lampiran 7 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Pola 2 VD	208
Lampiran 8 Hasil <i>Pushover</i> Model Bangunan Pola 3 VD	213
Lampiran 9 Formulir SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing	218
Lampiran 10 Formulir SI-2 Lembar Pengesahan.....	221
Lampiran 11 Formulir SI-3 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing	223
Lampiran 12 Formulir SI-3 Lembar Asistensi Dosen Penguji.....	229
Lampiran 13 Formulir SI-4 Persetujuan Pembimbing	231
Lampiran 14 Formulir SI-5 Persetujuan Penguji	234
Lampiran 15 Formulir SI-6 Kartu Kompensasi	237
Lampiran 16 Formulir SI-7 Lembar Bebas Pinjaman Urusan Administrasi.....	239
Lampiran 17 Formulir MI-7 Bukti Penyerahan Laporan Magang Industri	241

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menyatakan bahwa terjadi gempa sebanyak 10.792 kali, gempa dirasakan sebanyak 807 kali, dan gempa merusak bangunan sebanyak 22 kali selama tahun 2022 di Indonesia (BMKG, 2023). Gempa menyebabkan beban dinamis yang berubah arah dari waktu ke waktu, sehingga bangunan juga bereaksi dan bergerak secara horizontal (Virawan et al., 2021). Pergerakan horizontal yang terjadi harus terkendali agar tidak melampaui batas yang telah ditentukan oleh peraturan, karena jika melebihi batas tersebut maka bangunan berpotensi untuk runtuh (Virawan et al., 2021). Untuk itu, perencanaan bangunan perlu menggunakan analisis kekuatan gempa dan penahan lateral untuk menghindari keruntuhan (Aji et al., 2022; Zhafira et al., 2023).

Suatu *high rise building* perlu menggunakan sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) (Lesmana, 2021). Berbagai upaya untuk meningkatkan dan memperbaiki kinerja struktur bangunan saat gempa telah dilakukan (Suhendro, 2022). Akan tetapi, kinerja struktur suatu bangunan tidak mudah terpenuhi dengan sistem struktur desain konvensional sehingga perlu menambahkan *seismic device* atau *seismic control system* (Suhendro, 2022; S. J. Wang et al., 2021). *Seismic device* dapat membuat struktur bangunan dengan deformasi permanen atau dengan peredam yang terpasang pada struktur memiliki kemampuan untuk membatasi energi atau mendisipasi energi gempa yang masuk ke bangunan (Phanindranath et al., 2021). Energi gempa yang masuk ke struktur bangunan dapat direduksi dan dikontrol sehingga gaya-gaya dalam dan simpangan struktur menjadi lebih kecil, bangunan dapat direncanakan dalam keadaan elastis untuk kejadian gempa besar, dan biaya yang cukup ekonomis (Fauzan, 2017).

Seismic device terbagi menjadi 3 jenis, yaitu *active seismic device*, *passive seismic device*, dan *base isolator device* (Chen et al., 2019; Lewandowski & Pawlak, 2018; Qian et al., 2016; Suhendro, 2022; L. Zhang et al., 2019). *Passive seismic device* yang terkenal antara lain: *friction dampers*, *metallic yield dampers*, *fluid viscous dampers*, dan *viscoelastic damper* (Chen et al., 2019; Lewandowski & Pawlak, 2018; Qian et al., 2016; L. Zhang et al., 2019). Fungsi utama dari *passive seismic device* adalah menyerap sebagian energi gempa yang masuk, mendisipasi energi gempa pada komponen struktural, dan meminimalkan kerusakan pada struktur



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

bangunan (Sato et al., 2022; S. J. Wang et al., 2021). *Passive seismic device* juga berdampak positif pada ketahanan bangunan (Akehashi & Takewaki, 2022a, 2022b). Salah satu inovasi dari tipe *passive seismic device* yang pertama kali digunakan di Indonesia adalah *viscoelastic damper* pada Gedung *Smart & Green Learning Center* (SGLC) 12 Lantai Fakultas Teknik (FT) Universitas Gadjah Mada (UGM) (Saputra, 2022; Suhendro, 2022).

Viscoelastic damper memiliki kinerja yang baik dalam menyerap energi gempa, memiliki durabilitas tinggi, membutuhkan minimal *maintenance cost* karena mudah inspeksi rutin, tidak memerlukan *space* yang besar sehingga lebih estetis, dan dapat berfungsi sebagai pengganti dinding geser (Jiang et al., 2019; Lin et al., 2022; Setiawan, 2022; Suhendro, 2022; S. J. Wang et al., 2021; Zhou et al., 2021). *Viscoelastic damper* dapat dipasang di balok antar lantai untuk mengurangi perbedaan pergeseran lantai (*story drift*) (Setiawan, 2022; Suhendro, 2022). Selain itu, *viscoelastic damper* juga dapat mengurangi simpangan antar lantai (*inter-story drift*) pada bangunan gedung dibandingkan dengan bangunan gedung yang tidak menggunakan *viscoelastic damper* (Suhendro, 2022).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu kajian lebih lanjut tentang pola penempatan *viscoelastic damper* yang lebih efektif terhadap taraf kinerja struktur bangunan tahan gempa dan mekanisme keruntuhan bangunan tahan gempa. Oleh karena itu, peneliti merasa penting untuk meneliti mengenai permasalahan tersebut dalam bentuk penelitian yang berjudul “Efek Pola Penempatan *Viscoelastic Damper* terhadap Kinerja Struktur Bangunan Tahan Gempa”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perbandingan nilai gaya geser dasar akibat beban gempa respon spektrum, *displacement*, dan simpangan antar lantai (*inter-story drift*) struktur bangunan tahan gempa dengan pola penempatan *viscoelastic damper* yang berbeda?
2. Bagaimana taraf kinerja struktur bangunan tahan gempa menggunakan *viscoelastic damper* dengan analisis gempa *pushover* berdasarkan ATC-40?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Bagaimana mekanisme keruntuhan struktur bangunan tahan gempa menggunakan *viscoelastic damper* dengan analisis gempa *pushover*?
4. Bagaimana perbandingan pola penempatan *viscoelastic damper* terhadap kinerja struktur bangunan tahan gempa?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membandingkan nilai gaya geser dasar akibat beban gempa respon spektrum, *displacement*, dan simpangan antar lantai (*inter-story drift*) struktur bangunan tahan gempa dengan pola penempatan *viscoelastic damper* yang berbeda.
2. Menganalisis taraf kinerja struktur bangunan tahan gempa menggunakan *viscoelastic damper* dengan analisis gempa *pushover* berdasarkan ATC-40.
3. Menganalisis mekanisme keruntuhan struktur bangunan tahan gempa menggunakan *viscoelastic damper* dengan analisis gempa *pushover*.
4. Membandingkan pola penempatan *viscoelastic damper* terhadap kinerja struktur bangunan tahan gempa.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan dan upaya agar masalah tidak menjadi meluas. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bangunan gedung dimodelkan 8 lantai pada kelas situs tanah keras.
2. Model bangunan dirancang hanya dengan memperhatikan aspek teknis bangunan.
3. Analisis penelitian hanya dilakukan untuk struktur atas bangunan gedung.
4. Sistem struktur menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dengan *viscoelastic damper*.
5. Analisis gempa menggunakan analisis dinamik respons spektrum dan analisis *pushover*.
6. Perhitungan detailing tulangan hanya pada komponen balok dan kolom.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Tidak melakukan gambar detailing komponen balok, kolom, dan hubungan balok-kolom.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun berdasarkan pedoman skripsi. Adapun sistematika yang digunakan terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dalam penulisan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang penelitian terdahulu serta pembahasan mengenai *viscoelastic damper*, penerapan *viscoelastic damper* di Indonesia, analisis gempa, analisis dinamik respons spektrum, analisis *non-linear pushover*, desain berbasis kinerja, dan mekanisme keruntuhan bangunan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri atas gambaran umum penelitian, rancangan penelitian, objek penelitian, tahapan penelitian, penggunaan peraturan, dan luaran penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data-data yang digunakan dalam penelitian, kajian dari data-data penelitian, serta pembahasan dari hasil analisis dan pengujian yang didapatkan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang didapatkan disertai dengan saran untuk penelitian selanjutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai gaya geser dasar akibat beban gempa respon spektrum pada model bangunan pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD tereduksi sebesar 2,404%. Nilai *displacement* rata-rata pada model bangunan pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD arah sumbu X tereduksi sebesar 6,424% dan arah sumbu Y tereduksi sebesar 5,431%. Nilai simpangan antar lantai (*inter-story drift*) rata-rata pada model bangunan pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD arah sumbu X tereduksi sebesar 7,998% dan arah sumbu Y tereduksi sebesar 7,247%. Simpangan antar lantai (*inter-story drift*) yang terjadi untuk semua model bangunan kurang dari simpangan izin sehingga bangunan memenuhi persyaratan ASCE 7-16 dan SNI 1726:2019.
2. Hasil tingkat kinerja struktur bangunan menggunakan analisis *non-linear pushover* berdasarkan metode ATC-40, model bangunan yang tidak menggunakan *viscoelastic damper* dan model bangunan pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD memiliki nilai *drift ratio* di antara 0,01-0,02 sehingga berada pada level *Damage Control* (DC) dan memenuhi target kinerja desain *Life Safety* (LS).
3. Model bangunan tanpa VD pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD sudah memenuhi persyaratan *strong-column weak-beam* karena sendi plastis pertama kali muncul pada balok. Model bangunan pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD bersifat lebih elastis dibandingkan model bangunan tanpa VD. Hal ini ditunjukkan dengan model bangunan pola 1 VD, pola 2 VD, dan pola 3 VD mengalami pelelehan yang lebih banyak dan *step* keruntuhan lebih lama sebelum mengalami keruntuhan dibandingkan model bangunan tanpa VD.
4. Model bangunan pola 3 VD merupakan pola penempatan *viscoelastic damper* yang paling optimum karena memiliki nilai gaya geser dasar akibat beban gempa respon spektrum, *displacement*, simpangan antar lantai (*inter-story drift*), *performance point* pada taraf kinerja struktur, dan mekanisme keruntuhan yang lebih baik dibandingkan model bangunan tanpa VD, pola 1 VD, dan pola 2 VD.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Dari penelitian ini, penulis memiliki saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Melakukan analisis lanjutan untuk kinerja struktur bangunan tahan gempa dengan *viscoelastic damper* menggunakan analisis *Non-Linear Time History* (NLTH) untuk mengetahui tingkat kinerja bangunan berdasarkan riwayat gempa yang pernah terjadi.





DAFTAR PUSTAKA

- Aji, H. S., Rosyidah, A., & Saputra, J. (2022). The Effect of Variation of Shear Walls Placement on The Response of Building Structure Using The Direct Displacement-Based Design method. *SINERGI*, 26(2), 201–212. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2022.2.009>
- Akehashi, H., & Takewaki, I. (2022). Modeling of resilience based on categorized recovery scenario and improving resilience with viscous damper. *Japan Architectural Review*, 5(3), 279–294.
- Akehashi, H., & Takewaki, I. (2022). Resilience evaluation of elastic-plastic high-rise buildings under resonant long-duration ground motion. *Japan Architectural Review*, 5(4), 373–385.
- American Society of Civil Engineers. (2017). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. In *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers (ASCE). <https://doi.org/10.1061/9780784414248>
- American Society of Civil Engineers (ASCE). (2000). *Prestandard and Commentary for The Sismic Rehabilitation of Buildings (FEMA-356)*.
- Applied Technology Council (ATC). (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings (ATC-40)* (Vol. 1). www.4downloader.ir
- Applied Technology Council (ATC). (1997). *NEHRP Guidelines For The Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA-273)*.
- Applied Technology Council (ATC). (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures (FEMA-440)*.
- Applied Technology Council (ATC). (2006). *Next-Generation Performance-Based Seismic Design Guidelines: Program Plan for New and Existing Buildings (FEMA 445)*. www.ATCCouncil.org
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 8990:2020 tentang Tata Cara Pemilihan dan Modifikasi Gerak Tanah Permukaan untuk Perencanaan Gedung Tahan Gempa*.
- BMKG. (2023). *Aktivitas Gempa Bumi di Indonesia Tahun 2022*.
- Chen, Y., Chen, C., Ma, Q., Jiang, H., & Wan, Z. (2019). Study on Mechanical Properties of High Damping Viscoelastic Dampers. *Advances in Structural Engineering*, 22(14), 2925–2936. <https://doi.org/10.1177/1369433219853440>
- Fauzan, R. (2017). *Perencanaan Metallic Yielding Damper pada Struktur Bangunan Baja*.
- Gong, S., & Zhou, Y. (2017). Experimental Study and Numerical Simulation On a New Type of Viscoelastic Damper with Strong Nonlinear Characteristics. *Structural Control and Health Monitoring*, 24(4), e1897. <https://doi.org/10.1002/stc.1897>
- Hamburger, J. A., Mahoney, R. O., & Fema P-58, M. (2014). *Phase 2-Development of Performance-Based Seismic Design Criteria*.
- Jiang, H., Li, S., & He, L. (2019). Experimental Study on A New Damper Using Combinations of Viscoelastic Material and Low-Yield-Point Steel Plates. *Frontiers in Materials*, 6, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00100>
- Kim, T. K. (2017). Understanding One-Way ANOVA Using Conceptual Figures. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(1), 22–26. <https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.1.22>
- Lesmana, Y. (2020). *Prosedur Analisa Beban Gempa Struktur Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 1726:2019* (1st ed.). Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y. (2021). *Analisa dan Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang (SRPMB, SRPMM, SRPMK) Berdasarkan SNI 2847:2019 & SNI 1726:2019* (1st ed.). Nas Media Pustaka.
- Lewandowski, R., & Pawlak, Z. (2018). Response Spectrum Method for Building Structures with Viscoelastic Dampers Described by Fractional Derivatives. *Engineering Structures*, 171, 1017–1026. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.01.041>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Li, A. (2019). *Vibration Control for Building Structures Theory and Applications* (G. Solari, S. H. Chen, M. di Prisco, & I. Vayas, Eds.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-40790-2>
- Lin, W.-C., Yu, C.-H., Tsai, M.-A., Chang, Y.-W., Peng, S.-K., & Wang, S.-J. (2022). Hysteretic Behavior of Viscoelastic Dampers Subjected to Damage During Seismic Loading. *Journal of Building Engineering*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104538>
- Mamesah, H. Y., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2014). Analisis Pushover Pada Bangunan dengan Soft First Story. *Jurnal Sipil Statik*, 2(4), 214–224.
- Mehrabi, M. H., Suhatril, M., Ibrahim, Z., Ghodsi, S. S., & Khatibi, H. (2017). Modeling of a Viscoelastic Damper and Its Application in Structural Control. *PLOS ONE*, 12(6), e0176480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176480>
- Nie, X., Zhang, S., Jiang, T., & Yu, T. (2020). The Strong Column–Weak Beam Design Philosophy in Reinforced Concrete Frame Structures: A Literature Review. *Advances in Structural Engineering*, 23(16), 3566–3591. <https://doi.org/10.1177/1369433220933463>
- Phanindranath, T. S. D., Balaji, K. V. G. D., & Raju, P. M. (2021). Enhancing Seismic Resistance of G+10 MSB by Introducing FVD System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1025(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1025/1/012032>
- Qian, H., Li, H., & Song, G. (2016). Experimental Investigations of Building Structure with a Superelastic Shape Memory Alloy Friction Damper Subject to Seismic Loads. *Smart Materials and Structures*, 25(12), 125026. <https://doi.org/10.1088/0964-1726/25/12/125026>
- Ras, A., & Boumechra, N. (2016). Seismic Energy Dissipation Study of Linear Fluid Viscous Dampers in Steel Structure Design. *Alexandria Engineering Journal*, 55(3), 2821–2832. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.07.012>
- Rinaldin, G., Amadio, C., & Fragiaco, M. (2017). Effects of Seismic Sequences on Structures with Hysteretic or Damped Dissipative Behaviour. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 97, 205–215. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2017.03.023>
- Rosyidah, A., & Luthfiyanti, I. (2022). Structural Performance of 1 Way and 2 Way Setback with The Soft First Story Using DDBD. *Jurnal Teknosains*, 11(2), 141–153. <https://doi.org/10.22146/teknosains.61136>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Safitri, R. A., & Rizki, M. F. (2023). Analisis Penentuan Kebutuhan Shear Wall Terhadap Kekakuan Struktur Menggunakan Time History dan Respon Spektrum pada Gedung Perkuliahan di Tangerang. *Jurnal Teknik*, 12(1), 48–56.
- Saputra, A. (2022, January 8). Manajemen Konstruksi dan Aplikasi Damper di Lapangan. *Webinar HAKI Komda Yogyakarta*.
- Sato, D., Chang, T.-W., & Chen, Y. (2022). Effects of Different Frequency Sensitivity Models of a Viscoelastic Damper on Wind-Induced Response of High-Rise Buildings. *Buildings*, 12(12), 2182. <https://doi.org/10.3390/buildings12122182>
- Satyarno, I. (2022, January 8). Permodelan Viscoelastic Damper (Peredam) dan Protokol Pengujian Laboratorium. *Webinar HAKI Komda Yogyakarta*.
- Setiawan, A. (2022, January 8). Vibration Control Technology of Sumitomo Rubber Industries Ltd. *Webinar HAKI Komda Yogyakarta*.
- Sugiyono. (2007). *Statistik untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Suhendro, B. (2022). Perkembangan Teknologi Damper dan Aplikasinya pada Struktur Bangunan Gedung dan Jembatan. *Webinar HAKI Komda Yogyakarta*.
- Surana, M., Singh, Y., & Lang, D. H. (2018). Effect of Strong-Column Weak-Beam Design Provision on The Seismic Fragility of RC Frame Buildings. *International Journal of Advanced Structural Engineering*, 10(2), 131–141. <https://doi.org/10.1007/s40091-018-0187-z>
- Sutansyah, R. (2019). *Analisa Pengaruh Penempatan Fluid Viscous Damper Terhadap Respons Struktur Gedung 15 Lantai dengan Metode Time History Analysis (Studi Literatur)*.
- Tavio, & Wijaya, U. (2019). *Panduan Desain Struktur Beton Bertulang Dasar sesuai ACI 318M-14 Code*. DEEPPUBLISH.
- Tchamo, J. M., & Zhou, Y. (2018). An Alternative Practical Design Method for Structures with Viscoelastic Dampers. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, 17(3), 459–473. <https://doi.org/10.1007/s11803-018-0455-8>
- Tsai, M.-H., & Lin, B.-H. (2008). Investigation of Progressive Collapse Resistance and Inelastic Response for An Earthquake-Resistant RC Building Subjected to Column Failure. *Engineering Structures*, 30(12), 3619–3628. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2008.05.031>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Vafaei, M., Baniahmadi, M., & Alih, S. C. (2019). The Relative Importance of Strong Column-Weak Beam Design Concept in The Single-Story RC Frames. *Engineering Structures*, *185*, 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.126>
- Virawan, Z. F., Sangadji, S., & Saifullah, H. A. (2021). Fragility Curves for Low to Mid-Rise Concrete Frame Building Retrofitted by Shear Wall-Frame System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *871*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012011>
- Wang, S., Chiu, I., Yu, C., Zhang, Q., & Chang, K. (2019). Experimental Beyond Design and Residual Performances of Full-Scale Viscoelastic Dampers and Their Empirical modeling. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *48*(10), 1093–1111. <https://doi.org/10.1002/eqe.3170>
- Wang, S. J., Chiu, I.-C., Yu, C.-H., & Chang, K.-C. (2018). Experimental and Analytical Study on Design Performance of Full-Scale Viscoelastic Dampers. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, *17*(4), 693–706. <https://doi.org/10.1007/s11803-018-0469-2>
- Wang, S. J., Zhang, Q.-Y., & Yu, C.-H. (2021). Effectiveness of Damaged Viscoelastic Dampers in Seismic Protection of Structures Under Main Shocks and Aftershocks. *Engineering Structures*, *242*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112424>
- Xu, J.-H., Zhu, Z.-Y., Zhou, G.-D., Wang, H., & Li, A.-Q. (2023). Dynamic Characteristics of A Novel Right-Angle Viscoelastic Damper (RVD) Using Polyurethane Damping Materials. *Structural Control and Health Monitoring*, *2023*, 1–22. <https://doi.org/10.1155/2023/2568963>
- Xu, Y., Xu, Z., Guo, Y., Huang, X., Dong, Y., & Li, Q. (2021). Dynamic Properties and Energy Dissipation Study of Sandwich Viscoelastic Damper Considering Temperature Influence. *Buildings*, *11*(10), 470. <https://doi.org/10.3390/buildings11100470>
- Xu, Z.-D., Xu, C., & Hu, J. (2015). Equivalent Fractional Kelvin model and Experimental Study on Viscoelastic Damper. *Journal of Vibration and Control*, *21*(13), 2536–2552. <https://doi.org/10.1177/1077546313513604>
- Yurizka, H., & Rosyidah, A. (2020). The Performance of Irregular Building Structures Using Pushover Analysis. *Journal of Engineering Design and Technology*, *20*(2), 65–72. <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/LOGIC>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Zameeruddin, Mohd., & Sangle, K. K. (2021). Performance-Based Seismic Assessment of Reinforced Concrete Moment Resisting Frame. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 33(3), 153–165. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.04.005>
- Zhafira, T., Taufiqy, I., & Anggraini, N. K. (2023). Analisis Dinamik Respons Spektrum dan Statik Ekuivalen Gedung Perkuliahan Universitas Semarang. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 7(1), 75–79.
- Zhang, C., & Tao, M.-X. (2021). Strong-Column–Weak-Beam Criterion for Reinforced Concrete Frames Subjected to Biaxial Seismic Excitation. *Engineering Structures*, 241, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112481>
- Zhang, L., Su, M., Zhang, C., Shen, H., Islam, M. M., & Zhang, R. (2019). A Design Method of Viscoelastic Damper Parameters Based on The Elastic-Plastic Response Reduction Curve. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 117, 149–163. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.09.050>
- Zhou, Y., Li, D., Shi, F., Luo, W., & Deng, X. (2021). Experimental Study on Mechanical Properties of The Hybrid Lead Viscoelastic Damper. *Engineering Structures*, 246, 113073. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113073>