

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT MENGGUNAKAN**  
**METODE PUSHOVER**

**(Studi kasus: Gedung Laboratorium PNP)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program  
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta

Oleh:

NAMA : Elga Dwi Setya Putra

NPM : 2110015211055



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS BUNGHATTA PADANG**

**2026**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta.

Nama Mahasiswa : Elga Dwi Setya Putra

Nomor Pokok Mahasiswa : 2110015211055

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang penulis buat dengan judul **"ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER(Studi kasus: Gedung Laboratorium PNP)"**

Adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data – data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metode kesipilan
- 2) Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian – bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara refrensi yang semestinya

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini batal.

Padang, 01 Maret 2025

Yang membuat pernyataan



Elga Dwi Setya Putra

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
MENGUNAKAN METODE PUSHOVER (Studi Kasus: Gedung  
Laboratorium PNP)**

Oleh:

Nama : Elga Dwi Setya Putra

NPM : 2110015211055

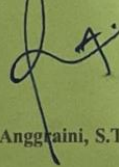
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 25 Februari 2026

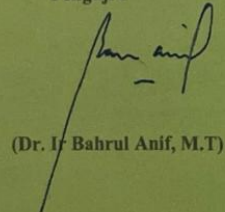
Menyetujui:

Pembimbing/Penguji



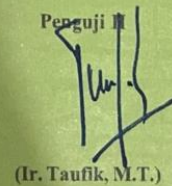
(Rita Anggakaini, S.T., M.T.)

Penguji I



(Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T.)

Penguji II



(Ir. Taufik, M.T.)

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI**  
**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT**  
**MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER (Studi Kasus: Gedung**  
**Laboratorium PNP)**

Oleh:

Nama : Elga Dwi Setya Putra

NPM : 2110015211055

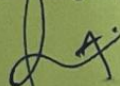
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 25 Februari 2026

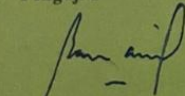
Menyetujui:

Pembimbing/Penguji



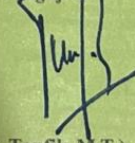
(Rita Anggraini, S.T., M.T.)

Penguji I



(Dr. Ir. Bahrul Anif, M.T.)

Penguji II



(Ir. Taufik, M.T.)

**ANALISI KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
MENGUNAKAN METODE PUSHOVER  
(Studi kasus: Gedung Laboratorium PNP)**

**Elga Dwi Setya Putra**  
Universitas Bung Hatta  
Email: [elgadwiputra@gmail.com](mailto:elgadwiputra@gmail.com)

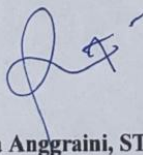
**Rita Anggraini<sup>2</sup>**  
Universitas Bung Hatta  
Email: [rita.anggraini@buunghatta.ac.id](mailto:rita.anggraini@buunghatta.ac.id)

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan wilayah yang sangat rentan terhadap aktivitas seismik karena lokasinya yang berada di jalur Pacific Ring of Fire. Oleh karena itu, evaluasi ketahanan gempa pada bangunan fasilitas publik, khususnya institusi pendidikan, menjadi krusial untuk menjamin keselamatan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja struktur Gedung Laboratorium Politeknik Negeri Padang (PNP) yang memiliki ketinggian 4 lantai dengan struktur beton bertulang. Metode yang digunakan adalah analisis statik non-linear beban dorong (pushover analysis) dengan bantuan perangkat lunak ETABS versi 22. Evaluasi tingkat kinerja struktur dilakukan dengan membandingkan kurva kapasitas dan kurva spektrum permintaan (demand spectrum) mengacu pada standar ATC-40, FEMA 356, dan SNI 1726:2019. Hasil analisis menunjukkan kapasitas lateral maksimum yang mampu ditahan struktur sebelum mengalami keruntuhan (tahap collapse) adalah sebesar 20.104,844 kN dengan perpindahan (displacement) sebesar 107,415 mm pada arah sumbu X. Melalui pola pembentukan sendi plastis, dapat diidentifikasi urutan kerusakan elemen mulai dari kondisi elastis hingga melewati ambang batas keselamatan (Life Safety). Studi ini memberikan gambaran komprehensif mengenai mekanisme keruntuhan dan daktilitas struktur gedung dalam menghadapi beban gempa rencana di wilayah Kota Padang.

Kata Kunci: Analisa Pushover; Kinerja Struktur; Gempa; ATC-40; SNI 1726:2019

**Mentor**



**(Rita Anggraini, ST., MT.)**

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT  
MENGUNAKAN METODE PUSHOVER  
(Studi kasus: Gedung Laboratorium PNP)**

**Elga Dwi Setya Putra**  
Universitas Bung Hatta  
Email: [elgadwiputra@gmail.com](mailto:elgadwiputra@gmail.com)

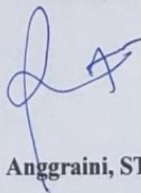
**Rita Anggraini<sup>2</sup>**  
Universitas Bung Hatta  
Email: [rita.anggraini@buunghatta.ac.id](mailto:rita.anggraini@buunghatta.ac.id)

**ABSTRAK**

*Indonesia is highly vulnerable to seismic activity due to its location along the Pacific Ring of Fire. Therefore, evaluating the earthquake resistance of public facilities, particularly educational institutions, is crucial to ensure user safety. This study aims to analyze the structural performance of the Padang State Polytechnic (PNP) Laboratory Building, a five-story, reinforced concrete structure. The method used was a nonlinear static pushover analysis using ETABS version 22 software. The structural performance level was evaluated by comparing the capacity curve and demand spectrum curve, referring to ATC-40, FEMA 356, and SNI 1726:2019 standards. The analysis results indicate that the maximum lateral capacity the structure can withstand before collapse is 20,104.844 kN, with a displacement of 107.415 mm along the X-axis. Through the plastic hinge formation pattern, the sequence of element damage can be identified, from elastic conditions to exceeding the life safety threshold. This study provides a comprehensive overview of the collapse mechanisms and ductility of building structures in facing planned earthquake loads in the Padang City area.*

**Keyword:** *pushover analysis; structural performance; earthquake; ATC-40; SNI 1726:2019*

**Mentor**



**(Rita Anggraini, ST., MT.)**

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KINERJA STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER (Studi kasus: Gedung Laboratorium PNP)” ini ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil Strata Sata Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

- 1) Allah SWT, karena berkat rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 2) Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T, M.Sc (Eng.), sebagai Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta.
- 3) Ibu Rita Anggraini, ST., MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bung Hatta.
- 4) Ibu Zufrimar S.T., M.T., sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bung Hatta.
- 5) Ibu Rita Anggraini, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
- 6) Terima kasih banyak Penulis ucapkan ke mama dan papa karna berkat doa dari mama dan papa lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Begitu pula untuk Mas Yoga dan Kak Elak, terima kasih banyak atas bantuan serta perhatiannya selama ini. Khusus untuk Alta dan Sena, terima kasih sudah menjadi penyemangat penulis untuk cepat menyelesaikan tugas akhir ini
- 7) Dan untuk seorang wanita yang selalu berada di samping penulis dalam keadaan apapun, terima kasih banyak untuk Ika Putri Ramadhani, S.T. Terima kasih sudah sabar menemani perjalanan penulis selama ini, selalu jadi orang pertama yang mendengarkan keluh kesah penulis, dan nggak pernah bosan kasih semangat. Tugas akhir ini selesai berkat doa dan

kehadiranmu di sisi penulis.

- 8) Terima kasih penulis ucapkan untuk teman teman UWAIK Merdeka yang selalu mendukung penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
- 9) Terima kasih pula untuk seluruh pihak yang tidak bias di sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, 25 Mei 2025

Elga Dwi Setya Putra

## DAFTAR ISI

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                         | <b>ii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                            | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                          | <b>xii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                          | <b>xiv</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                      | <b>16</b>  |
| 1.1 Latar Belakang.....                                            | 16         |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                          | 17         |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....                             | 17         |
| 1.4 Batasan Masalah .....                                          | 17         |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....                                     | 17         |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                               | <b>19</b>  |
| 2.1 Gempa .....                                                    | 19         |
| 2.2 Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempang .....                  | 19         |
| 2.2.1 Desain Kapasitas .....                                       | 20         |
| 2.2.2 Mekanisme Keruntuhan (Collapse Mechanism).....               | 21         |
| 2.3 Jenis Beban.....                                               | 49         |
| 2.3.1 Beban Statis.....                                            | 49         |
| 2.3.2 Beban Dinamik.....                                           | 54         |
| 2.3.3 Teori Perhitungan Beban Gempa .....                          | 56         |
| 2.4 Analisa Pushover.....                                          | 60         |
| 2.4.1 Metode Spektrum Kapasitas yang Mengacu pada ATC -40.....     | 61         |
| 2.4.2 Metode Koefisien Perpindahan yang Mengacu pada FEMA 356..... | 64         |
| 2.4.3 Skema Sendi Plastis .....                                    | 65         |
| 2.5 Efek P-Delta (PA Effect).....                                  | 66         |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                         | <b>67</b>  |
| 3.1 Lokasi Penelitian .....                                        | 67         |
| 3.2 Data Struktur Gedung.....                                      | 67         |
| 3.3 Tahapan Analisis .....                                         | 67         |
| 3.3.1 Studi Literatur .....                                        | 68         |
| 3.3.2 Pengumpulan Data .....                                       | 69         |
| 3.3.3 Cek Struktur (Design and Check) .....                        | 70         |

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.4 Anilisi Pushover .....                                                  | 70        |
| 3.3.5 Analisis Kinerja Struktur.....                                          | 72        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                      | <b>74</b> |
| 4.1 Data Gedung.....                                                          | 74        |
| 4.1.1 Data Umum Struktur .....                                                | 74        |
| 4.1.2 Data Teknis Elemen Struktur .....                                       | 76        |
| 4.2 Perhitungan Beban Gravitasi.....                                          | 78        |
| 4.2.1 Beban Mati .....                                                        | 78        |
| 4.2.2 Beban Hidup.....                                                        | 82        |
| 4.3 Perhitungan Beban Gempa .....                                             | 83        |
| 4.3.1 Menentukan Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan ..... | 83        |
| 4.3.2 Menentukan Klasifikasi Situs .....                                      | 84        |
| 4.3.3 Menentukan Respon Spektral Percepatan.....                              | 86        |
| 4.3.4 Menentukan Koefisien Situs $F_a$ dan $F_v$ .....                        | 87        |
| 4.3.5 Menentukan Percepatan Spektral Desain.....                              | 87        |
| 4.3.6 Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS) .....                          | 88        |
| 4.3.7 Menentukan Sistem dan Parameter Struktur.....                           | 89        |
| 4.3.8 Menentukan Spektrum Respon Percepatan Desain $S_a$ (g).....             | 89        |
| 4.3.9 Menentukan Faktor Redudansi .....                                       | 91        |
| 4.4 Pemodelan Struktur .....                                                  | 91        |
| 4.5 Analisis Statik Ekvivalen .....                                           | 92        |
| 4.5.1 Perhitungan Priode Fundamental Pendekatan.....                          | 92        |
| 4.5.2 Perhitungan Koefisien Respon Seismik dan Gaya Geser Dasar Seismik ..... | 94        |
| 4.5.3 Perhitungan Faktor Skala Gaya.....                                      | 96        |
| 4.5.4 Menghitung Distribusi Vertikal Gaya Seismik .....                       | 96        |
| 4.5.5 Menghitung Distribusi Horizontal Gaya Seismik .....                     | 97        |
| 4.6 Pengecekan Perilaku Struktur .....                                        | 98        |
| 4.6.1 Pemeriksaan Mode Shape Bangunan .....                                   | 98        |
| 4.6.2 Pemeriksaan Partisipasi Masa .....                                      | 99        |
| 4.6.3 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat.....                                | 99        |
| 4.6.4 Pengecekan Pengaruh P-delta .....                                       | 101       |
| 4.6.5 Ketidak Beraturan Horizontal .....                                      | 101       |
| 4.6.6 Ketidak Beratura Sistem on Paralel .....                                | 107       |

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| 4.6.7 Ketidak Beraturan Vertikal .....                  | 108        |
| 4.6.8 Konsekuensi Ketidak Beraturan pada Struktur ..... | 113        |
| 4.7 Analisi Pushover.....                               | 114        |
| 4.7.1 Definisi Beban dan Pola Pushover .....            | 114        |
| 4.7.2 Mekanisme Sendi Elastis .....                     | 118        |
| 4.8 Hasil Analisi Pushover .....                        | 119        |
| 4.8.1 Kurva Kapasitas .....                             | 119        |
| 4.8.2 Analisis Taraf Kinerja Struktur .....             | 122        |
| 4.8.3 Analisis Pola Keruntuhan.....                     | 124        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                  | <b>129</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                     | 129        |
| 5.2 Saran.....                                          | 129        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                              | <b>130</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Beban Mati Desain Minimum .....                                                             | 50 |
| Tabel 2. 2 Beban Hidup Terdistribusi Merata dan Terpusat Minimum.....                                  | 50 |
| Table 2.3 Faktor Keuatamaan Gempa .....                                                                | 56 |
| Tabel 2.4 Parameter kelas Situs.....                                                                   | 58 |
| Tabel 2.5 Koefisien Situs, $F_a$ .....                                                                 | 58 |
| Tabel 2.6 Koefisien Situs, $F_v$ .....                                                                 | 59 |
| Table 2.7 kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Priode Pendek .....          | 60 |
| Table 2.8 kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan Priode 1 Detik .....         | 60 |
| Tabel 2.9. Level kinerja bangunan (Dokumen ATC-40).....                                                | 62 |
| Tabel 3.0. Batasan <i>ratio drift</i> atap (ATC 40, 1996: bab 11.3.3).....                             | 63 |
| Tabel 3.1 Data Gedung Laboratorium PNP.....                                                            | 67 |
| Tabel 3.2 Perilaku struktur berdasarkan warna titik sendi plastis .....                                | 72 |
| Tabel 3.3 Structur Behavior Type .....                                                                 | 73 |
| Tabel 4.1 Data luas dan Tinggi Gedung .....                                                            | 74 |
| Tabel 4.2 Tinggi Lantai .....                                                                          | 74 |
| Tabel 4.3 Data Dimensi Kolom.....                                                                      | 76 |
| Tabel 4.4 Data Dimensi Balok .....                                                                     | 77 |
| Tabel 4.5 Data Dimensi Pelat .....                                                                     | 78 |
| Tabel 4.8 Beban Hidup (Live load) .....                                                                | 83 |
| Tabel 4.7 Kategori Resiko .....                                                                        | 83 |
| 4.8 Faktor Keutamaan Gempa .....                                                                       | 84 |
| Tabel 4.9 Perhitungan NSPT .....                                                                       | 84 |
| Tabel 4.10 Kelas Situs .....                                                                           | 85 |
| Tabel 4.11 Koefisien Situs, $F_a$ .....                                                                | 87 |
| Tabel 4.12 Koefisien Situs, $F_v$ .....                                                                | 87 |
| Tabel 4.13 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter Respon Percepatan Periode Pendek .....        | 88 |
| Tabel 4.14 Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik ..... | 88 |
| Tabel 4.15 parameter struktur .....                                                                    | 89 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4.16 Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....         | 93  |
| Tabel 4. 17 Nilai parameter percepatan respon spektral desain $C_u$ ..... | 93  |
| Tabel 4.18 Berat Struktur bangunan Tiap Lantai .....                      | 95  |
| Tabel 4.19 Mode Shape Struktur .....                                      | 98  |
| Tabel 4.20 Mass Partisipation.....                                        | 99  |
| Tabel 4.21 Rekapitulasi Simpangan Antar Tingkat.....                      | 100 |
| Tabel 4. 22 Rekapitulasi Hasil Analisa Perhitungan Efek P-delta.....      | 101 |
| Tabel 4.23 Hasil Analisis ketidakberaturan Torsi .....                    | 102 |
| Tabel 4. 24 Pengecekan Ketidak Beraturan Sudut Dalam.....                 | 103 |
| Tabel 4. 25 Ketidakberaturan Tingkat Lunak.....                           | 109 |
| Tabel 4. 26 Ketidak beraturan Berat Struktur.....                         | 110 |
| Tabel 4.27 Data Dimensi Kolom.....                                        | 111 |
| Tabel 4. 28 Pengecekan Ketidak beraturan vertical poin 5 .....            | 112 |
| Tabel 4.30 Hasil Evaluasi Kinerja Struktur .....                          | 124 |
| Tabel 4.31 .....                                                          | 124 |
| Tabel 4. 32 Keterangan Tingkat kinerja struktur .....                     | 125 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 2.1 Tingkatan Plastifikasi Sendi plastis .....                            | 22  |
| Gambar 2.2. Respon spektra percepatan pendek Ss, percepatan 0,2 detik.....       | 57  |
| Gambar 2.3 Respon spektra percepatan pendek Ss, percepatan 1 detik.....          | 57  |
| Gambar 2.4. Analisa <i>Pushover</i> (Titono, tesis FT UI) .....                  | 61  |
| Gambar 3.1 Tabel <i>Flowchart</i> Tahapan Analisis.....                          | 68  |
| Gambar 3.2 kurva kapasitas pada perangkat lunak .....                            | 71  |
| Gambar 3.3 Titik kinerja strutur pada tingkat redaman struktur .....             | 73  |
| (sumber: ATC-40, 1996:6-10).....                                                 | 73  |
| Gambar 4.1 Denah Laboratorium Terpadu PNP .....                                  | 75  |
| Gambar 4.2 Potongan AS-A Laboratorium Terpadu PNP .....                          | 75  |
| Gambar 4.3 Respon Spektra Percepatan Pendek (Ss), Percepatan 0,2 detik.....      | 86  |
| Gambar 4.4 Respon Spektra Percepatan Pendek (S1), Percepatan 1 detik .....       | 86  |
| Gambar 4.5 Grafik spektrum respon .....                                          | 91  |
| Gambar 4.6 Denah lantai 1 laboratorium pnp .....                                 | 91  |
| Gambar 4.7 Tampak 3D laboratorium PNP .....                                      | 92  |
| Gambar 4.8 Potongan Grid C .....                                                 | 92  |
| Gambar Grafik 4.9 Simpangan Antar Lantai.....                                    | 100 |
| Gambar 4. 10 Pemeriksaan Ketidak Beraturan Torsi (Sumber: SNI 1726-2019).....    | 102 |
| Gambar 4. 11 Ketidak Beraturan Sudut Dalam .....                                 | 103 |
| Gambar 4.12 Pengecekan ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Lantai 1 .....  | 104 |
| Gambar 4. 13 Pengecekan ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Lantai 2 ..... | 104 |
| Gambar 4. 14 Pengecekan ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Lantai 3.....  | 105 |
| Gambar 4. 15 Pengecekan ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Lantai 4.....  | 106 |
| Gambar 4. 16 Ketidakberaturan no 4.....                                          | 107 |
| Gambar 4. 17 Ketidakberaturan 4 pada pemodelan <i>Software</i> .....             | 107 |
| Gambar 4. 18 Ketidakberaturan No 5.....                                          | 107 |
| Gambar 4. 19 Ketidakberaturan No 5 pada Pemodelan Software .....                 | 108 |
| Gambar 4. 20 Ketidakberaturan 1a dan 1b .....                                    | 109 |
| Gambar 4. 21 Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....                             | 111 |
| Gambar 4. 22 Ketidakberaturan vertical poin 4 (Sumber: SNI1726-2019).....        | 112 |
| Gambar 4.23 <i>Load Case data gravity</i> .....                                  | 115 |
| Gambar 4.24 Load Case Data Push X .....                                          | 116 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.25 Load Case Data Push y .....                           | 116 |
| Gambar 4.26 Setting Monitored Displacement Pushover Arah – X..... | 117 |
| Gambar 4.27 Setting Monitored Displacement Pushover Arah – Y..... | 117 |
| Gambar 4. 28 Pendefinisian Sendi Plastis Pada balok.....          | 119 |
| Gambar 4. 29 Pendefinisian Sendi Plastis Pada balok.....          | 119 |
| Gambar 4.30 Kurva kapasitas arah X .....                          | 120 |
| Gambar 4.31 Tabel.. .....                                         | 120 |
| Gambar 4.32 Kurva.. .....                                         | 122 |
| Gambar 4.33 Performance Point Arah Sumbu X .....                  | 123 |
| Gambar 4.34 Performance Point Arah Sumbu Y .....                  | 123 |
| Gambar 4.35 Sendi Plastis pada step ke 1/52 Arah Sumbu X.....     | 126 |
| Gambar 4.36Sendi Plastis pada step ke 52/52 Arah Sumbu X.....     | 126 |
| Gambar 4.37 Sendi Plastis pada step ke1/28 Arah Sumbu Y .....     | 127 |
| Gambar 4.38Sendi Plastis pada step ke 28/28 Arah Sumbu Y .....    | 128 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berada pada jalur Cincin Api Pasifik (*Pacific Ring of Fire*), sehingga memiliki tingkat kerawanan yang tinggi terhadap aktivitas seismik, khususnya gempa bumi. Setiap struktur bangunan yang dirancang di Indonesia wajib mempertimbangkan aspek ketahanan terhadap gempa, baik pada tahap perencanaan desain awal maupun evaluasi bangunan eksisting (Simanjuntak, 2020). Hal ini menjadi sangat penting mengingat gempa bumi dapat mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada bangunan dan infrastruktur, serta berpotensi menimbulkan korban jiwa.

Gempa bumi merupakan getaran yang berasal dari dalam bumi akibat terjadinya pergeseran dan patahan secara tiba-tiba pada lapisan batuan, yang kemudian menghasilkan gelombang seismik yang merambat dari pusat gempa ke berbagai arah dan dapat menimbulkan dampak tertentu langsung pada kestabilan struktur bangunan di permukaan. Penyebab gempa bisa bervariasi, mulai dari aktivitas tektonik, letusan gunung api, tumbukan meteor, hingga pergerakan tanah bawah laut seperti longsor (Kunci, 2010). Oleh karena itu, sangat diperlukan pendekatan rekayasa struktur yang mampu mengevaluasi dan memprediksi kinerja bangunan terhadap beban gempa.

Salah satu metode evaluasi yang umum digunakan dalam rekayasa gempa adalah analisis pushover. Metode ini termasuk dalam pendekatan *performance-based design*, yaitu perencanaan struktur berdasarkan tingkat kinerjanya. Analisis pushover dilakukan dengan menerapkan beban lateral statik yang ditingkatkan secara bertahap hingga struktur mencapai perpindahan target atau kondisi kegagalan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk kurva kapasitas yang menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*base shear*) dan perpindahan atap (*roof displacement*), sehingga tahapan perilaku struktur dapat diidentifikasi, mulai dari elastis, plastis, hingga keruntuhan, serta sejauh mana bangunan mampu bertahan terhadap gaya gempa (Simanjuntak, 2020).

Salah satu bangunan yang menjadi perhatian dalam studi ini adalah Gedung Laboratorium Politeknik Negeri Padang (PNP), sebuah gedung fasilitas pendidikan yang memiliki fungsi vital sebagai tempat penelitian dan praktikum mahasiswa. Mengingat lokasi Padang yang berada dalam zona gempa aktif, maka evaluasi kinerja struktur gedung ini terhadap beban gempa sangat penting untuk menjamin keselamatan pengguna serta

keandalan fungsi bangunan. Apalagi, banyak bangunan pendidikan di Indonesia yang belum dilakukan evaluasi struktur secara menyeluruh, khususnya menggunakan pendekatan berbasis kinerja.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, tugas akhir ini bertujuan untuk mengkaji kinerja struktur Gedung Laboratorium PNP dengan menggunakan metode analisis pushover. Kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kapasitas struktur dalam menahan beban lateral akibat gempa bumi, serta menjadi kontribusi nyata dalam perencanaan dan evaluasi bangunan tahan gempa, khususnya di lingkungan institusi pendidikan di Indonesia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kinerja struktur Gedung Laboratorium PNP dalam menahan beban gempa berdasarkan hasil analisis statik nonlinier menggunakan metode (pushover analysis).
- b. Bagaimana pola keruntuhan (mekanisme sendi plastis) pada bangunan gedung Gedung Laboratorium PNP berdasarkan hasil analisis pushover

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja struktur bangunan bertingkat pada saat menerima beban gempa menggunakan metode pushover.
2. Mengetahui pola keruntuhan (sendi plastis) yang terjadi pada struktur gedung Gedung Laboratorium PNP berdasarkan hasil perhitungan software. ETABS

## **1.4 Batasan Masalah**

- a. Beban gempa yang digunakan sesuai dengan standar SNI 1726:2019.
- b. Analisis dilakukan secara statik nonlinier menggunakan metode pushover dengan perangkat lunak ETABS.
- c. Penilaian level kinerja struktur dilakukan berdasarkan ketentuan ATC-40 dan Fema 356
- d. Analisis dilakukan hanya pada setiap lantai yang berada di atas basement

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut :

## BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, serta manfaat yang diharapkan dari penelitian ini..

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian teori yang diperoleh dari berbagai sumber literatur, baik buku maupun referensi daring, yang membahas dasar teori analisis pushover.

## BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan, termasuk tahapan pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir ini..

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis berupa perhitungan, grafik, dan tabel, beserta pembahasannya.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari keseluruhan pembahasan tugas akhir serta saran-saran yang diharapkan dapat menjadi bahan perbaikan di masa mendatang.