

**PERENCANAAN BANGUNAN TAHAN GEMPA BER-LAYOUT U PADA
GEDUNG SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS NEGERI PADANG (UNP)**

TUGAS AKHIR

*Tugas Akhir Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh:

Fayer Mahival

NIM. 21323008

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2025

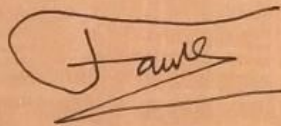
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN BANGUNAN TAHAN GEMPA BER-LAYOUT U PADA GEDUNG SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS NEGERI PADANG (UNP)

Nama : Fayer Mahival
NIM : 21323008
Prodi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 9 September 2025

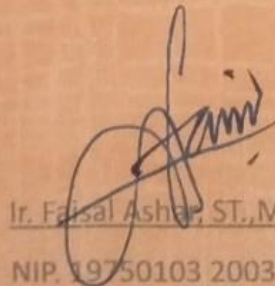
Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Fajri Yusmar, ST., MT.

NIP. 19890318 201903 1 012

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



Ir. Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D.

NIP. 19750103 200312 1 001

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN BANGUNAN TAHAN GEMPA BER-LAYOUT U PADA GEDUNG SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS NEGERI PADANG (UNP)

Nama : Fayer Mahival
NIM : 21323008
Prodi : S1 Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, 9 September 2025

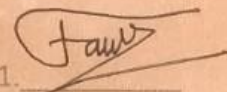
Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

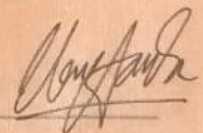
1. Ketua : Fajri Yusmar, ST.,MT.

1.



2. Anggota : Dr. Eng. Ir. Nevy Sandra, ST.,M.Eng.

2.



3. Anggota : Ir. Risma Apdeni, ST.,MT.

3.



Halaman Persembahan

Tiada lembar yang lebih indah dalam laporan Tugas Akhir ini selain lembar persembahan. Alhamdulillah hirabbil 'alamin, dengan mengucapkan syukur atas rahmat Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Asril dan Ibu Gelvida yang senantiasa memberikan kasih sayang, dan doa dalam setiap langkah. Terima kasih atas cinta, dukungan, serta semangat yang tiada henti yang menjadi kekuatan penulis dalam mewujudkan cita-cita.
2. Dosen Pembimbing, Bapak Fajri Yusmar, S.T.M.T., terima kasih atas waktu, tenaga, dan pemikiran yang telah diberikan dalam membimbing serta memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Dosen Penguji, Ibu Dr. Eng. Ir. Nevy Sandra, S.T.,M.Eng., dan Ibu Ir. Risma Apdeni, S.T.M.T., yang telah memberikan arahan dan saran, sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Untuk teman-teman seperjuangan dan rekan-rekan mahasiswa yang bersama-sama berjuang menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, penulis ucapkan terima kasih.
6. Terakhir, untuk diri saya sendiri. Terima kasih telah berjuang melewati semua ini, tetap bertahan tanpa menyerah, dan selalu percaya bahwa kita mampu. Terima kasih telah menjadi diriku sendiri dengan versi terbaik yang kita miliki.

MOTTO

“Orang hebat tidak dihasilkan dari kemudahan, kesenangan, dan kenyamanan. Mereka dibentuk melalui kesulitan, rasa sakit, dan banyaknya rintangan.”

“Janganlah takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah.”

“Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.”

“Ketahuilah, kegagalan merupakan hal yang pasti dalam kehidupan. Mungkin di masa depan kita akan mengalaminya, tetapi percayalah orang-orang hebat bukanlah mereka yang tidak pernah gagal, melainkan mereka yang selalu bangkit dan tidak menyerah sampai akhirnya mereka berhasil.”

“Maka sesungguhnya berserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan (Q.S Al-insyirah, 94:5-6).”

“Seindah apapun kita merancang masa depan, tetap sisakan ruang ikhlas bahwa hari esok memang bukan kehendak kita.”

“Sebaik-baiknya ilmu adalah yang dapat bermanfaat bagi orang lain.”



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

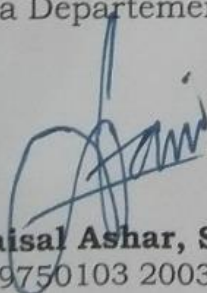
Nama : Fayer Mahival.....
NIM/TM : 21323008 / 2021.....
Program Studi : S1 Teknik Sipil.....
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Ber-Layout U pada Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang (UNP).....

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Sipil


(Ir. Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D)
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,


Fayer Mahival.....

BIODATA

A. Data Diri

Nama : Fayer Mahival
Tempat/tanggal lahir : Padang /1 Maret 2003
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki-laki
Golongan darah : O
Anak ke : 1 (Satu)
Jumlah saudara : 1 (Satu)
Nama ayah : Asril
Nama ibu : Gelvida
Alamat : Desa Suka Makmur, Kecamatan Sungai Bahar,
Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.
Email : fayerdd9@gmail.com



B. Riwayat Pendidikan

SD : SD Negeri 74 Suka Makmur
SMP : SMP Negeri 12 Muaro Jambi
SMA/SMK sederajat : SMA Negeri 5 Kota Jambi
Universitas : Universitas Negeri Padang

C. Tugas Akhir

Judul : Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Ber-*layout* U
pada Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri
Padang
Tanggal Sidang : 7 Agustus 2025

ABSTRAK

Fayer Mahival, 2025. PERENCANAAN BANGUNAN TAHAN GEMPA BER-LAYOUT U PADA GEDUNG SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS NEGERI PADANG (UNP)

Penelitian ini membahas mengenai perencanaan struktur bangunan tahan gempa pada Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang (UNP) yang berlokasi di kawasan Tarok City, Kabupaten Padang Pariaman, Provinsi Sumatera Barat. Mengingat wilayah Sumatera Barat termasuk dalam zona rawan gempa, maka diperlukan perencanaan struktur yang memenuhi persyaratan bangunan tahan gempa. Berdasarkan dari desain awal, bangunan yang direncanakan memiliki bentuk layout “U” yang berpotensi menimbulkan ketidakberaturan torsi saat terjadi gempa, sehingga perlu perencanaan yang cermat dan sesuai ketentuan agar bangunan yang direncanakan mampu menahan gempa yang terjadi.

Perencanaan gedung ini menggunakan material beton bertulang dengan struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Analisis struktur dilakukan dengan bantuan *software* ETABS, sedangkan analisis beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen dan respons spektrum. Proses perencanaan dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: (1) pemilihan model layout bangunan dilatasi yang optimal dari segi efisiensi biaya dan kinerja seismik, (2) analisis struktur model terpilih berdasarkan SNI 1726:2019 untuk memastikan ketahanan terhadap beban gempa, dan (3) Merencanakan elemen struktur yang mengacu pada SNI 2847:2019.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Model B merupakan opsi terbaik karena memenuhi kriteria efisiensi biaya dan ketahanan gempa. Selain itu, struktur yang dirancang telah memenuhi seluruh persyaratan teknis sesuai standar yang berlaku, sehingga dinyatakan aman terhadap potensi gempa di wilayah tersebut.

Kata Kunci: Gedung Sekolah Vokasi, struktur tahan gempa, *layout* bangunan, Analisis struktur .

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, dan tidak lupa pula shalawat berserta salam penulis ucapkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad shallallahu 'alaihi wasallam. Berkat izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Ber-*Layout* U pada Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang (UNP)”. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik (S.T) di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Selama proses penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, serta bantuan baik secara moral maupun material. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. Faisal Ashar, S.T.,M.T.,Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Fajri Yusmar, S.T.M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat, dan dorongan selama proses perkuliahan serta penyusunan Tugas Akhir ini. Setiap masukan dan saran yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Nevy Sandra, S.T.,M.Eng., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, saran, ilmu dan nasihat, sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Ibu Ir. Risma Apdeni, S.T.M.T., yang telah memberikan arahan, saran, ilmu dan nasihat, sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak dan ibu dosen serta staff Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, yang telah memberikan ilmu, pengetahuan,

pengalaman serta bantuan kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.

6. Teman-teman keluarga Yanto, sejalan sampai wisuda dan teman seperbimbingan yang telah membantu selama perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2021, senior dan junior Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, yang telah banyak membantu selama perkuliahan serta memberikan semangat hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
8. Serta kepada semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga segala amal kebaikan dan kerelaannya mendapat ridho dan balasan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki berbagai kekurangan. oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar karya ini dapat menjadi lebih baik di masa mendatang. Penulis juga berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, masyarakat umum, tim perencanaan sekolah vokasi universitas negeri padang, dan bagi mahasiswa Departemen Teknik Sipil.

Padang, 9 September 2025

DAFTAR ISI

ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Spesifikasi Teknis.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Pendidikan Vokasi	9
B. Sekolah Vokasi	9
C. Perencanaan Gedung Sekolah Vokasi	11
D. Tarok City	13
E. Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.....	13
F. Pemisahan Bangunan (Dilatasi)	14
1. Jenis-Jenis Dilatasi.....	17
2. Jarak Dilatasi Bangunan	21
G. Ketidakberaturan Bangunan	24
H. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).....	29
I. Perencanaan Elemen Struktur	30
J. Pembebanan Pada Bangunan.....	44
K. Jenis-Jenis <i>Software</i> yang Digunakan Sebagai Analisis Struktur.....	58
L. Penelitian yang Relevan	60
BAB III PROSEDUR PERANCANGAN.....	63
A. Prosedur dan Rencana Rancangan	63
B. Waktu Perancangan	69
C. Sifat Perancangan	70
D. Data Perancangan	70
E. Teknik Pengumpulan Data	77

F. Metode Pembahasan / Analisis Data.....	77
G. Produk Tugas Akhir	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	78
A. Deskripsi Umum Bangunan	78
B. Preliminary Design Elemen Struktur.....	78
C. Pembebanan Struktur.....	93
D. Pemodelan Awal Bangunan	122
E. Menentukan Model Bangunan yang Digunakan	124
F. Memodelkan Bangunan Model B	139
G. Validasi Bangunan.....	142
H. Pemeriksaan Simpangan dan Menentukan Jarak Dilatasi	152
I. Pemeriksaan Pengaruh P-delta	161
J. Perencanaan Elemen Struktur	168
K. Pemeriksaan Struktur Atap Akibat Deformasi Bangunan.....	248
BAB V PENUTUP	258
A. Kesimpulan	258
B. Saran	258
DAFTAR PUSTAKA	259
LAMPIRAN.....	262

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Simpangan Antar Tingkat Izin	22
Tabel 2. Ketidakberaturan Horizontal Bangunan	24
Tabel 3. Ketidakberaturan Vertikal Bangunan	27
Tabel 4. Tebal Minimum Pelat Satu Arah	32
Tabel 5. As Min untuk Pelat Satu Arah	33
Tabel 6. Tinggi Minimum Balok	34
Tabel 7. Beban Mati Tambahan pada Gedung	44
Tabel 8. Beban Hidup yang Diperlukan pada Perencanaan	45
Tabel 9. Kategori Risiko Bangunan untuk Beban Seismik	47
Tabel 10. Faktor Keutamaan Gempa	47
Tabel 11. Klasifikasi Situs Jenis Tanah	48
Tabel 12. Koefisien Situs, F_a	51
Tabel 13. Koefisien Situs, F_v	51
Tabel 14. Kategori Seismik Berdasarkan Percepatan Periode Pendek.	53
Tabel 15. Kategori D Seismik Berdasarkan Percepatan Periode 1 Detik	54
Tabel 16. Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	54
Tabel 17. Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	56
Tabel 18. Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	56
Tabel 19. Nilai Reduksi Kekuatan	58
Tabel 20. Rencana Penjadwalan Penelitian Tugas Akhir	70
Tabel 21. Ringkasan <i>Preliminary</i> Balok	79
Tabel 22. Ketebalan Minimum Pelat untuk $\alpha_{fm} < 0,2$	80
Tabel 23. Tabel Menentukan Tebal Pelat Lantai	85
Tabel 24. Resume <i>Preliminary</i> Kolom	93
Tabel 25. Rekapitan hasil uji N-SPT	97
Tabel 26. Kombinasi Pembebanan Gempa	101
Tabel 27. Nilai Kecepatan Angin Berdasarkan Wilayah	106
Tabel 28. Faktor Arah Angin, K_d	107
Tabel 29. Faktor Topografi, K_{zt}	110

Tabel 30. Koefisien Tekanan Internal.....	111
Tabel 31. Konstanta Eksposur Dataran.....	112
Tabel 32. koefisien tekanan atap (C_p), untuk digunakan untuk q_h	113
Tabel 33. Nilai C_p untuk kemiringan atap 30 – 60°	114
Tabel 34. Nilai C_p yang Bisa Direduksi.....	114
Tabel 35. Nilai Interpolasi $h/L = 0,84$	117
Tabel 36. Interpolasi Nilai C_p Kemiringan Atap 21 °.....	117
Tabel 37. Menentukan Nilai C_p yang Digunakan.....	118
Tabel 38. Kombinasi Pembebanan pada Atap.....	121
Tabel 39. Modal Periods Model C	124
Tabel 40. Partisipasi Massa Arah X dan Arah Y Model C	125
Tabel 41. Hasil Output Gaya Geser Dinamik dan Statik Model C	128
Tabel 42. Kontrol Gaya Geser Dinamik dan Statik Model C	128
Tabel 43. Nilai Gaya Geser Dinamik dan Statik Model C	129
Tabel 44. Modal Periods Model B	131
Tabel 45. Partisipasi Massa Arah X dan Arah Y Model C	133
Tabel 46. Hasil Output Gaya Geser Dinamik dan Statik Model B	135
Tabel 47. Kontrol Gaya Geser Dinamik dan Statik Model B	135
Tabel 48. Nilai Gaya Geser Dinamik dan Statik Model B	137
Tabel 49. Validasi Data Balok Induk Bangunan Tipe B4	142
Tabel 50. Validasi Data Balok Anak Lantai 2 dan 3, Bangunan Tipe B4	143
Tabel 51. Validasi Data Balok Anak Lantai 4 (Atap), Bangunan Tipe B4	143
Tabel 52. Validasi Data Pelat Lantai Bangunan Tipe B4.....	144
Tabel 53. Validasi Data Kolom Bangunan Tipe B4	144
Tabel 54. Validasi Data Balok Induk Bangunan Tipe B3.....	146
Tabel 55. Validasi Data Balok Anak Bangunan Tipe B3.....	146
Table 56. Validasi Data Pelat Bangunan Tipe B3	147
Tabel 57. Validasi Data Kolom Bangunan Tipe B3	147
Tabel 58. Validasi Data Balok Induk Bangunan Tipe B5	149
Tabel 59. Validasi Data Balok Anak Bangunan Tipe B5	149

Tabel 60. Validasi Data Pelat Lantai Bangunan Tipe B5.....	149
Tabel 61. Validasi Data Kolom Bangunan Tipe B5	150
Tabel 62. Pemeriksaan Simpangan Bangunan Tipe B4.....	156
Tabel 63. Pemeriksaan Simpangan Bangunan Tipe B1.....	156
Tabel 64. Pemeriksaan Simpangan Bangunan Tipe B2.....	157
Tabel 65. Pemeriksaan Simpangan Bangunan Tipe B3.....	157
Tabel 66. Pemeriksaan Simpangan Bangunan Tipe B5.....	157
Tabel 67. Rangkuman Perpindahan Inelastik Maksimum	160
Tabel 68. Rangkuman Nilai Story Forces Bangunan B4.....	163
Tabel 69. Rangkuman Nilai Koefisien Stabilitas Bangunan B4	163
Tabel 70. Rangkuman Nilai Story Forces Bangunan B1	164
Tabel 71. . Rangkuman Nilai Koefisien Stabilitas Bangunan B1	164
Tabel 72. Rangkuman Nilai <i>Story Forces</i> Bangunan B2	164
Tabel 73. Nilai Koefisien Stabilitas Bangunan B2	165
Tabel 74. Rangkuman Nilai Story Forces Bangunan B3.....	165
Tabel 75. Nilai Koefisien Stabilitas Bangunan B3	165
Tabel 76. Rangkuman Nilai Story Forces Bangunan B5.....	165
Tabel 77. Nilai Koefisien Stabilitas Bangunan B5	166
Tabel 78. Gaya dalam aksial kolom dimensi 950x950	215
Tabel 79. Gaya dalam aksial kolom dimensi 750x750	222
Tabel 80. Gaya dalam aksial kolom dimensi 600x600	223
Tabel 81. Rangkuman Pemeriksaan Perencanaan Joint.....	237
Tabel 82. Momen Pelat Tangga dan Pelat Bordes	240

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ring of Fire.....	1
Gambar 2. Tampak Atas Bangunan Sekolah Vokasi	4
Gambar 3. Puntir yang Terjadi pada Kolom (a) dan (b).....	4
Gambar 4. Lendutan yang Terjadi pada Balok	6
Gambar 5. Perbandingan Bentuk Bangunan.....	16
Gambar 6. Dilatasi Dua Kolom	17
Gambar 7. Contoh Denah Dilatasi Dua Kolom	18
Gambar 8. (a) Balok Tidak dengan Dilatasi (b) Dilatasi dengan Balok Kantilever .	19
Gambar 9. (a) Balok Tidak dengan Dilatasi (b) Dilatasi dengan Balok Gerber	20
Gambar 10. (a) Balok Tidak dengan Dilatasi (b) Dilatasi dengan Konsol	21
Gambar 11. Simpang Antar Tingkat	22
Gambar 12. Ketidakberaturan Horizontal	26
Gambar 13. Ketidakberaturan Vertikal.....	28
Gambar 14. Sketsa Kolom	35
Gambar 15. Parameter Gerak Tanah Ss, MCER Wilayah Indonesia	49
Gambar 16. Parameter Gerak Tanah S1, MCER Wilayah Indonesia	49
Gambar 17. Peta Transmisi Periode Panjang TL, Wilayah Indonesia	50
Gambar 18. Spektrum Respons Desain.....	53
Gambar 19. (a), (b), (c) Bentuk-Bentuk Layout Bangunan Dilatasi	64
Gambar 20. Sketsa bangunan dilatasi yang diberikan kolom	65
Gambar 21. Diagram Alir Perancangan Tugas Akhir.....	69
Gambar 22. Lokasi Pembangunan Gedung Sekolah Vokasi UNP	71
Gambar 23. Denah Lantai 1 Lokasi Penelitian.....	72
Gambar 24. Denah Lantai 2 Lokasi Penelitian.....	72
Gambar 25. Denah Lantai 3 Lokasi Penelitian.....	73
Gambar 26. Denah Tampak Depan	73
Gambar 27. Denah Tampak Belakang	74
Gambar 28. Denah Tampak Samping Kanan	74
Gambar 29. Denah Tampak Samping Kiri.....	75

Gambar 30. Data Pengujian SPT.....	76
Gambar 31. Sketsa Tampak Atas Pelat Lantai 2 Arah	80
Gambar 32. Dimensi efektif balok.....	81
Gambar 33. Sketsa Perhitungan Luas Penampang.....	82
Gambar 34. Sketsa Perhitungan Titik Berat Penampang	82
Gambar 35. Sketsa Tampak Atas Pelat Lantai 1 Arah	84
Gambar 36. Posisi Kolom yang Ditinjau	86
Gambar 37. Tinjauan K1.....	87
Gambar 38. Tinjauan K2.....	87
Gambar 39. Input Respon Spektrum pada ETABS.....	99
Gambar 40. Tipe Beban Gempa Statis	102
Gambar 41. Gambar Modify Load Pattern untuk Gempa Statik Arah X	103
Gambar 42. Gambar Modify Load Pattern untuk Gempa Statik Arah Y	103
Gambar 43. Tipe Beban Dinamis	104
Gambar 44. Modify Modal Load Case.....	104
Gambar 45. Peta Wilayah Indonesia	105
Gambar 46. Ilustrasi Tinggi Bangunan Gedung.....	115
Gambar 47. Tipe-tipe Rangka Atap yang Digunakan.....	116
Gambar 48. Pemodelan Atap 3D di ETABS	122
Gambar 49. Pemodelan Atap 3D Tampak Samping	123
Gambar 50. Model Bangunan C	123
Gambar 51. Model Bangunan B	123
Gambar 52. Faktor Skala Arah Y Gempa Dinamik Model C.....	127
Gambar 53. Faktor Skala Arah X Gempa Dinamik Model C	127
Gambar 54. Nilai Beban Gempa Statik dan Dinamik Model C	127
Gambar 55. Faktor Skala X Gempa Dinamik Setelah Diperbesar Model C	129
Gambar 56. Faktor Skala Y Gempa Dinamik Setelah Diperbesar Model C	129
Gambar 57. Nilai Rasio Bangunan C Mengalami Torsi	130
Gambar 58. Faktor Skala Arah Y Gempa Dinamik Model B	134
Gambar 59. Faktor Skala Arah X Gempa Dinamik Model B	134

Gambar 60. Nilai Beban Gempa Statik dan Dinamik Model B	135
Gambar 61. Faktor Skala X Gempa Dinamik Setelah Diperbesar Model B	136
Gambar 62. Faktor Skala Y Gempa Dinamik Setelah Diperbesar Model B	136
Gambar 63. Nilai Gaya Geser Statik dan Dinamik Setelah Diskalakan	137
Gambar 64. (a) dan (b) Nilai Rasio Simpangan antar Lantai	138
Gambar 65. Tampilan 3D Tampak Atas Sekolah Vokasi.....	139
Gambar 66. Tampilan 3D Tampak Samping Sekolah Vokasi.....	139
Gambar 67. Sketsa Bangunan yang Direncanakan.....	139
Gambar 68. Model - Model Bangunan B	140
Gambar 69. Tampak Samping Pemodelan Atap B1.....	141
Gambar 70. Tampak Samping Pemodelan Atap B2.....	141
Gambar 71. Tampak Samping Pemodelan Atap B4.....	141
Gambar 72. Area Bangunan B4 yang Ditinjau untuk Validasi	142
Gambar 73. Joint Reaction (Dead) pada Area Validasi B4.....	145
Gambar 74. Area Bangunan B3 yang Ditinjau untuk Validasi	145
Gambar 75. Joint Reaction (Dead) pada Area Validasi B3.....	148
Gambar 76. Area Bangunan B5 yang Ditinjau untuk Validasi	148
Gambar 77. Joint Reaction (Dead) pada Area Validasi B5.....	150
Gambar 78. Joint Reaction (Dead) pada Area Validasi B1.....	151
Gambar 79. Joint Reaction (Dead) pada Area Validasi B2.....	151
Gambar 80. Nilai Displacement B4 Arah X.....	153
Gambar 81. Nilai Displacement B4 Arah Y	153
Gambar 82. Grafik Simpangan Antar Tingkat Bangunan B1.....	158
Gambar 83. Grafik Simpangan Antar Tingkat Bangunan B2.....	158
Gambar 84. Grafik Simpangan Antar Tingkat Bangunan B3.....	158
Gambar 85. Grafik Simpangan Antar Tingkat Bangunan B4.....	159
Gambar 86. Grafik Simpangan Antar Tingkat Bangunan B5.....	159
Gambar 87. Tampilan Nilai P dari Story Forces.....	162
Gambar 88. Tampilan Nilai VX dari Story Forces.....	162
Gambar 89. Tampilan Nilai VY dari Story Forces.....	162

Gambar 90. Grafik Pengaruh P-delta Bangunan B1.....	166
Gambar 91. Grafik Pengaruh P-delta Bangunan B2.....	166
Gambar 92. Grafik Pengaruh P-delta Bangunan B3.....	167
Gambar 93. Grafik Pengaruh P-delta Bangunan B4.....	167
Gambar 94. Grafik Pengaruh P-delta Bangunan B5.....	167
Gambar 95. Batas Rasio Lebar Terhadap Tebal Penampang.....	169
Gambar 96. Nilai K untuk Kondisi Perletakan	170
Gambar 97. Perencanaan Sambungan Baut	175
Gambar 98. Penulangan Balok Induk Dimensi 450x950 mm	199
Gambar 99. Penulangan Balok Induk Dimensi 250x500 mm	201
Gambar 100. Penulangan Balok Anak Dimensi 400x750 mm	212
Gambar 101. Penulangan Balok Anak Dimensi 250x400 mm	213
Gambar 102. Input Material Properties	216
Gambar 103. Input Section Properties.....	216
Gambar 104. Input Reinforcement Properties.....	216
Gambar 105. Input Factored Loads.....	217
Gambar 106. Nilai gaya Dalam dari Kolom	217
Gambar 107. Diagram Interaksi Kolom	217
Gambar 108. Penulangan Kolom Dimensi 950x950 mm	221
Gambar 109. Penulangan Kolom Dimensi 750x750 mm	223
Gambar 110. Penulangan Kolom Dimensi 600x600 mm	224
Gambar 111. Tampak Atas Perencanaan Tangga	239
Gambar 112. Tampak Samping Perencanaan Tangga	239
Gambar 113. Tampilan Choose Tables For Display.....	249
Gambar 114. Tampilan Set Combo Selection.....	249
Gambar 115. Tampilan Export To Excel.....	250
Gambar 116. Tampilan Nilai UX Maksimum.....	250
Gambar 117. Tampilan Nilai UY Maksimum.....	251
Gambar 118. Tampilan Nilai UZ Maksimum.....	251

Gambar 119. Tampilan Deformed Shape Combination.....	252
Gambar 120. Tampilan Bangunan Mengalami Deformasi.....	252
Gambar 121. Tampilan Nilai U1, U2, U3 pada Kombinasi 3.....	253
Gambar 122. Tampilan Nilai U1, U2, U3 pada Kombinasi 7.....	253
Gambar 123. Area yang Perlu Diambil Nilai U1, U2, dan U3.....	254
Gambar 124. Tampilan Define Load Patterns Displacemnt.....	254
Gambar 125. Tampilan Desain Kombinasi.....	255
Gambar 126. Area yang Dimasukkan Displacement.....	255
Gambar 127. Tampilan Menu Input Displacement.....	256
Gambar 128. Tampilan Atap yang Diinputkan Displacement.....	257
Gambar 129. Tampilan Struktur Sebelum Diinputkan Displacement.....	257
Gambar 130. Tampilan Struktur Setelah Diinputkan Displacement.....	257

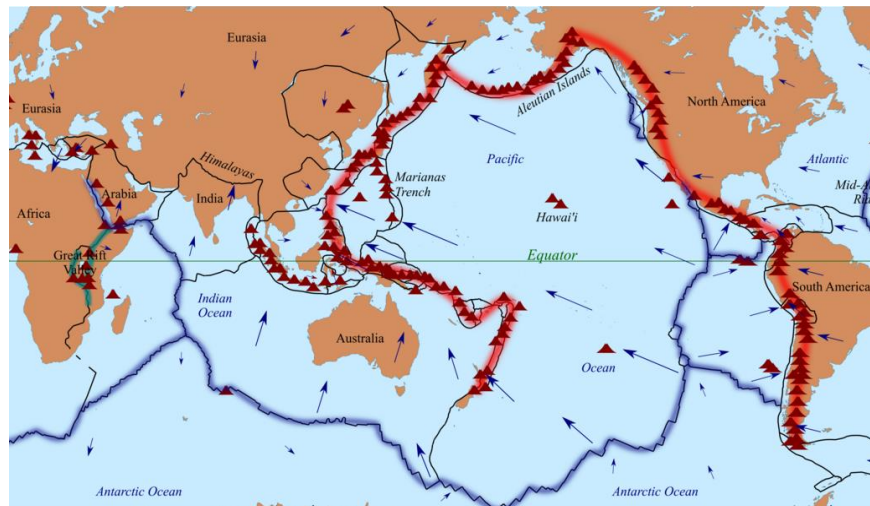
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing	262
Lampiran 2. Catatan Konsultasi dengan Dosen Pembimbing.....	263
Lampiran 3. Catatan Revisi Sidang Tugas Akhir	266
Lampiran 4. Data Pengujian N-SPT dan Gambar Perencanaan	268

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Asia adalah benua dengan wilayah terluas di dunia, serta memiliki kondisi geologi yang kompleks. Salah satu ciri utamanya adalah aktivitas vulkanik dan seismik yang tinggi, sehingga kawasan ini disebut sebagai “*Ring of Fire*” atau Cincin Api Pasifik. Jalur ini membentang sekitar 40.000 kilometer mengelilingi Samudra Pasifik. Jalur ini melewati Asia Timur, Asia Tenggara, hingga bagian barat Amerika, hal ini yang membuat banyak negara di Asia menjadi sangat rawan terhadap bencana gempa bumi dan letusan gunung berapi. Terdapat lebih dari 450 gunung berapi, baik yang sedang aktif maupun tidak, dapat ditemukan di sepanjang jalur tersebut, serta sekitar 81% gempa bumi paling dahsyat di dunia terjadi di sepanjang lintasan ini (Masum & Akbar., 2019).



Gambar 1. *Ring of Fire*
(Sumber: Wikimedia Commons, 2025)

Sebagai bagian dari Asia Tenggara, Indonesia termasuk dalam kawasan cincin api dan memiliki ratusan gunung berapi aktif. Letak geografis Indonesia berada pada titik pertemuan tiga lempeng utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Pergerakan lempeng-lempeng tersebut yang memicu tingginya aktivitas vulkanik dan seismik. Kondisi geologis ini menyebabkan Indonesia memiliki banyak gunung berapi aktif dan sering mengalami gempa bumi.

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika atau BMKG (2013), gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat dari pelepasan energi secara tiba-tiba yang berasal dari dalam bumi, energi ini biasanya disebabkan oleh pergerakan lempeng tektonik, aktivitas gunung berapi, atau runtuh batuan di bawah permukaan tanah. Gempa bumi dapat menyebabkan terjadinya tsunami, tanah longsor, dan kerusakan struktural pada bangunan, sehingga mengancam keselamatan manusia. Hal inilah yang dapat menyebabkan gempa bumi menjadi ancaman besar di Indonesia dikarenakan tingginya potensi terjadinya gempa bumi.

Salah satu wilayah Indonesia yang terdampak oleh gempa bumi yaitu Provinsi Sumatera Barat, menurut data yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Padang Panjang, yang menyatakan bahwa wilayah Sumatera Barat telah mengalami terjadinya gempa bumi sebanyak 768 kali dalam kurun waktu satu tahun di tahun 2023 (Fadhilah & Yuliani., 2024). Tingginya frekuensi aktivitas seismik ini menunjukkan bahwa Sumatera Barat berada dalam zona rawan gempa yang memerlukan perhatian khusus.

Provinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang rawan terhadap berbagai jenis bencana alam. Salah satu Kabupaten di Sumatera Barat yang pernah mengalami bencana alam adalah Kabupaten Padang Pariaman, dimana gempa bumi berkekuatan 7,6 skala Richter mengguncang daerah tersebut pada tanggal 30 September 2009, menyebabkan banyak korban jiwa serta kerusakan harta benda (Gazali & Andy., 2017).

Daerah Tarok City, yang terletak di Kabupaten Padang Pariaman, tentunya juga termasuk wilayah rawan gempa. Oleh karena itu, perencanaan bangunan yang dirancang khusus untuk menahan gempa sangat diperlukan untuk meminimalkan risiko bencana. Tarok City direncanakan menjadi kawasan pendidikan terpadu, yang bertujuan untuk mendukung pembangunan di bidang pendidikan serta meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat. Kawasan ini akan dibangun sejumlah institusi pendidikan, termasuk kampus

Universitas Negeri Padang (UNP), Politeknik Universitas Andalas (UNAND), Institut Seni Indonesia (ISI) Padang Panjang, dan Universitas Islam Negeri (UIN) Imam Bonjol Padang.

Universitas Negeri Padang (UNP) merupakan salah satu institusi perguruan tinggi di Sumatra Barat yang berencana akan membangun gedung sekolah vokasi yang berada di Tarok City, Kabupaten Padang Pariaman. Dalam diskusi bersama Ir. Faisal Ashar, ST.,MT.,Ph.D selaku tim perencana Sekolah Vokasi UNP, disampaikan bahwa perancangan sekolah vokasi baru sebatas diskusi dan perencanaan awal *desain* gambar bangunan, belum ada rencana komprehensif yang mencakup seluruh aspek dalam perencanaan pembangunan gedung Sekolah Vokasi UNP.

Dalam pembangunan gedung, penting dilakukan analisis struktur yang baik untuk menghasilkan bangunan yang aman, nyaman, serta efisien dan ekonomis. Bangunan tersebut juga harus memenuhi standar SNI dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan, tanpa mengabaikan nilai estetika. Perencanaan yang baik tentunya akan mencegah kegagalan struktur pada bangunan (Hayuningtyas & Pratama., 2023). Setiap bangunan harus dirancang untuk mampu menahan berbagai beban dan gaya yang bekerja pada strukturnya, sehingga keamanannya terjaga sepanjang masa pemakaian.

Perencanaan struktur juga sangat penting untuk proses pembangunan gedung, karena melalui analisis struktur dapat diketahui gaya apa saja yang bekerja pada bangunan, seperti gaya geser, momen lentur, gaya aksial, dan gaya lainnya. Gaya-gaya inilah yang nantinya akan menjadi dasar dalam merencanakan elemen struktural untuk memastikan gedung dapat menahan semua beban, termasuk beban akibat gempa (Liando et al., 2020).

Pada desain awal rencana gambar bangunan gedung Sekolah Vokasi UNP bangunan memiliki bentuk yang tidak simetris, yaitu memiliki bentuk bangunan seperti huruf U, bangunan yang berbentuk tidak simetris ini lebih rentan terhadap kerusakan akibat gempa karena bentuk ini cenderung

menciptakan distribusi beban yang tidak merata saat bangunan mengalami getaran.



Gambar 2. Tampak Atas Bangunan Sekolah Vokasi
(Sumber: Apriansyah & Body, 2024)

Syano dan Hidayat (dalam Muhammad, 2020) menyatakan bahwa bangunan yang memiliki bentuk yang tidak simetris cenderung memiliki pusat massa yang tidak terletak ditengah, sehingga saat terkena gaya horizontal akibat gempa, akan muncul efek torsi. Efek torsi yang timbul akibat gempa inilah yang mengakibatkan terjadinya puntir yang besar pada bangunan, semakin lama gempa terjadi, puntir dan deformasi yang terjadi pada bangunan juga akan semakin besar. Hal ini akhirnya menyebabkan elemen-elemen struktural, seperti kolom, balok, dan sambungan menjadi melemah, sehingga mengakibatkan kerusakan pada bangunan seperti timbulnya retak, deformasi permanen, atau bahkan keruntuhan sebagian atau seluruh bangunan (Hermawan, 2020).



(a)



(b)

Gambar 3. Puntir yang Terjadi pada Kolom (a) dan (b)
(Sumber: Tamara, 2011)

Dalam hal ini, Muhammad (2020) mengatakan cara mengurangi dampak torsi yang besar disebabkan oleh gempa bumi pada bangunan yang tidak simetris, bangunan tersebut dapat dibagi menjadi beberapa bagian agar bentuknya menjadi lebih simetris, hal ini dikenal dengan dilatasi. Mia Karlina Mierza dan Besman Surbakti (dalam Hermawan., 2022) berpendapat bahwa penerapan dilatasi dalam perencanaan bangunan, sangat tepat untuk bangunan yang tidak simetris. Mendukung hal tersebut penelitian Paulay & Priestley (1992) menyatakan bahwa bangunan yang simetris umumnya menunjukkan performa struktural yang lebih baik saat terkena gaya gempa dibandingkan bangunan yang tidak simetris.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no 29/PRT/M/2006, bangunan gedung yang berbentuk T, L, atau U harus menerapkan pemisahan struktur atau dilatasi. Hal ini bertujuan untuk mencegah benturan antar elemen struktur yang dapat terjadi akibat gempa atau penurunan tanah. Dilatasi dirancang untuk memisahkan bangunan dengan bentuk yang tidak beraturan menjadi bagian-bagian yang dapat berdiri sendiri secara terpisah, sehingga setiap bagian dapat bergerak bebas sesuai dengan gaya yang bekerja pada bangunan tanpa mentransfer deformasi ke bangunan lain. Hal inilah yang dapat mengantisipasi terjadinya benturan yang berpotensi menimbulkan kerusakan serius pada bangunan ketika terkena gaya vertikal maupun horizontal, seperti yang terjadi saat gempa bumi.

Selain itu, perencanaan bangunan gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang menggunakan bentang balok sepanjang 10 meter. Hal ini diperlukan karena adanya ruang laboratorium yang membutuhkan area luas untuk memudahkan penataan peralatan, serta mendukung kelancaran aktivitas pengguna laboratorium. Namun, bentang balok yang panjang dapat mempengaruhi perilaku struktur, terutama pada balok dan plat lantai. Semakin panjang bentang balok, semakin besar lendutan yang terjadi akibat beban. Lendutan berlebihan dapat menyebabkan retak pada balok dan plat lantai, serta mengurangi kekuatan dan daya tahan struktur. Oleh karena itu,

perencanaan bentang balok serta ketebalan plat lantai harus direncanakan dengan baik, dan mempertimbangkan standar keamanan agar struktur tetap aman dan stabil.



Gambar 4. Lendutan yang Terjadi pada Balok
(Sumber : Tampubolon et al, 2022)

Didasari dengan permasalahan belum adanya perencanaan struktur gedung pada Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang dan juga mempertimbangkan bentuk bangunan gedung sekolah vokasi yang berbentuk tidak simetris sehingga berpotensi terjadinya keruntuhan yang diakibatkan oleh gempa, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Ber-Layout U pada Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang”**.

B. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan dengan tujuan:

1. Menentukan *layout* denah bangunan dilatasi pada gedung sekolah vokasi yang paling baik dalam menahan gempa dan ekonomis berdasarkan SNI 1726-2019.
2. Merencanakan struktur bangunan gedung yang memenuhi syarat SNI 2847-2019, sehingga diharapkan bangunan mampu menahan gempa yang sewaktu-waktu akan terjadi.

Selanjutnya, manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan pertimbangan dalam perencanaan gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang kedepannya.
2. Dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti lain untuk penelitian terkait perencanaan struktur bawah gedung sekolah vokasi Universitas Negeri Padang.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Struktur bangunan yang direncanakan adalah bangunan bertingkat 3 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Perencanaan bangunan hanya membahas sebatas analisis dan desain elemen struktur, tidak membahas analisa biaya dan manajemen konstruksi.
3. Aspek yang dibahas hanya mencakup perencanaan elemen struktur atas seperti atap, balok, kolom, tangga dan pelat lantai.
4. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan dalam bentuk tiga dimensi dengan menggunakan program ETABS.
5. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

D. Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknis mencakup prosedur perencanaan serta ketentuan teknis yang harus dipatuhi berdasarkan peraturan dan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku. Adapun peraturan atau SNI yang dijadikan acuan dalam perencanaan ini yaitu:

1. SNI 2847-2019 tentang Tata Cara dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung.
3. SNI 1727-2020 tentang Peraturan Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

4. SNI 2052-2024 tentang Baja Tulangan Beton.
5. Pedoman Perencanaan Pembebanan Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).

Adapun spesifikasi material yang akan digunakan sebagai berikut:

1. Beton Bertulang

- a. Mutu beton f_c' = 30 MPa
- b. Berat Jenis Beton = 2400 kg/m³
- c. Modulus Elastisitas Beton = $4700 \sqrt{f_c'}$
= $4700 \sqrt{30}$
= 25743 Mpa

2. Baja Tulangan

- a. Tulangan diameter > 13 mm = f_y 420 MPa
= f_u 525 MPa
- b. Tulangan diameter 10 –13 mm = f_y 280 MPa
= f_u 350 MPa
- c. Modulus Elastisitas Baja = 200000 MPa
- d. Berat Jenis Baja = 7850 kg/m³

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan analisis, diperoleh *layout*-B merupakan *layout* bangunan dilatasi yang paling baik dalam menahan gempa dan ekonomis berdasarkan SNI 1726-2019.
2. Berdasarkan hasil analisis, struktur bangunan yang didesain telah memenuhi syarat SNI, sehingga mampu menahan gempa yang sewaktu-waktu akan terjadi.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu:

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak Kampus Universitas Negeri Padang dalam menentukan perencanaan Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang kedepannya.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tambahan bagi peneliti lain dalam merencanakan struktur bawah Gedung Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyansyah, A., & Body, R. (2024). Perancangan Gedung Teaching Factory Sekolah Vokasi Universitas Negeri Padang di Tarok City Padang Pariaman. *Jurnal Applied Science In Civil Engineering*, 5(4), 513-519.
- Ariani, I., Aditya, M. R., & Jamal, M. (2023). Analisis Elemen Struktur Balok dan Kolom Beton Bertulang (Studi Kasus Gedung Dealer Honda Astra Kota Samarinda). *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), 29-38.
- Badan Standardisasi Nasional. Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727: 2020.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, SNI 2847:2019.
- BMKG. (2013). *Bencana Gempa Bumi*. www.bmkg.go.id. (Diakses pada 20 Desember 2024).
- Dwi Hermawan. (2022). *Analisis Pengaruh Dilatasi Bangunan Gedung Tinggi Menggunakan Etabs pada Bangunan Lantai 6 Berdenah T* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat).
- Fadhilah, P. Z., & Yuliani, F. (2024). Implementasi Mitigasi Penanggulangan Bencana Gempa Bumi di Kota Bukittinggi. *Journal of Research and Development on Public Policy*, 3(3), 199-207.
- Gazali, G., & Andy, N. (2017). Penguatan Nilai-Nilai Keagamaan bagi Masyarakat Korban Bencana Gempa di Kenagarian Tandikat Kecamatan Patamuan Kabupaten Padang Pariaman. *Islam Realitas: Journal Of Islamic & Social Studies*, 3(2), 133-148.
- Gunawan, A., Setiawan, B., & Adeswastoto, H. (2021). Analisis Perencanaan Struktur Balok Gedung X Kabupaten Kampar. *Artikel Teknik Sipil*, 3(2), 59-71.
- Hayuningtyas & Pratama. (2023). Perencanaan Struktur Gedung Sekolah Bertingkat 5 Lantai di Jl. Soekarno Hatta, Semarang.
- Hermawan, D., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Pengaruh Dilatasi Bangunan Gedung Tinggi Menggunakan Etabs pada Bangunan Berdenah T. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(1), 332-338.
- Hidayat, M. (2019). Tarok City sebagai Kawasan Pendidikan Terpadu (KPT)(Studi Analisis Kesiapan Masyarakat Nagari dalam Pembangunan KPT). *Jurnal Socius: Journal of Sociology Research and Education*, 6(1), 51-61.

- Ihsan, I. F., & Yusmar, F. (2023). Dampak Penambahan Shear Wall Sebagai Elemen Penahan Gempa Pada Gedung Bertingkat Sedang Terhadap Perilaku Struktur Bangunan (Studi Kasus: Rumah Susun Tongkol Jakarta Utara). *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, 4(3), 343-347.
- Juwana, J. S. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Masum, M., & Akbar, M. A. (2019, March). The Pacific Ring of Fire is Working As a Home Country of Geothermal Resources in The World. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 249, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Muhammad, T. R. (2020). *Studi Respons Struktur Bangunan Ber-Layout L dengan dan Tanpa Gap Element* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Muhtadin, H. (2023). *Perbandingan Respon Spektrum, Gaya Geser Dasar, dan Simpangan antar Lantai Bangunan berdasarkan SNI 1726–2019 dan SNI 1726–2012* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Nasional, B. S. (1989). Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. *BSN, Jakarta*.
- Nugraha, F. (2017). Tarok City Development Planning in Padang Pariaman as the Implementation on Land Consolidation.
- Paulay, T., & Priestley 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Mansory Building*, New York, John Wiley and Son.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan.
- Pinanggih, Y., & Yogaswara, D. (2023). Analisis Dilatasi pada Beton Bertulang Studi Kasus Rumah Sakit Limbangan. *Jurnal Konstruksi*, 21(1), 20-29.
- Pontororing, O. A., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2023). Perencanaan Gedung Struktur Beton Bertulang Hotel 5 Lantai dengan Denah Bangunan Berbentuk "U". *TEKNO*, 21(83), 235-246.
- Putrianingsih, S., Muchasan, A., & Syarif, M. (2021). Peran Perencanaan Pembelajaran Terhadap Kualitas Pengajaran. *INOVATIF: Jurnal Penelitian Pendidikan, Agama, dan Kebudayaan*, 7(1), 138-163.
- Rahayu, S. A., & Manalu, D. F. (2015, December). Analisis Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan dengan Rangka Atap Kayu Terhadap Mutu, Biaya dan Waktu. in *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* (Vol. 3, No. 2, pp. 116-130).

- Rahmadani, M. (2017). *Analisa Perilaku Bangunan Tidak Beraturan Secara Horizontal dengan Dilatasi Terhadap Gempa* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Jakarta).
- Ramadhani, F., Ekasaputri, J. J., & Iranata, D. (2017). Desain Modifikasi Struktur Gedung Star Hotel dan Apartemen Lombok Barat dengan Sistem Ganda dan sebagian Balok Pratekan. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), C290-C295.
- Reza, F. 2012. *Pengaruh Dilatasi Terhadap Gaya Dalam Kolom Dan Balok Pada gedung Berlantai Empat Dengan Denah Berbentuk H*. [tugas akhir]. Banda Aceh: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam.
- Sipil, A. T. (2018). *5 Software Perhitungan Analisis Struktur Bangunna*. Area Teknik Sipil. <http://area-tekniksipil.blogspot.com/2018/12/5-software-perhitungan-analisis.html>.
- Siswanto, A. B. (2018). Kriteria dasar perencanaan struktur bangunan tahan gempa. *Jurnal teknik sipil*, 11, 59-72.
- Suci, L. (2019). *Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber-Layout L Dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok Dan Kolom Disekitar Dilatasi* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Sukoco, J. B., Kurniawati, N. I., Werdani, R. E., & Windriya, A. (2019). Pemahaman Pendidikan Vokasi Di Jenjang Pendidikan Tinggi Bagi Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 01(01), 23–26.
- Syabhana, Mahdi, and Fachri Fachri. "Pengaruh Slab Bawah Pada Struktur Box Culvert Tipe Single Menggunakan Software Sap 2000." *Tameh* 8, no. 1 (2019): 13-22.
- Tamara, M. (2011). Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Besar. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(1).
- Tampubolon, S. P., Sarassantika, I. P. E., & Suarjana, I. W. G. (2022). Analisis Kerusakan Struktur Bangunan dan Manajemen Bencana Akibat Gempa Bumi, Tsunami, dan Likuifaksi di Palu. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(2), 169-186.