

**ANALISIS PERFORMA SEISMIK BANGUNAN GEDUNG SEKOLAH
DASAR NEGERI 09 PASAMAN TANPA DAN DENGAN
MEMPERHITUNGGAN PENGARUH
DINDING BATA MERAH**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil
Universitas Negeri Padang*



Oleh:

Dino Saputra

NIM.19323006

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2023

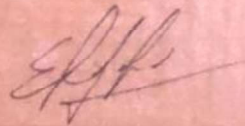
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERFORMA SEISMIK BANGUNAN GEDUNG SEKOLAH DASAR NEGERI
09 PASAMAN TANPA DAN DENGAN MEMPERHITUNGGAN PENGARUH
DINDING BATA MERAH

Nama : Dino Saputra
Nim/BP : 19323006
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

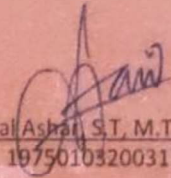
Padang, 2 Oktober 2023

Disetujui oleh
Dosen pembimbing



Dr. Eng. Eka Juliafad, S.T., M. Eng.
NIP. 198207302009122005

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Sipil



Faisal Ashari, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197501032003121001


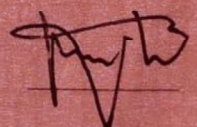
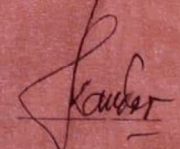
PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERFORMA SEISMIC BANGUNAN GEDUNG SEKOLAH DASAR NEGERI
09 PASAMAN TANPA DAN DENGAN MEMPERHITUNGGAN PENGARUH
DINDING BATA MERAH**

Nama : Dino Saputra
Nim/BP : 19323006
Program Studi : 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 Prodi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, universitas Negeri Padang.

Padang, 2 Oktober 2023

	Tim Penguji	Tanda Tangan
Nama		
1. Ketua	: Dr. Eng. Eka Juliafad, S.T., M. Eng.	
2. Anggota	: Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng.	
3. Anggota	: Drs. Iskandar G Rani, M.Pd.	



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ..Dino... Saputra.....
NIM/TM : ..19323006...../..2019..
Program Studi : ..SI...Teknik...Sipil...(NK)
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul... Analisis... per.ferma... seismik... bangunan gedung... sekolah dasar... negeri... yg... pasaman... tanpa... dan... dengan... memper hitungkan... pengaruh... dinding... bata merah.....

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

(Dr. Eng. Prima Yane Putri, ST., MT)
NIP. 19780605 200312 2 006

Saya yang menyatakan,



..Dino... Saputra.....

BIODATA



A. Data Diri

Nama Lengkap : Dino Saputra
Tempat/Tanggal Lahir: Kamumuan/6 Januari 2001
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki-laki
Golongan Darah : B
Anak Ke : 6 (Enam)
Jumlah Saudara : 6 (Enam)
Nama Ayah : Mursalim
Nama Ibu : Ramadan
Alamat : Korong Pasar Ampalam, Desa Kamumuan, Nagari Koto Tinggi
Kuranji Hilir, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang
Pariaman, Provinsi Sumatera Barat
Email : dinosaputra497@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

SD : SD Negeri 13 Sungai Limau
SMP : SMP Negeri 2 Sungai Limau
SMA : SMA Negeri 1 Sungai Limau
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

C. Tugas Akhir

Judul : Analisis Performa Seismik Gedung Sekolah Dasar Negeri 09
Pasaman Tanpa dan Dengan Memperhitungkan Pengaruh
Dinding Bata Merah

Tanggal Ujian Sidang : 25 Agustus 2023

ABSTRAK

Akibat gempa bumi Pasaman Barat 2022 sekolah negeri 09 Pasaman mengalami kerusakan. Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman memiliki 3 gedung utama yaitu gedung A, B dan C. Khusus gedung B sendiri dibangun pada tahun 2019, dimana gedung tersebut mengalami beberapa kerusakan non-struktural pasca gempa bumi di Kabupaten Pasaman Barat. Untuk mengetahui performa bangunan tersebut dengan lebih baik, maka perlu dilakukan analisa non-linier dengan mempertimbangkan pengaruh dari dinding dari bangunan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja seismik struktur dari bangunan Gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman khususnya gedung B tanpa dan dengan memperhitungkan pengaruh dinding bata merah terhadap struktur. Dinding bata merah dimodelkan dengan *diagonal strut* berdasarkan pada metode FEMA 273. Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah metode analisis statik non linear pushover. Beban gempa yang bekerja pada bangunan mengacu pada SNI 03-1726-2019 dan untuk beban lainnya mengacu pada SNI 03-1727-2020. Untuk perhitungan kapasitas elemen struktur beton, mengacu pada SNI 03-2847-2019. Untuk menentukan level kinerja struktur mengacu pada Metode *Displacement Coefficient* FEMA 356. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000 versi 16.

Hasil penelitian menunjukkan meningkatnya nilai *base shear* dan daktilitas pada struktur bangunan. Namun pada nilai *drift actual* dan simpangan atap mengalami penurunan. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya bukaan dinding pada bangunan yang berada di atas 40%.

Kata kunci : Gempa bumi, analisis *pushover*, evaluasi kinerja struktur, FEMA 356, dinding bata merah, *diagonal strut*, level kinerja.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan nikmat-Nya, dan tidak lupa salawat beserta salam penulis ucapkan kepada nabi besar kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ANALISIS PERFORMA SEISMIK BANGUNAN GEDUNG SEKOLAH DASAR NEGERI 09 PASAMAN TANPA DAN DENGAN MEMPERHITUNGGAN PENGARUH DINDING BATA MERAH”. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil, Departemen Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung dan memberi bantuan, baik secara moral maupun materil. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kehidupan, keselamatan dan kesehatan baik jasmani dan rohani, serta kelancaran dan kemudahan dalam melakukan segala urusan. Dan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi panutan penulis.
2. Ibu Dr. Eng. Eka Juliafad, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing tugas akhir ini yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan banyak masukan, arahan, nasihat, ilmu dan saran selama proses penyelesaian tugas akhir ini dari awal hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Serta selaku Kepala Labor Mekanika Tanah dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Departemen Teknik, Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Prof. Rusnardi Rahmat Putra, S.T., M.T., Ph.D.Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberi arahan, saran, ilmu dan nasihat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Iskandar G Rani, M.Pd., selaku dosen penguji yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberi arahan, saran, ilmu dan nasihat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Kepada kedua orang tua penulis serta keluarga penulis lainnya yang senantiasa memberi dukungan, motivasi, arahan, nasihat, dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Sipil, yang telah banyak membantu selama perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan di kos pak Edi yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang banyak membantu penulis serta menjadi keluarga penulis selama di padang.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	5
C. BATASAN MASALAH	5
D. RUMUSAN MASALAH	6
E. TUJUAN PENELITIAN	6
F. MANFAAT PENELITIAN	6
BAB II	8
KAJIAN PUSTAKA	8
A. Gempa Bumi.....	8
B. Ketentuan Umum Bangunan Gedung Tahan Gempa	13
1. Kategori Risiko Struktur Bangunan (I-IV) dan Faktor Keutamaan Gempa (Ie) ...	13
2. Kelas Situs	15
3. Parameter Percepatan Gempa dan Parameter Terpetakan (SS, S1)	16
4. Koefisien Situs	17
5. Parameter Percepatan Spektum Desain	18
6. Spektrum Respon Desain	18
7. Kategori Desain Seismik (A-D)	19
C. Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	20
1. Geser Dasar Seismik.....	20
2. Periode Fundamental.....	21
8. Sistem Struktur dan Parameter Sistem (R,Cd,Ω).....	22

D.	Elemen-Elemen Struktur	23
1.	Balok.....	23
2.	Kolom	23
3.	Pelat Lantai.....	23
4.	Joint.....	23
E.	Elemen Struktur Penunjang	24
1.	Dinding Bata Merah	24
2.	Pengaruh Dinding Terhadap Struktur	24
F.	Gaya-gaya dalam elemen struktur	25
1.	Gaya momen nominal	25
2.	Gaya geser nominal.....	27
3.	Gaya aksial nominal	28
G.	Pembebanan	29
1.	Beban mati (<i>Dead Load</i>).....	29
2.	Beban hidup (<i>Live Load</i>)	29
3.	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	29
4.	Kombinasi Pembebanan	29
H.	Evaluasi Kinerja Struktur dengan Analisis Linear <i>Pushover</i>	31
1.	<i>Pushover Analysis</i>	31
2.	Sendi Plastis	33
3.	Kurva Kapasitas	36
4.	<i>Performance Point</i>	37
I.	Metode Displacement Coefficient FEMA 356	38
J.	Metode Displacement Coefficient FEMA 440	39
K.	Portal Isi Dinding Bata Merah.....	40
1.	Karakteristik Material.....	41
2.	Lebar Efektif Strut	41
3.	Tahapan Analisis <i>Pushover</i>	44
L.	Simpangan Antar Tingkat Izin	44
M.	Gaya Geser Dasar Seismik	45
N.	<i>Drift Ratio</i>	45
O.	Penelitian Relevan.....	47
	BAB III	52
	METODOLOGI PENELITIAN	52

A.	Prosedur Penelitian Tugas Akhir	52
1.	Pengumpulan Data	52
2.	Studi Literatur	52
3.	Pemilihan Objek Penelitian dan Studi Kasus	53
4.	Alat Penelitian dan Lokasi Penelitian	54
5.	Pemodelan Struktur	56
6.	Validasi Permodelan	56
7.	Analisa Respons Spektrum	57
8.	Analisis Pembebanan Pushover	57
B.	Diagram Alir Penelitian.....	58
C.	Diagram Alir Permodelan Struktur	59
BAB IV	61
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
A.	Hasil Wawancara Pihak Terkait	61
B.	Pengecekan Bangunan Dengan Alat.....	62
C.	Data Lapangan Geometrik Bangunan.....	64
D.	Data Sekunder yang Telah Diperoleh	65
E.	Data Bahan dan Material Bangunan	69
F.	Rekapitulasi Data.....	70
G.	Pemodelan	74
H.	Pembebanan	81
I.	Analisis Struktur	95
J.	Validasi Permodelan	105
K.	Analisis <i>Pushover</i>	110
L.	Kurva Kapasitas	112
M.	Target Perpindahan dengan Metode Displacement Coefficient FEMA 356	121
N.	Mekanisme Sendi Plastis	133
O.	Gaya Dalam Kolom	163
P.	Pembahasan.....	165
BAB V	176
KESIMPULAN DAN SARAN.....	176
A.	Kesimpulan.....	176
B.	Saran	177
DAFTAR RUJUKAN	178

LAMPIRAN..... 181

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Skala <i>Modified Mercally Intensity</i> (MMI)	11
Tabel 2. 2 Intensitas Gempabumi (SIG) BMKG	13
Tabel 2. 3 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Seismik.....	13
Tabel 2. 4 Faktor Keutamaan Gempa (I_e).....	15
Tabel 2. 5 Kelas Situs	15
Tabel 2. 6 Koefisien Situs F_a	17
Tabel 2. 7 Koefisien Situs F_v	18
Tabel 2. 8 Penentuan Kategori Desain Seismik	20
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik.....	20
Tabel 2. 10 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	22
Tabel 2. 11 Faktor R , C_d , Dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	22
Tabel 2. 12 Simpangan Izin Antar Tingkat	45
Tabel 2. 13 Batasan Rasio Drift Atap	46
Tabel 4. 1 . Detail Penampang Kolom.....	71
Tabel 4. 2. Detail Penampang Balok.....	72
Tabel 4. 3. Dimensi Penampang Pelat	72
Tabel 4. 4 Data Perhitungan Strut Lantai 1	75
Tabel 4. 5 Lebar Diameter Strut Lantai 1.....	77
Tabel 4. 6 Dimensi Strut Setelah Reduksi Lantai 1	78
Tabel 4. 7 Data Perhitungan Strut Lantai 2	78
Tabel 4. 8 Lebar Diameter Strut Lantai 2.....	79
Tabel 4. 9 Dimensi Strut Setelah Reduksi Lantai 2	80
Tabel 4. 10. Berat Jenis Beban Mati yang Diperhitungkan	82
Tabel 4. 11 Reaksi Perletakan Atap	87
Tabel 4. 12 Berat Jenis Beban Hidup yang Diperhitungkan	88

Tabel 4. 13 Kategori Risiko Bangunan	89
Tabel 4. 14 Faktor Keutamaan Gempa (Ie).....	89
Tabel 4. 15 Faktor Gempa	91
tabel 4. 16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	92
tabel 4. 17 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1.....	92
Tabel 4. 18. Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	96
Tabel 4. 19 koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (C_u).....	97
Tabel 4. 20 Gaya Geser Seismik (Sebelum dikali dengan V/V_t)	99
Tabel 4. 21 Gaya Geser Seismik (Setelah dikali dengan V/V_t).....	100
Tabel 4. 22 Gaya Geser Seismik pemodelan strut.....	104
Tabel 4. 23 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah X.....	114
Tabel 4. 24 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah Y	116
Tabel 4. 25 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah X Strut	118
Tabel 4. 26 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah Y Strut	120
Tabel 4. 27 Nilai Simpangan Lantai 2	125
tabel 4. 28 Nilai Simpangan Atap	126
Tabel 4. 29 Level Kinerja Struktur FEMA 356	127
Tabel 4. 30 Nilai Simpangan Lantai 2 Strut.....	131
Tabel 4. 31 Nilai Simpangan Atap Strut.....	132
Tabel 4. 32 Level Kinerja Struktur FEMA 356	133
Tabel 4. 33 Keterangan tanda titik pada lokasi terjadinya sendi plastis	134
tabel 4. 34 Jumlah Elemen dan Tingkat Kerusakan pada Elemen – Elemen Struktur (Push-X)	135
Tabel 4. 35 Jumlah Elemen dan Tingkat Kerusakan pada Elemen – Elemen Struktur (Push-Y)	142
Tabel 4. 36 Jumlah Elemen dan Tingkat Kerusakan pada Elemen – Elemen Struktur (Push X Strut)	150

Tabel 4. 37 Jumlah Elemen dan Tingkat Kerusakan pada Elemen – Elemen Struktur (Push Y Strut).....	157
Tabel 4. 38 Gaya dalam pemodelan tanpa dinding	164
Tabel 4. 39 Gaya dalam pemodelan dengan dinding	165
Tabel 4. 40 Rekapitulasi Hasil Analisis Struktur Gedung B SDN 09 Pasaman	168

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 kerak bumi	9
Gambar 2. 2 lapisan kerak bumi	10
Gambar 2. 3 Desain Respon Spektrum.....	19
Gambar 2. 4 Analysis Pushover	32
Gambar 2. 5 Sendi Plastis	33
Gambar 2. 6. Posisi Sumbu lokal Balok Struktur.....	34
Gambar 2. 7 Posisi Sumbu lokal Kolom Struktur	35
Gambar 2. 8 Sendi Plastis Pada Balok dan Kolom	35
Gambar 2. 9 Sendi Plastis Balok Kolom	36
Gambar 2. 10 Kinerja Struktur Bangunan.....	37
Gambar 2. 11 Penentuan Performance Point	37
Gambar 2. 12 Meode Displacement Coefficient FEMA 356	38
Gambar 2. 13 Faktor reduksi kekakuan dinding pengisi.....	43
Gambar 2. 14 Faktor reduksi kekakuan dinding pengisi λ	43
Gambar 2. 15 Drift Ratio.....	46
Gambar 3. 1 Bangunan Gedung B Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman	54
Gambar 3. 2 Meteran	55
Gambar 3. 3 Laser distance meter.....	56
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	58
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pemodelan	60
Gambar 4. 1 Wawancara dengan penjaga sekolah SDN 09 Pasaman	61
Gambar 4. 2 Pengecekan dimensi dinding gedung B SDN 09 Pasaman	62
Gambar 4. 3. Pengecekan dengan alat Rebar Detector	63
Gambar 4. 4 Pengecekan ukuran bukaan dinding.....	63
Gambar 4. 5 Detail Penampang Kolom Tipe 1 (K1)	67
Gambar 4. 6 Detail Penampang Kolom Tipe 2 (K2)	67
Gambar 4. 7 Detail Penampang Balok Tipe 1 (B1).....	68

Gambar 4. 8 Detail Penampang Balok Tipe 2 (B2).....	68
Gambar 4. 9 Detail Penampang Ring Balok (RB)	69
Gambar 4. 10 Denah Lantai 1 Gedung B SDN 09 Pasaman	72
Gambar 4. 11. Denah Lantai 2 Gedung B SDN 09 Pasaman.....	73
Gambar 4. 12. Pemodelan Tanpa Model Strut.....	75
Gambar 4. 13. Pemodelan Dinding Bata Dengan Strut	81
Gambar 4. 14 Dimensi Penampang Gording	84
Gambar 4. 15. Permodelan Atap pada SAP2000	84
Gambar 4. 16. Beban Mati Atap	85
Gambar 4. 17. Beban Hidup Atap.....	86
Gambar 4. 18 Beban Hujan pada Atap	86
Gambar 4. 19 Reaksi Perletakan Atap	87
Gambar 4. 20 Grafik Respon Spektrum	90
Gambar 4. 21 Parameter Respon Spektrum.....	90
Gambar 4. 22 Function Respon Spektrum.....	93
Gambar 4. 23 Mode 1 merupakan periode fundamental struktur (Tc).....	97
Gambar 4. 24 Batas tegangan regangan	101
Gambar 4. 25 Mode 1 merupakan periode fundamental struktur bangunan (Tc) Strut	102
Gambar 4. 26 Daerah yang akan ditinjau	105
Gambar 4. 27 Reaksi Perletakan pada Joint 197 (Kg)	106
Gambar 4. 28 Daerah Yang Ditinjau	108
Gambar 4. 29 Reaksi Perletakan pada Joint 197 (Kg)	108
Gambar 4. 30 Input Pembebanan gravitasi	111
Gambar 4. 31 Input Pembebanan Arah X.....	112
Gambar 4. 32 Input Pembebanan Arah Y.....	112
Gambar 4. 33 Kurva Kapasitas Arah X.....	113
Gambar 4. 34 Kurva Kapasitas Arah X.....	113
Gambar 4. 35 Kurva Kapasitas Arah Y	115
Gambar 4. 36 Kurva Kapasitas Aarah Y	115

Gambar 4. 37 Kurva Kapasitas Arah X dan Y	116
Gambar 4. 38 Kurva Kapasitas Arah X Strut	117
Gambar 4. 39 Kurva Kapasitas Arah X Strut	117
Gambar 4. 40 Kurva Kapasitas Arah Y	119
Gambar 4. 41 Kurva Kapasitas Arah Y	119
Gambar 4. 42 Kurva Kapasitas Arah X dan Y Strut	120
Gambar 4. 43 Parameter Displacement Coefficient FEMA 356	121
Gambar 4. 44 Hasil Respons Spektra Peta Gempa Indonesia 2019 SDN 09 Pasaman.....	122
Gambar 4. 45 Kurva Pushover Arah X.....	122
Gambar 4. 46 Hasil Target Perpindahan dengan Coefficient FEMA356 Arah X...	123
Gambar 4. 47 Kurva Pushover Arah Y	123
Gambar 4. 48 Hasil Target Perpindahan dengan Coefficient FEMA356 Arah Y	124
Gambar 4. 49 Kurva Pushover Arah X Strut	128
Gambar 4. 50 Hasil Target Perpindahan dengan Coefficient FEMA356 Arah X Strut	129
Gambar 4. 51 Kurva Pushover Arah Y Strut.....	129
Gambar 4. 52 Hasil Target Perpindahan dengan Coefficient FEMA356 Arah Y Strut	130
Gambar 4. 53 . Distribusi sendi plastis struktur pada step-11 (Push-X)	136
Gambar 4. 54 Mekanisme sendi plastis pada step 1 Push X	137
Gambar 4. 55 Mekanisme sendi plastis pada step 2 Push X	137
Gambar 4. 56 Mekanisme sendi plastis pada step 3 Push X	138
Gambar 4. 57 Mekanisme sendi plastis pada step 4 Push X	138
Gambar 4. 58 Mekanisme sendi plastis pada step 5 Push X	139
Gambar 4. 59 Mekanisme sendi plastis pada step 6 Push X	139
Gambar 4. 60 Mekanisme sendi plastis pada step 7 Push X	140
Gambar 4. 61 Mekanisme sendi plastis pada step 8 Push X	140
Gambar 4. 62 Mekanisme sendi plastis pada step 9 Push X	141
Gambar 4. 63 Mekanisme sendi plastis pada step 10 Push X	141

Gambar 4. 64 Mekanisme sendi plastis pada step 11 Push X	142
Gambar 4. 65 Distribusi sendi plastis struktur pada step-10 (Push-Y)	143
Gambar 4. 66 Mekanisme sendi plastis pada step 1 Push Y	144
Gambar 4. 67 Mekanisme sendi plastis pada step 2 Push Y	144
Gambar 4. 68 Mekanisme sendi plastis pada step 3 Push Y	145
Gambar 4. 69 Mekanisme sendi plastis pada step 4 Push Y	145
Gambar 4. 70 Mekanisme sendi plastis pada step 5 Push Y	146
Gambar 4. 71 Mekanisme sendi plastis pada step 6 Push Y	146
Gambar 4. 72 Mekanisme sendi plastis pada step 7 Push Y	147
Gambar 4. 73 Mekanisme sendi plastis pada step 8 Push Y.....	147
Gambar 4. 74 Mekanisme sendi plastis pada step 9 Push Y.....	148
Gambar 4. 75 Mekanisme sendi plastis pada step 10 Push Y	148
Gambar 4. 76 Hubungan Tegangan-Regangan Dinding Pengisi	149
Gambar 4. 77 Displacement Control Parameters Strut	149
Gambar 4. 78 Distribusi sendi plastis struktur pada step-11	151
Gambar 4. 79 Mekanisme sendi plastis pada step 1 Push X Strut	151
Gambar 4. 80 Mekanisme sendi plastis pada step 2 Push X Strut	152
Gambar 4. 81 Mekanisme sendi plastis pada step 3 Push X Strut	152
Gambar 4. 82 Mekanisme sendi plastis pada step 4 Push X Strut	153
Gambar 4. 83 Mekanisme sendi plastis pada step 5 Push X Strut	153
Gambar 4. 84 Mekanisme sendi plastis pada step 6 Push X Strut	154
Gambar 4. 85 Mekanisme sendi plastis pada step 7 Push X Strut	154
Gambar 4. 86 Mekanisme sendi plastis pada step 8 Push X Strut	155
Gambar 4. 87 Mekanisme sendi plastis pada step 9 Push X Strut	155
Gambar 4. 88 Mekanisme sendi plastis pada step 10 Push X Strut	156
Gambar 4. 89 Mekanisme sendi plastis pada step 11 Push X Strut	156
Gambar 4. 90 Distribusi sendi plastis struktur pada step-10	158
Gambar 4. 91 Mekanisme sendi plastis pada step 1 Push Y Strut	158
Gambar 4. 92 Mekanisme sendi plastis pada step 2 Push Y Strut.....	159
Gambar 4. 93 Mekanisme sendi plastis pada step 3 Push Y Strut.....	159

Gambar 4. 94 Mekanisme sendi plastis pada step 4 Push Y Strut.....	160
Gambar 4. 95 Mekanisme sendi plastis pada step 5 Push Y Strut.....	160
Gambar 4. 96 Mekanisme sendi plastis pada step 6 Push Y Strut.....	161
Gambar 4. 97 Mekanisme sendi plastis pada step 7 Push Y Strut.....	161
Gambar 4. 98 Mekanisme sendi plastis pada step 8 Push Y Strut.....	162
Gambar 4. 99 Mekanisme sendi plastis pada step 9 Push Y Strut.....	162
Gambar 4. 100 Mekanisme sendi plastis pada step 10 Push Y Strut.....	163
Gambar 4. 101 bagian yang ditinjau	163
Gambar 4. 102 Diagram gaya dalam kolom.....	164
Gambar 4. 103 bagian yang ditinjau	164
Gambar 4. 104 Diagram gaya dalam kolom strut	165
Gambar 4. 105 Kerusakan pada dinding bangunan Gedung B SDN 09 Pasaman	166
Gambar 4. 106 Struktur tidak mengalami kerusakan.....	167
Gambar 4. 107 Kurva Pushover Arah X Tanpa dan Dengan Dinding.....	167
Gambar 4. 108 Kurva Pushover Arah Y Tanpa dan Dengan Dinding.....	168

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar bangunan.....	181
Lampiran 2. Perhitungan Pembebanan	198
Lampiran 3. Dokumentasi tampak bangunan	199
Lampiran 4. Pemodelan tanpa strut.....	200
Lampiran 5. Pemodelan dengan Strut.....	201
Lampiran 6. Output tabel pushover pemodelan tanpa dinding arah X.....	202
Lampiran 7. Output tabel pushover pemodelan tanpa dinding arah Y.....	203
Lampiran 8. Output tabel pushover pemodelan dengan dinding arah X.....	204
Lampiran 9. Output tabel pushover pemodelan dengan dinding arah Y	205
Lampiran 10. Section poperties diagonal strut.....	206
Lampiran 11. Kerusakan pada bangunan pasca gempa 2022	207
Lampiran 12. Dokumentasi pengukuran dimensi dinding.....	208
Lampiran 13. Dokumentasi Pengecekan tulangan	209
Lampiran 14. Pengukuran dimensi bukaan dinding	210
Lampiran 15. Dokumentasi wawancara dengan penjaga sekolah	211
Lampiran 16. Surat tugas pembimbing	212
Lampiran 17. Surat izin melakukan penelitian	213
Lampiran 18. Surat izin pengambilan data	214
Lampiran 19. Surat balasan izin penelitian.....	215
Lampiran 20. Surat izin peminjaman alat.....	216
Lampiran 21. Catatan konsultasi tugas akhir	217

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Gempa bumi adalah fenomena alam yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Gempa bumi menghasilkan getaran dengan intensitas yang bervariasi, mulai dari gempa besar yang dapat merusak bangunan hingga gempa kecil yang tidak dapat dirasakan oleh manusia. Runtuhnya bangunan akibat gempa bumi dapat terjadi karena perencanaan dan pelaksanaan bangunan tidak memenuhi standar yang berlaku (Budiman, 2009). Sumatera Barat termasuk daerah rawan terjadinya gempa dikarenakan berada di antara pertemuan dua lempengan, lempeng Eurasia dan lempengan Pasifik. Gempa besar di Sumatera Barat merusak dan meruntuhkan bangunan, termasuk bangunan beton bertulang. Bangunan beton bertulang yang rusak biasanya berkualitas buruk.

Gempa yang pernah mengguncang Provinsi Sumatera Barat ditahun 2007 dan 2009 menunjukkan tingkat keruntuhan dan kerusakan bangunan beton bertulang yang tinggi karena kualitasnya yang buruk (Juliafad, 2018). Selain itu, penyebab bangunan rawan runtuh dan rusak adalah karena cacat struktural bangunan, seperti tata letak tulangan yang tidak tepat, kualitas penguangan dan pemadatan beton yang buruk, dan bekisting yang kurang lancar (Juliafad, 2021).

Struktur beton bertulang telah banyak digunakan baik pada bangunan tingkat maupun pada bangunan sederhana di Sumatera Barat. Selama dua dekade terakhir, banyak bangunan beton bertulang yang rusak dan runtuh akibat gempa bumi. Jenis konstruksi di Sumatera Barat didominasi oleh bangunan beton bertulang bertingkat menengah, terhitung lebih dari 50% dari total bangunan yang ada (Juliafad, 2017).

Pada tanggal 25 Februari 2022 pukul 09:35 WIB terjadi gempa bermagnitudo 6,2 di Kabupaten Sipra Saman tepatnya di Desa Talu Kecamatan Taramao. Gempa tersebut terjadi pada 0,15 Lintang Utara, 99,98 Bujur Timur dan pada kedalaman fokus 10 kilometer, tidak ada kemungkinan tsunami. 10 hari setelah gempa (dari 25 Februari hingga 6 Maret 2022), total 217 gempa susulan terjadi setelah gempa. Intensitas minimum adalah ulangan 1,4 SR dan intensitas maksimum adalah ulangan 5,1 SR Gempa tersebut menyebabkan kerusakan bangunan dan 4 korban jiwa, serta tanah longsor dan banjir bandang (BMKG Padang Panjang, 2022) Gempa tersebut menimbulkan banyak kerusakan pada bangunan yang ada di Kabupaten Sipra Saman. Mulai dari kerusakan ringan hingga parah. Bangunan yang terkena dampak gempa ini meliputi berbagai jenis bangunan, antara lain gedung sekolah, tempat ibadah dan rumah tinggal. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Sumbar telah melakukan pemutakhiran data kerusakan gempa bumi Kabupaten Pasaman Barat pada tanggal 27 Februari 2022 nampak dalam tabel 1.1 ini :

Tabel 1.1 Data Kerusakan Gempa Bumi di Kabupaten Pasaman Barat

No.	Manusia	Bangunan
1	13 ribu warga menyelamatkan diri	103 rumah rusak parah
2	11 warga meninggal dunia	5 rumah rusak sedang
3	42 warga luka parah	1.307 rumah rusak ringan
4	346 orang luka ringan	-
5	4 orang hilang	-

Sumber: (BPBD Provinsi Sumatera Barat, 27 Februari 2022)

BMKG mengungkapkan temuan sesar baru itu berdasarkan survei yang dilakukan pasca gempa Kabupaten Pasaman Barat Setelah ditelusuri lebih lanjut, pusat gempa berada di segmen baru yang untuk sementara disebut

segmen Talamau Mekanisme sesar baru ini adalah sesar mendatar dan bergerak ke kanan (BMKG, 2022)

Kabupaten Pasaman Barat adalah suatu kota administratif di Provinsi Sumatera Barat. Pasaman Barat memiliki banyak bangunan yang digunakan sebagai lembaga pendidikan Gempa ini merupakan masalah besar bagi bangunan karena rawan terhadap kerusakan akibat gempa.

Tabel 1. 2 Fasilitas Pendidikan di Kabupaten Pasaman Barat

No.	Pendidikan Normal	Jumlah
1	SD / MI Negeri atau Swasta	274
2	SMP/MTs Negeri atau Swasta	71
3	SMA/MA Negeri atau Swasta	24
4	SMK Negeri atau Swasta	10
5	Sekolah Tinggi/Akademisi	4

(Sumber: <https://kemdikbud.go.id>)

Salah satu fasilitas pendidikan yang terkena dampak gempa 6,2 SR adalah gedung SDN Pasaman 09. Gedung sekolah tersebut mampu menampung sekitar 650 siswa SD. Sekolah dasar merupakan bangunan yang sangat rentan, karena siswa sekolah dasar masih di bawah umur, masih sangat rentan ketika terjadi gempa, dan pengetahuan swadaya yang mereka ketahui masih sedikit. Jika gedung sekolah dasar rusak akibat gempa, tetapi tidak sesuai standar, tentu akan berdampak negatif. Dalam metode analisis struktur konstruksi tahan gempa bumi, metoda yang dapat dipakai yaitu *performance based eartquake engineering* (PBEE), yang mana terbagi atas desain seismik berbasis kinerja (PBSD) dan evaluasi seismik berbasis kinerja (PBSE) Salah satu evaluasi terhadap PBSD dilakukan dengan analisis *nonlinear pushover* (Mufti Amir, 2016)

Analisis *pushover* adalah komponen desain seismik berbasis kinerja yang menggunakan teknik analisis *nonlinier* terkomputerisasi dengan memberikan pola beban lateral statis tertentu, yang secara bertingkat (*incremental*) ditingkatkan hingga bangunan dapat mencapai pada pergerakan tertentu, atau mencapai mode kehancuran tertentu.

Hasil akhir analisis adalah berupa kurva kapasitas yang dapat menampilkan hubungan dari pergeseran dasar serta perpindahan atap. Berdasarkan kurva tersebut, kinerja struktur bangunan yang dianalisa dapat diidentifikasi. Kemudian, analisis *pushover* juga menampilkan perilaku struktur dalam kondisi elastis dan juga plastis hingga pada keruntuhan elemen struktur. Metoda analisis *pushover* mampu memberikan informasi yang berguna dikarenakan dapat menggambarkan respons inelastis bangunan saat terjadi gempa bumi (Mufti Amir, 2016).

Analisis *pushover* merupakan metode analisa statik nonlinier, yang mana pengaruh dari gempa oleh struktur diperhitungkan menjadi beban statik di setiap pusat gravitasi tiap lantai, yang memiliki nilai meningkat secara bertahap hingga melebihi beban pada lantai pertama (plastis). menyebabkan engsel menyatu dengan struktur bangunan, lalu dengan meningkatnya beban, struktur kemudian terjadi deformasi pasca elastis yang signifikan sehingga mencapai keadaan plastis .

Analisis beban aksial bertujuan untuk mengevaluasi kinerja seismik struktur bangunan oleh beban gempa desain, yang mana untuk mendapatkan angka aktual $\mu\Delta$ dan R aktual, yang menunjukkan kurva daya dukung dan pola peleburan (distribusi engsel plastik) terjadi (Mufti Amir, 2016) Secara umum, dinding dianggap hanya sebagai beban pada struktur, hingga dampak pengaruh dari dinding pengisi jarang diperhitungkan saat perencanaan konstruksi. Sering kali dalam suatu perancangan konstruksi, bangunan hanya dimodelkan dalam struktur rangka terbuka dengan dinding yang berfungsi sebagai beban gravitasi. Namun dalam beberapa kali terjadinya gempa bumi, nyatanya dinding bata juga dapat menahan beban yang terjadi. Retakan yang

ditemukan pada dinding menandakan perpindahan beban terhadap dinding (Rizki, E., Citra U 2019).

Bata merah adalah suatu material bangunan yang banyak dijadikan sebagai dinding, terutama untuk pelapis dinding eksterior atau partisi interior untuk memenuhi kebutuhan arsitektural dan selera keindahan visual bangunan, terutama pada bangunan bertingkat rendah dan menengah. Hal ini disebabkan karakteristik harga yang terjangkau, ketersediaan yang berlimpah, bahkan tahan terhadap cuaca (Rizki, E., Citra U 2019).

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai dampak dinding bata terhadap struktur, diantaranya adalah; Dewobroto, W (2005), West Topol, M (2015), Aryanto (2008), Tanjung, J., Leksono, R, Iranata,., Kristianto, H (2012), dan Maidiawati, (2016). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dinding pada struktur bangunan dapat berfungsi sebagai penahan gempa. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa dinding bata pada konstruksi rangka juga mampu menambah kekakuan bangunan beton bertulang (Chaker dan Cherfati, 1999). (Maidiawati et al, 2011) juga menguji struktur beton bertulang dengan menggunakan dinding bata dan tanpa menggunakan dinding bata, dan menemukan bahwa pengaruh dinding bata pada struktur bangunan menaikkan ketahanan lateral keseluruhan struktur sebesar 4 kali dibandingkan dengan struktur rangka tanpa dinding, tetapi daktilitas struktur telah berkurang sekitar setengahnya Dinding bata sebagai beban pada struktur rangka membantu meningkatkan ketahanan dan kekakuan bangunan secara signifikan (Maidiawati, 2016)

Berpengalaman pada kerusakan bangunan karena gempa bumi, maka dari itu kapasitas seismik bangunan beton bertulang pada daerah rawan terjadi gempa seperti di Sumatera Barat perlu dilakukan evaluasi dengan memperhitungkan pengaruh dinding pengisi. Kemudian kapasitas seismik pada bangunan-bangunan dan juga kemungkinan kerusakan yang akan terjadi karena gempa bumi dapat diperhitungkan dengan lebih akurat.

Berdasarkan pada penelitian terdahulu oleh (Ari Komala, 2022) dengan judul penelitian “Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Bangunan Gedung B Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman Barat Berdasarkan SNI 03-1726-2019” dengan hasil penelitian bahwa bangunan Gedung B Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman tidak terdapat kerusakan secara struktur, tetapi terdapat kerusakan ringan hingga sedang pada dinding. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, penulis tertarik untuk mengangkat penelitian ini dalam bentuk tugas akhir dengan judul “**ANALISIS PERFORMA SEISMIK BANGUNAN SEKOLAH DASAR NEGERI 09 PASAMAN TANPA DAN DENGAN MEMPERHITUNGGAN PENGARUH DINDING BATA MERAH**”. evaluasi ini dilakukan dengan membuat pemodelan struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman pada program SAP2000 (*Structure Analysis Program*) yang menggunakan metode *pushover analysis* berdasarkan FEMA 356.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sumatera Barat adalah salah satu daerah yang memiliki risiko tinggi terhadap gempa bumi.
2. Pada umumnya dinding hanya diperhitungkan sebagai beban pada struktur, hingga pengaruh kekuatan dan kekakuan dinding jarang diperhitungkan dalam perencanaan suatu bangunan.
3. Pemodelan dinding walau tidak diperhitungkan secara struktur, ternyata memiliki pengaruh pada kekakuan bangunan.

C. BATASAN MASALAH

Untuk lebih terarahnya penelitian ini, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Bangunan yang dievaluasi adalah bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman.

2. Kinerja struktur dievaluasi menggunakan program SAP2000 (*Structure Analysis Program*) yang dimodelkan secara 3D.
3. Untuk pembebanan, beban-beban yang diperhitungkan yaitu:
 - a. Beban hidup (*Live Load*)
 - b. Beban mati (*Dead Load*)
 - c. Beban mati tambahan berupa dinding (*Super Dead Load*)
 - d. Beban gempa (*Earthquake*)
4. Metode yang digunakan adalah metode analisis statik gaya dorong atau statik non linier pushover (*Nonlinear Static Pushover Analysis*).
5. Level kinerja struktur dianalisis menggunakan metode FEMA 356

D. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan kinerja struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman terhadap beban gempa yang memperhitungkan pemodelan dinding dan tanpa pemodelan dinding?
2. Bagaimana perbedaan pemodelan struktur dengan memperhitungkan pemodelan dinding dan tanpa pemodelan dinding?

E. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan model struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman dengan menggunakan model dinding bata.
2. Mengetahui pengaruh dinding terhadap struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman.
3. Mengetahui hasil analisis struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman dengan dan tanpa dinding bata.
4. Mengetahui perbedaan struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman dengan menggunakan pemodelan dinding dan tanpa menggunakan pemodelan dinding.

F. MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan informasi terkait kinerja struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman terhadap beban gempa.
2. Memberikan informasi terkait pengaruh struktur dinding bata terhadap struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman.
3. Memberikan wawasan kepada segala pihak tentang struktur bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri 09 Pasaman terhadap beban gempa.