

No. 43/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**PENGARUH KEMIRINGAN KOLOM PADA FASAD TERHADAP
KINERJA DAN POLA KERUNTUHAN STRUKTUR BANGUNAN
TAHAN GEMPA**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta :**

Disusun Oleh:

Muhammad Abdul Rizal

NIM 2201421048

Pembimbing:

Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D

NIP 197202161998031003

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**PENGARUH KEMIRINGAN KOLOM PADA FASAD TERHADAP
KINERJA DAN POLA KERUNTUHAN STRUKTUR BANGUNAN
TAHAN GEMPA**

yang disusun oleh Muhammad Abdul Rizal (NIM 2201421048) telah disetujui

dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 2|

Pembimbing

Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D

NIP 197202161998031003



Hak Cipta :

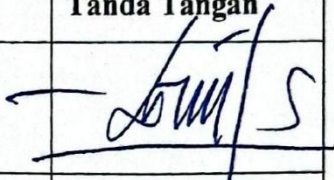
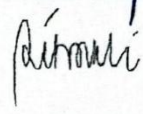
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul :

**PENGARUH KEMIRINGAN KOLOM PADA FASAD TERHADAP KINERJA
DAN POLA KERUNTUHAN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA**

yang disusun oleh **Muhammad Abdul Rizal (NIM 2201421048)** telah
dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap II di depan Tim Penguji pada hari Kamis
tanggal 25 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Praganif Sukarno, S.T., M.Eng. NIP 196311161989031002	
Anggota	Rinawati, S.T., M.T. NIP 197005102005012001	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



NIP 196605181990102001



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Abdul Rizal

NIM : 2201421048

Prodi : Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : muhammad.abdul.rizal.ts22@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : PENGARUH KEMIRINGAN KOLOM PADA FASAD TERHADAP KINERJA DAN POLA KERUNTUHAN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikuti 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.

Depok, 10 Juni 2026

Muhammad Abdul Rizal



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Kemiringan Kolom pada Fasad terhadap Kinerja dan Pola Keruntuhan Struktur Bangunan Tahan Gempa" dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada Program Studi D-IV Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kemiringan kolom pada fasad bangunan terhadap respons struktur, kinerja seismik, serta pola keruntuhan yang terjadi akibat pembebanan gempa.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan teknis selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen dan staf Program Studi D-IV Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan dukungan akademik selama masa perkuliahan.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moral selama penulis menempuh pendidikan.
4. Teman-teman serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi ini.

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 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

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian selanjutnya.

Depok, 10 Juni 2026

Muhammad Abdul Rizal





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Bangunan Tahan Gempa.....	8
2.3 Struktur Beton Bertulang.....	9
2.4 Kolom Beton Bertulang.....	10
2.4.1 Tipe Kolom	10
2.4.2 Kolom miring.....	12
2.4.3 Kolom Biaksial	13
2.4.4 Metode ACI 318.....	15
2.4.5 Metode Bresler.....	16
2.4.6 Pengaruh Kelangsingan Kolom	21
2.4.7 Diagram Interaksi Kekuatan Elemen Kolom.....	25
2.4.8 <i>Detailing</i> Tulangan Kolom	26
2.4.9 Desain Geser pada Kolom	27
2.5 Pembebanan.....	29
2.6 Analisis Respons Dinamik Struktur	30
2.6.1 Klasifikasi situs.....	30

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 mengumunkan 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

2.6.2 Kategori Risiko Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.....	31
2.6.3 Faktor Keutamaan Gempa	33
2.6.4 Penentuan Nilai Respons Spektra	34
2.6.5 Kategori Desain Seismik	37
2.6.6 Definisi Persayaran Kategori Desain Seismik	38
2.6.7 Spektrum Respons Desain	39
2.6.8 Parameter dan Pemilihan Sistem Struktur Gedung.....	41
2.6.9 Penentuan Periode Fundamental Struktur Gedung.....	42
2.6.10 Gaya Geser Seismik.....	44
2.6.11 Distribusi Vertikal Gaya Seismik.....	46
2.6.12 Penentuan Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan.....	46
2.6.13 Penentuan Berat Seismik Efektif.....	53
2.6.14 Penentuan Faktor Redundansi	56
2.6.15 Analisis Respons Spektrum Ragam	58
2.6.16 Kombinasi Pembebanan	60
2.7 Torsi Pada Struktur Bangunan.....	60
2.7.1 Torsi Bawaan	60
2.7.2 Torsi Tak Terduga	61
2.7.3 Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga.....	61
2.8 Simpangan Antar Tingkat.....	63
2.9 Pengaruh P-Delta ($P-\Delta$)	65
2.10 Pushover Analysis dengan Metode Spektrum Kapasitas	66
2.10.1 Kinerja Struktur Metode ATC-40	67
2.10.2 Titik Kinerja ATC-40 (<i>performance point</i>).....	69
2.10.3 Sendi Plastis (<i>Hinge Properties</i>).....	71
2.11 Analisis Statistik dan Tren Polinomial.....	73
BAB III METODE PENELITIAN.....	75
3.1 Gambaran Umum	75
3.2 Rancangan Penelitian	75
3.3 Objek Penelitian	76
3.3.1 Data Umum Bangunan.....	77
3.3.2 Perhitungan Geometri Kolom Miring.....	77
3.3.3 Permodelan Struktur Kolom Konvensional atau Vertikal (Model 1)	79
3.3.4 Permodelan Struktur Kolom Miring Sudut 10° (Model 2).....	79
3.3.5 Permodelan Struktur Kolom Miring Sudut 20° (Model 3).....	80



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3.6 Permodelan Struktur Kolom Miring Sudut 30° (Model 4).....	81
3.4 Tahapan Penelitian.....	83
3.4.1 Studi Literatur	85
3.4.2 Pengumpulan Data	85
3.4.3 <i>Preliminary Design</i>	85
3.4.4 Permodelan Struktur dengan ETABS.....	85
3.4.5 Pembebanan	86
3.4.6 Analisis Struktur	86
3.4.7 Perancangan Struktur SRPMK	86
3.4.8 Pemeriksaan Strong Column Weak Beam	86
3.4.9 Analisis Kinerja dan Pola Keruntuhan Struktur.....	87
3.4.10 Analisis Statistik	87
3.4.11 Penarikan Kesimpulan	89
3.5 Peraturan yang Digunakan	89
3.6 Luaran.....	90
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN	91
4.1 Data Umum Struktur dan Variasi Model.....	91
4.2 Hasil Analisis Gempa Respons Spektrum.....	92
4.2.1 Periode Fundamental dan Modal Participating Mass Ratio.....	92
4.2.2 Gaya Geser Dasar dan Faktor Skala Respons Spektrum.....	93
4.2.3 Displacement dan Simpangan Antar Lantai.....	95
4.2.4 Story Stiffness dan Ketidakberaturan Tingkat Lunak.....	100
4.3 Kapasitas dan Kebutuhan Tulangan Kolom Beton Bertulang.....	104
4.3.1 Rekapitulasi Tipe Kolom dan Kebutuhan Tulangan	104
4.3.2 Pemeriksaan Strong Column Weak Beam (SCWB)	106
4.3.3 Perkuatan Lokal Kolom Miring	107
4.4 Analisis Pushover dan Mekanisme Keruntuhan	109
4.4.1 Rekapitulasi Performance Point dan Level Kinerja.....	109
4.4.2 Rekapitulasi Mekanisme Sendi Plastis	111
4.5 Metode Analisis Data Secara Statistik.....	112
BAB V PENUTUP.....	116
5.1 Kesimpulan.....	116
5.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN.....	121

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe kolom berdasarkan pada bentuk dan tipe tulangan:(a) kolom dengan pengikat lateral; (b) kolom dengan tulangan spiral; (c) kolom yang menggabungkan material baja dan beton atau komposit.....	13
Gambar 2. 2 Penggunaan Kolom Miring Pada Hotel Fairfield by Marriot Slipi....	13
Gambar 2. 3 Momen Biaksial pada Kolom.....	14
Gambar 2. 4 Diagram Interaksi Kolom Biaksial dan Garis Batas	15
Gambar 2. 5 Grafik Kontur Beban.....	17
Gambar 2. 6 Kurva Interaksi.....	18
Gambar 2. 7 Diagram Interaksi P - M Kolom.....	20
Gambar 2. 8 Jackson & Moreland Alignment Chart.....	26
Gambar 2. 9 Diagram Interaksi Kolom.....	27
Gambar 2. 10 Peta Respon Spektra Periode 0,2 Detik (Ss)	36
Gambar 2. 11 Peta Respon Spektra Periode 1 Detik (S1).....	37
Gambar 2. 12 Grafik Spektrum Respons Desain	43
Gambar 2. 13 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a,1b dan 2	51
Gambar 2. 14 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3.....	51
Gambar 2. 15 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4.....	52
Gambar 2. 16 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5.....	52
Gambar 2. 17 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a, 1b dan 2.....	55
Gambar 2. 18 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3 dan 4.....	55
Gambar 2. 19 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b.....	56
Gambar 2. 20 Faktor Pembesaran Torsi (Ax)	65
Gambar 2. 21 Penentuan Simpangan AntarTingkat.....	66
Gambar 2. 22 Kurva Kapasitas	69
Gambar 2. 23 Perubahan Capacity Curve Menjadi Capacity Spectrum	71
Gambar 2. 24 Titik Kinerja (Performance Point).....	72
Gambar 3. 1 Variabel Penelitian.....	76
Gambar 3. 2 Denah Bangunan	76
Gambar 3. 3 Isometri Pemodelan Bangunan.....	77
Gambar 3. 4 Isometri Struktur Model 1	80
Gambar 3. 5 Isometri Struktur Model 2	81
Gambar 3. 6 Isometri Model 3	82
Gambar 4. 1 Perbandingan Gaya Geser Dasar Hasil Scaling Arah X.....	93
Gambar 4. 2 Perbandingan Gaya Geser Dasar Hasil Scaling Arah Y	93
Gambar 4. 3 Grafik Faktor Skala Respons Spektrum.....	94
Gambar 4. 4 Grafik Displacement per Tingkat Arah X	98



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 5 Grafik Displacement per Tingkat Arah Y	98
Gambar 4. 6 Grafik Simpangan Antar Lantai per Tingkat Arah X	99
Gambar 4. 7 Grafik Simpangan Antar Lantai per Tingkat Arah Y	99
Gambar 4. 8 Grafik Story Stiffness Arah X	102
Gambar 4. 9 Grafik Story Stiffness Arah Y	103
Gambar 4. 10 Grafik Kebutuhan Tulangan Longitudinal Kolom	105
Gambar 4. 11 Grafik Rasio Strong Column Weak Beam (SCWB).....	106
Gambar 4. 12 Grafik Kebutuhan Sengkang Lokal Kolom Miring	107
Gambar 4. 13 Kurva Kapasitas Pushover PUSH X	109
Gambar 4. 14 Kurva Kapasitas Pushover PUSH Y	109
Gambar 4. 15 Kurva Tren Polinomial Sudut Kemiringan terhadap Displacement Maksimum Arah X.....	112
Gambar 4. 16 Kurva Tren Polinomial Sudut Kemiringan terhadap Displacement Maksimum Arah Y	113
Gambar 4. 17 Kurva Tren Polinomial Sudut Kemiringan terhadap Simpangan Antar Lantai Maksimum Arah X.....	113
Gambar 4. 18 Kurva Tren Polinomial Sudut Kemiringan terhadap Simpangan Antar Lantai Maksimum Arah Y	114

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas nilai f'_c	11
Tabel 2. 2 Batas Tebal Selimut Beton	11
Tabel 2. 3 Faktor Reduksi Kekuatan	28
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs.....	31
Tabel 2. 5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	32
Tabel 2. 6 Faktor Keutamaan Gempa.....	34
Tabel 2. 7 Koefisien Situs F_a	35
Tabel 2. 8 Koefisien Situs F_v	36
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon.....	38
Tabel 2. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon.....	38
Tabel 2. 11 Definisi Syarat Kategori Desain Seismik.....	39
Tabel 2. 12 Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	42
Tabel 2. 13 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	43
Tabel 2. 14 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	44
Tabel 2. 15 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	47
Tabel 2. 16 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	51
Tabel 2. 17 Prosedur analisis yang diizinkan	55
Tabel 2. 18 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih	58
Tabel 2. 19 Simpangan antar tingkat izin, Δa , b	65
Tabel 2. 20 Batasan Rasio Drift Atap Menurut ATC-40	71
Tabel 2. 21 Tingkat Kerusakan Struktur Akibat Sendi Plastis	72
Tabel 4. 1 Data Umum Struktur	90
Tabel 4. 2 Variasi Model Penelitian	90
Tabel 4. 3 Periode Fundamental dan Partisipasi Massa Ragam.....	91
Tabel 4. 4 Gaya Geser Dasar dan Faktor Skala Arah X.....	92
Tabel 4. 5 Gaya Geser Dasar dan Faktor Skala Arah Y	92
Tabel 4. 6 Displacement Elastik per Tingkat Arah X.....	94
Tabel 4. 7 Displacement Elastik per Tingkat Arah Y.....	95
Tabel 4. 8 Simpangan Antar Lantai Inelastik Arah X	96
Tabel 4. 9 Simpangan Antar Lantai Inelastik Arah Y.....	96
Tabel 4. 10 Story Stiffness Arah X (kN/m).....	99
Tabel 4. 11 Story Stiffness Arah Y (kN/m)	100
Tabel 4. 12 Pemeriksaan Ketidakberaturan Tingkat Lunak	101
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Kolom	103
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Rasio Strong Column Weak Beam	105
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perkuatan Lokal Kolom Miring	106
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Performance Point dan Level Kinerja ATC-40	107
Tabel 4. 17 Perubahan Performance Point dari Model 1 ke Model 4	108
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Mekanisme Sendi Plastis.....	109
Tabel 4. 19 Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas	110
Tabel 4. 20 Hasil Uji Beda dan Effect Size.....	111



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Preliminary Design</i>	122
Lampiran 2 Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2020	123
Lampiran 3 Analisis Statik Ekuivalen dan Analisis Gempa Respons Spektrum	129
Lampiran 4 Detailing Balok dan Kolom.....	141
Lampiran 5 Output Analisis Pushover	217
Lampiran 6 Formulir SI-1 Pernyataan Calon Pembimbing	252
Lampiran 7 Formulir SI-2 Lembar Pengesahan.....	253
Lampiran 8 Formulir SI-3 Asistensi Dosen Pembimbing.....	254
Lampiran 9 Formulir SI-3 Asistensi Dosen Penguji	255
Lampiran 10 Formulir SI-4 Lembar Persetujuan Pembimbing.....	257
Lampiran 11 Formulir SI-5 Lembar Persetujuan Penguji.....	258
Lampiran 12 Formulir SI-7 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi.....	260



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 mengumunkan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya inovasi desain arsitektural, pembangunan bangunan gedung bertingkat saat ini tidak lagi terpaku terhadap fungsionalitas bangunan itu sendiri. Perkembangan ini mengakibatkan desain tegak lurus konvensional makin ditinggalkan, karena itu untuk merancang kekuatan gedung tidak lagi hanya memperhatikan kekuatan material, tetapi lebih fokus kepada kontrol pada kapasitas simpangan lateral atau defleksi dan juga stabilitas global suatu bangunan. (Erkoç & Torunbalcı, 2024)

Sebagai salah satu komponen paling esensial pada struktur gedung bertingkat, kolom memegang peranan krusial dalam mendistribusikan beban dari tingkat teratas hingga ke fondasi dasar. Ketangguhan dan stabilitas elemen ini sangat menentukan keamanan struktur guna mencegah risiko keruntuhan fatal yang dapat memicu kerugian material hingga mengancam keselamatan jiwa (Sudarmoko, 1996).

Penerapan kolom miring kian diminati pada bangunan berarsitektur unik karena mampu memberikan daya tarik visual yang estetik sekaligus keleluasaan dalam penataan tata ruang interior. Secara prinsip, elemen dengan sudut kemiringan tertentu ini tetap berfungsi memikul beban aksial tekan layaknya kolom biasa. Namun, penggunaannya memunculkan tantangan ekstra dalam analisis struktur akibat adanya distribusi gaya yang tidak seragam, yang berpotensi memicu ketidakstabilan jika tidak dirancang dengan perhitungan matang (Arkan, 2025).

Walaupun penggunaan kolom miring makin sering ditemui pada bangunan-bangunan modern, sebagian besar penelitian untuk topik ini masih berfokus pada elemen miring tunggal atau struktur dengan kemiringan menyeluruh sampai ke atas (membentuk piramida). Penelitian yang secara khusus membahas kolom miring pada fasad bangunan yang diterapkan pada lantai dasar hingga ke lantai dua, masih terbatas. Padahal konfigurasi ini paling umum digunakan pada

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 nyata dan menumbulkan kondisi struktur yang berbeda , khususnya pada lantai transisi akibat perubahan orientasi kolom.

Objek penelitian ini adalah gedung beton bertulang 17 lantai dengan tinggi total 72 m. Kolom miring diterapkan secara parsial pada fasad bangunan dan dievaluasi melalui empat variasi model, yaitu Model 1 sebagai model dengan kolom fasad vertikal, Model 2 dengan kolom fasad miring 10° , Model 3 dengan kolom fasad miring 20° , dan Model 4 dengan kolom fasad miring 30° .

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak perbedaan sudut kemiringan pada kolom fasad terhadap perilaku dan respons global struktur bangunan. Selain itu, studi ini juga mengkaji level kinerja serta mekanisme pola keruntuhan pada struktur beton bertulang, guna memastikan bahwa konfigurasi arsitektur dengan kolom miring tetap selaras dengan kriteria keselamatan struktural yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang telah dijelaskan diatas, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan dalam beberapa pertanyaan berikut:

1. Bagaimana perbedaan nilai gaya geser dasar (*base shear*), perpindahan lateral (*displacement*), dan simpangan antar lantai (*story drift*) pada bangunan bertingkat dengan kolom vertikal dan dengan variasi kemiringan kolom pada fasad lantai dasar hingga lantai dua?
2. Bagaimana pengaruh kemiringan kolom fasad terhadap kapasitas dan kebutuhan desain tulangan kolom beton bertulang pada bangunan bertingkat?
3. Bagaimana perbandingan level kinerja dan mekanisme keruntuhan struktur pada keempat model uji berdasarkan analisis pushover?

1.3 Tujuan

Mengacu pada rumusan masalah yang telah ditetapkan diatas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membandingkan nilai gaya geser dasar (*base shear*), perpindahan lateral (*displacement*), dan simpangan antar lantai (*story drift*) pada bangunan bertingkat dengan kolom vertikal dan dengan variasi kemiringan kolom pada fasad lantai dasar hingga lantai dua.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menganalisis pengaruh kemiringan kolom fasad terhadap kapasitas dan kebutuhan desain tulangan kolom beton bertulang pada bangunan bertingkat.
3. Mengevaluasi tingkat kinerja (performance level) serta mekanisme keruntuhan struktur pada keempat model uji melalui analisis pushover.

1.4 Batasan Masalah

1. Bangunan dimodelkan sebagai gedung beton bertulang 17 lantai dengan tinggi total 72 m.
2. Kolom miring terdapat di fasad bangunan atau bagian depan dari lantai dasar hingga lantai 2 sebanyak 4 kolom.
3. Permodelan struktur yang digunakan:
 - Model 1 : Semua kolom vertikal atau tegak lurus
 - Model 2 : Kolom pada fasad bangunan miring sebesar 10°
 - Model 3 : Kolom pada fasad bangunan miring sebesar 20°
 - Model 4 : Kolom pada fasad bangunan miring sebesar 30°
4. Sistem struktur yang diterapkan adalah Sistem Rangka Ganda
5. Peninjauan analisis ini dibatasi pada pengaplikasian beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang disesuaikan dengan peraturan pembebanan.
6. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS 22
7. Analisis nonlinier menggunakan *pushover analysis*
8. Perancangan struktur hanya menganalisis struktur atas bangunan
9. Tidak menghasilkan gambar DED
10. Tidak membahas aspek ekonomis atau biaya dari perbedaan kemiringan 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

1.5 Sistematika Penulisan

Struktur penyusunan laporan skripsi ini mengacu pada pedoman akademik yang berlaku. Secara garis besar, pembahasan materi dibagi ke dalam lima bagian utama dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian awal ini memaparkan alasan pemilihan topik kajian, perumusan masalah, target yang ingin dicapai, batasan ruang lingkup kerja, serta kerangka penyajian laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan referensi dari berbagai studi terdahulu dan merangkum dasar-dasar teori pendukung yang menjadi pijakan literatur dalam pengerjaan riset.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Memuat rincian alur kerja, mulai dari penentuan objek, perancangan prosedur dan tahapan, pedoman standar yang diaplikasikan, hingga proyeksi luaran yang ditargetkan.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjabarkan seluruh informasi atau parameter yang dikumpulkan, dilanjutkan dengan proses pengolahan data serta interpretasi komprehensif terhadap hasil akhir yang didapat.

BAB V PENUTUP

Merupakan bagian akhir yang merangkum poin-poin kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah, dilengkapi dengan masukan atau rekomendasi konstruktif bagi pengembangan studi ke depannya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Variasi sudut kemiringan kolom fasad memengaruhi respons global struktur, dengan pengaruh paling jelas pada arah Y. Periode komputer T_c menurun dari 2,935 detik pada Model 1 menjadi 2,799 detik pada Model 4 atau turun 4,634%, sedangkan gaya geser dasar final hasil scaling relatif tetap karena hanya meningkat 0,072% pada arah X dan 0,075% pada arah Y. Displacement atap arah X turun kecil dari 122,203 mm menjadi 121,729 mm atau 0,388%, sedangkan arah Y turun dari 174,336 mm menjadi 158,346 mm atau 9,172%. Drift maksimum arah X naik kecil sebesar 0,503%, sedangkan drift maksimum arah Y turun 9,160%. Story stiffness arah X relatif stabil, sementara arah Y meningkat lebih nyata pada zona bawah, khususnya lantai 2 dari 903608,5 kN/m pada Model 1 menjadi 1911525 kN/m pada Model 4. Seluruh model tetap memenuhi batas drift izin dan tidak menunjukkan ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak.

Kemiringan kolom fasad juga memengaruhi kebutuhan desain dan detailing elemen kolom. Seluruh tipe kolom menggunakan tulangan utama D32, namun peningkatan sudut menyebabkan beberapa tipe kolom membutuhkan jumlah tulangan yang lebih besar, yaitu K1 dari 32D32 pada Model 1 sampai Model 3 menjadi 36D32 pada Model 4, serta K2 dari 32D32 pada Model 1 dan Model 2 menjadi 36D32 pada Model 3 dan Model 4. Meskipun demikian, seluruh pemeriksaan Strong Column Weak Beam tetap memenuhi syarat karena rasio B/C maksimum masih lebih kecil dari 1,000. Pada kolom miring, kebutuhan perkuatan lokal di kaki dan kepala kolom juga meningkat. Perkuatan lokal dihitung dari gaya ujung I-End dan J-End hasil ETABS pada kepala dan kaki kolom miring, kemudian digunakan bersama panjang zona ujung lo untuk menentukan kebutuhan sengkang lokal D13-100. Kebutuhan sengkang untuk empat kolom bertambah dari 120 buah pada Model 2 menjadi 136 buah pada Model 4. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh kemiringan kolom fasad terhadap desain lebih dominan muncul pada peningkatan kebutuhan detailing dan confinement daerah transisi, bukan pada kegagalan kapasitas global kolom.

Hasil pushover menunjukkan seluruh performance point ditemukan dan seluruh model berada pada level kinerja Immediate Occupancy 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 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

dengan drift performance point berada pada rentang 0,700% sampai 0,887%. Arah PUSH X relatif stabil, sedangkan arah PUSH Y menunjukkan perubahan lebih besar karena roof displacement performance point turun 21,091% dari Model 1 ke Model 4. Mekanisme sendi plastis pada sebagian besar case diawali oleh balok sehingga kecenderungan mekanisme masih mendekati beam sway mechanism, namun Model 4 arah PUSH Y perlu diperhatikan karena sendi pertama tercatat pada kolom. Hasil analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada taraf 5%, sehingga statistik digunakan sebagai analisis pendukung; penilaian utama tetap didasarkan pada tren respons struktur dan implikasi desain. Berdasarkan kombinasi respons global, kebutuhan detailing, dan mekanisme pushover, Model 2 merupakan pilihan kolom miring yang paling rasional karena memberi perubahan geometri tanpa peningkatan kebutuhan detailing dan risiko respons lokal sebesar model dengan sudut yang lebih besar.

Secara keseluruhan, kemiringan kolom fasad berpengaruh terhadap tiga aspek utama penelitian, yaitu respons global, kebutuhan detailing, dan kinerja nonlinear struktur. Pengaruh terhadap respons global terlihat dari penurunan perioda komputer, perubahan displacement dan drift terutama pada arah Y, serta perubahan distribusi kekakuan yang tetap tidak menimbulkan soft story. Pengaruh terhadap desain elemen terlihat dari peningkatan kebutuhan tulangan pada tipe kolom tertentu, rasio SCWB yang tetap memenuhi syarat, dan meningkatnya kebutuhan sengkang lokal pada kaki serta kepala kolom miring. Pengaruh terhadap kinerja pushover terlihat dari perubahan roof displacement performance point, drift performance point, serta lokasi awal sendi plastis yang pada Model 4 arah PUSH Y berpindah ke kolom. Dengan demikian, kemiringan kolom fasad tidak hanya memengaruhi besar kecilnya respons struktur, tetapi juga mengubah kebutuhan detailing daerah transisi dan potensi respons lokal elemen, sehingga sudut kemiringan yang lebih besar perlu dikontrol dari sisi respons global, kapasitas kolom, confinement ujung kolom, dan mekanisme keruntuhan.

5.2 Saran

1. Analisis lanjutan dapat meninjau variasi sudut yang lebih rapat di antara 10° sampai 30° untuk menentukan batas sudut yang masih efisien secara global dan aman secara lokal.
2. Daerah kolom miring dan rantai transisi perlu diberi perhatian lebih pada detailing tulangan transversal, confinement, dan sambungan balok-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

karena perubahan geometri dapat mengubah distribusi momen dan lokasi awal sendi plastis.

3. Untuk memperkuat kesimpulan statistik, penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah sampel respons, variasi model, atau variasi rekaman gempa sehingga pengujian statistik memiliki daya uji yang lebih baik.
4. Mengeksplorasi variasi konfigurasi kolom miring, seperti penerapan kemiringan pada seluruh sisi fasad, pada lantai tengah, atau pada jumlah kolom yang berbeda, untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh mengenai pengaruh geometri kolom miring.
5. Memvalidasi hasil pemodelan numerik melalui pengujian eksperimental skala laboratorium, mengingat masih terbatasnya referensi eksperimental tentang perilaku seismik kolom miring pada fasad bangunan rangka beton bertulang di Indonesia.





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

DAFTAR PUSTAKA

- Applied Technology Council. (1996). *ATC-40 Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building*.
- Arkan, D. F. (2025). *ANALISIS KOLOM MIRING PADA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT (Studi Kasus Proyek Pembangunan Hotel Rez Semarang)*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). *SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- Budur, K., & Suwardja, A. (1994). *STUDI PUSTAKA ANALISA KOLOM BIAKSIAL*.
- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur beton bertulang: berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. Gramedia Pustaka Utama.
<https://books.google.co.id/books?id=xk-QtQEACAAJ>
- Erkoç, Y., & Torunbalcı, N. (2024). Design of Inclined-Form Buildings: Architectural and Structural Considerations. *Journal of Architectural Engineering*, 30(3), 3124003. <https://doi.org/10.1061/JAEIED.AEENG-1777>
- Federal Emergency Management Agency. (2005). *FEMA 440 Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*.
- Fitriansyah, R. H. (2021). *ANALISIS KOLOM MIRING PADA STRUKTUR GEDUNG DPRD KABUPATEN BANDUNG BARAT*.
- Garip, Z. Ş., & Aksen, M. (2025). *Impact of inclined columns on the performance of reinforced concrete structures: Methodological comparison*.
- Hidayat, I., & Harland, R. R. (2023). Structure behaviour of inclined column building to earthquake load based on SNI 1726-2019. *AIP Conference Proceedings*, 2594(1), 20003. <https://doi.org/10.1063/5.0109494>
- Kusuma, G., & Vis. (1993). *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang*.



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

- Mahesh, U., & Pandit, P. (2020). *A Review on Pushover Analysis for Irregular Structures*. 10(7), 26835–26838.
- McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2015). *Design of Reinforced Concrete*. Wiley.
https://books.google.co.id/books?id=_wclCgAAQBAJ
- Mousavizadeh, M. M., Ghandi, E., Farzam, M., & Gholizad, A. (2024). An experimental and numerical study of plastic hinge relocation in the exterior RC beam-to-column joints with the implementation of the local weakening method. *Engineering Structures*, 317, 118696.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118696>
- Nawy, E. G. (2009). *Reinforced Concrete: A Fundamental Approach*. Pearson Prentice Hall. https://books.google.co.id/books?id=fHCDqh_7-oEC
- Patel, A., & Butala, A. M. (2021). *Seismic Performance of High-Rise Building with Inclined Column Using ETABS*. 2(7), 52–56.
- Paulay, T., & Priestley, M. J. N. (1992). *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. John Wiley & Sons.
- Purnawirawan, D. J. W. A. S. J. (2023). *Pengaruh Floating Column terhadap Kinerja dan Pola Keruntuhan Struktur Bangunan Tahan Gempa Bertingkat Menengah*.
<https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026>
- Sudarmoko. (1996). *Perancangan Struktur Pelat Beton*. Biro Penerbit Jurusan Teknik Sipil, Yogyakarta.
- Targe, H. A., Bhadane, U. D., Derle, G. M., & Mane, S. S. (2022). *Comparative Analysis of Reinforced Concrete Oblique Columns and Y- Shaped Columns by Using ETABS*. 1(6), 29–32.
- Ujianto, M., Jaenuri, W. A. H., & Nurchasanah, Y. (2015). *Studi Kinerja Sendi Plastis pada Gedung Daktil Parsial dengan Analisis Beban Dorong*.
- Widodo. (2012). *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Pustaka Pelajar.
- Zhu, M., Geng, D., & Huang, Y. (2026). *Experimental and Numerical Study on Seismic Performance of Steel Reinforced Concrete Inclined Column Under Cyclic Loading*. 1–24.