

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG KANTOR PENDIDIKAN SMK – SMAK BOGOR MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER ANALYSIS

FARHAN FIRANA FEBRIVAL



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Kantor Pendidikan SMK – SMAK Bogor menggunakan Metode *Pushover Analysis*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Farhan Firana Febrival
F4401211010

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

ABSTRAK

FARHAN FIRANA FEBRIVAL. Analisis Kinerja Struktur Gedung Kantor Pendidikan SMK – SMAK Bogor menggunakan Metode *Pushover Analysis*. Dibimbing oleh MUHAMMAD FAUZAN dan ERIZAL.

Indonesia berada pada wilayah seismik aktif dengan risiko gempa tinggi, sehingga diperlukan perencanaan bangunan tahan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja struktur gedung kantor pendidikan SMK–SMAK Bogor terhadap beban gempa menggunakan analisis *pushover* dengan pendekatan *capacity spectrum method* berdasarkan standar ATC-40. Gedung kantor pendidikan terdapat dilatasi yang berjumlah dua sehingga respons gempa masing-masing bagian dapat dianalisis secara independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga gedung memiliki periode getar yang relatif pendek, partisipasi massa yang memenuhi syarat ($>90\%$), dan distribusi sendi plastis yang sebagian besar berada pada level *Immediate Occupancy* (IO). Gedung 1 dan Gedung 3 mengalami perpindahan sekitar 18 mm di lantai paling atas, sedangkan Gedung 2 mengalami perpindahan hingga 28 mm pada lantai paling atas. Hal ini menunjukkan bahwa saat ketiga gedung bergerak searah, masih ada cukup celah untuk mencegah benturan. Titik kinerja struktur menunjukkan gedung kantor pendidikan masih dalam batas aman dengan daktilitas yang memadai.

Kata kunci: Analisis Pushover, Daktilitas, Gedung Kantor Pendidikan, Kinerja Struktur, Nonlinear

ABSTRACT

FARHAN FIRANA FEBRIVAL. Performance Analysis of the Bogor SMK – SMAK Education Office Building Structure Using the Pushover Analysis Method. Supervised by MUHAMMAD FAUZAN and ERIZAL.

Indonesia is located in an active seismic zone with a high risk of earthquakes, so earthquake-resistant building design is necessary. This study aims to evaluate the performance of the SMK–SMAK Bogor vocational school office building structure under earthquake loads using pushover analysis with the capacity spectrum method based on the ATC-40 standard. The office building has two dilatations, so the earthquake response of each section can be analysed independently. The results of the study show that all three buildings have relatively short vibration periods, mass participation that meets the requirements ($>90\%$), and plastic hinge distributions that are mostly at the Immediate Occupancy (IO) level. Building 1 and Building 3 experienced displacements of approximately 18 mm on the top floor, while Building 2 experienced displacements of up to 28 mm on the top floor. This indicates that when the three buildings move in the same direction, there is still sufficient clearance to prevent collision. The structural performance points indicate that the educational office building remains within safe limits with adequate ductility.

Keywords: Pushover Analysis, Ductility, Educational Office Building, Performance Level, Nonlinear



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG KANTOR PENDIDIKAN SMK – SMAK BOGOR MENGGUNAKAN METODE *PUSHOVER ANALYSIS*

FARHAN FIRANA FEBRIVAL

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Eng. Allen Kurniawan, S.T., M.T.

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Struktur Gedung Kantor Pendidikan SMK – SMAK Bogor menggunakan Metode Pushover Analysis

Nama : Farhan Firana Febrival

NIM : F4401211010

Disetujui oleh

**Pembimbing 1:
Muhammad Fauzan, S.T., M.T.
NIP. 19780129 201012 1 001**



**Pembimbing 2:
Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU.
NIP. 19650106 199002 1 001**



Diketahui oleh

**Ketua Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan
Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU.
NIP. 19650106 199002 1 001**



Tanggal Ujian: 7 Juli 2025

Tanggal Lulus: 14 JUL 2025

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan Rahmat-Nya skripsi dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Kantor Pendidikan SMK – SMAK Bogor menggunakan Metode *Pushover Analysis*” dapat diselesaikan. Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Muhammad Fauzan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir yang selalu memberikan arahan, saran, serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU. selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir yang senantiasa memberikan arahan dan saran konstruktif dalam penyusunan skripsi dengan baik.
3. Bapak Firman Joni dan Ibu Riena selaku kedua orang tua yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan kasih sayang tiada henti. Terima kasih atas segala pengorbanan serta dukungan moral maupun materi.
4. Kakak saya Faris Firana Febrian dan adik saya Fadly Firana Febrison yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan yang tulus selama menjalani proses penyusunan skripsi.
5. Putri Andira Seruni yang selalu menemani dan memberikan dukungan, kebaikan, perhatian, dan kasih sayang selama proses penyusunan skripsi berlangsung.
6. Teman-teman Miss V22, DC SIL, dan WOW 58 atas masukan dan dukungannya.
7. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan Angkatan 58 (Pratistha Rajaluca) atas pengalaman serta kebersamaan maupun kekompakkan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga kritik dan saran membangun sangat dibutuhkan dalam memperbaiki tulisan ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Juli 2025

Farhan Firana Febrival

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bangunan Tahan Gempa & Sistem Rangka Pemikul Momen	4
2.2 Analisa Beban Gempa Respon Spektrum dan Pembebanan Struktur	5
2.3 Partisipasi Massa/ Jumlah Ragam	9
2.4 Periode Fundamental Struktur	10
2.5 Gaya Geser Dasar	11
2.6 <i>Drift Limit</i> (Simpangan Antar Lantai)	12
2.7 Efek P-Delta	13
2.8 <i>Performance-Based Seismic Engineering</i>	13
2.9 Analisis <i>Pushover</i> Standar ATC-40	14
2.10 Sendi Plastis	15
2.11 Kinerja Struktur Tahan Gempa	16
2.12 Daktilitas Struktur	17
III METODE	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Prosedur Penelitian	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Pola dan Jumlah Ragam Getar	22
4.2 Partisipasi Massa	23
4.3 Gaya Geser Dasar	26
4.4 <i>Drift Limit</i>	27
4.5 Efek P-Delta	29
4.6 Distribusi Sendi Plastis	31
4.7 Kurva <i>Pushover</i> dan <i>Performance Point</i>	35
4.8 Kinerja Struktur	38
4.9 Daktilitas Struktur	39
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47
RIWAYAT HIDUP	74

DAFTAR TABEL

1	Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk sistem pemikul momen	5
2	Klasifikasi situs tanah	6
3	Data beban mati	8
4	Data beban hidup	8
5	Kombinasi pembebanan metode ultimit (<i>ultimit limit state</i>)	9
6	Kombinasi pembebanan metode tegangan izin (<i>service limit state</i>)	9
7	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	10
8	Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	11
9	Simpangan antar tingkat izin	12
10	Tingkat kinerja struktur bangunan berdasarkan <i>drift limit</i>	12
11	Deskripsi level kinerja struktur bangunan	16
12	Periode getaran gedung kantor pendidikan	23
13	Partisipasi massa gedung 1 kantor pendidikan	24
14	Partisipasi massa gedung 2 kantor pendidikan	24
15	Partisipasi massa gedung 3 kantor pendidikan	25
16	Gaya geser dasar seismik gedung kantor pendidikan	26
17	Perpindahan gedung 1 pada tahap awal dan akhir	32
18	Perpindahan gedung 2 pada tahap awal dan akhir	33
19	Perpindahan gedung 3 pada tahap awal dan akhir	34
20	Tingkat kinerja gedung kantor pendidikan	39
21	Daktilitas gedung kantor pendidikan	40

DAFTAR GAMBAR

1	Peta respons desain (BSN 2019)	6
2	Representasi grafis dari <i>capacity-spectrum method</i> (ATC-40 1996)	15
3	Ilustrasi mekanisme sendi plastis (ATC 1996)	15
4	Ilustrasi keruntuhan gedung (ATC-40 1996)	16
5	Lokasi gedung penelitian	18
6	Diagram alir penelitian	21
7	Pola ragam getar gedung 1 kantor pendidikan (a) mode 1 (b) mode 2 (c) mode 3	22
8	Pola ragam getar gedung 2 kantor pendidikan (a) mode 1 (b) mode 2 (c) mode 3	22
9	Pola ragam getar gedung 3 kantor pendidikan (a) mode 1 (b) mode 2 (c) mode 3	22
10	Gaya geser tingkat gedung kantor	27
11	Simpangan antar lantai gedung 1 kantor pendidikan	27
12	Simpangan antar lantai gedung 2 kantor pendidikan	28
13	Simpangan antar lantai gedung 3 kantor pendidikan	28
14	Perpindahan masing-masing gedung kantor pendidikan dengan dilatasi	29
15	Kontrol koefisien stabilitas akibat gempa arah X	30
16	Kontrol koefisien stabilitas akibat gempa arah Y	30

17	Sendi plastis gedung 1 arah X (a) tahap awal (b) tahap akhir	31
18	Sendi plastis gedung 1 arah Y (a) tahap awal (b) tahap akhir	32
19	Sendi plastis gedung 2 arah X (a) tahap awal (b) tahap akhir	32
20	Sendi plastis gedung 2 arah Y (a) tahap awal (b) tahap akhir	33
21	Sendi plastis gedung 3 arah X (a) tahap awal (b) tahap akhir	33
22	Sendi plastis gedung 3 arah Y (a) tahap awal (b) tahap akhir	34
23	Kurva kapasitas (<i>pushover curve</i>) gedung 1	35
24	Nilai <i>target displacement</i> gedung 1 (a) arah X (b) arah Y	35
25	Kurva kapasitas (<i>pushover curve</i>) gedung 2	36
26	Nilai <i>target displacement</i> gedung 2 (a) arah X (b) arah Y	37
27	Kurva kapasitas (<i>pushover curve</i>) gedung 3	37
28	Nilai <i>target displacement</i> gedung 3 (a) arah X (b) arah Y	38

DAFTAR LAMPIRAN

1	Parameter gerak tanah periode pendek (Ss) (SNI 1726:2019)	48
2	Parameter gerak tanah periode 1 detik (S1) (SNI 1726:2019)	49
3	Peta transisi periode panjang (TL) wilayah Indonesia (SNI 1726:2019)	50
4	Denah kolom lantai 1 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	51
5	Denah kolom lantai 2 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	52
6	Denah kolom lantai 3 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	53
7	Denah balok lantai 2 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	54
8	Denah balok lantai 3 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	55
9	Denah balok lantai dak bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	56
10	Denah plat lantai 2 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	57
11	Denah plat lantai 3 bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	58
12	Denah plat lantai dak bangunan gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	59
13	Simpangan antar lantai gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	60
14	Efek P-delta gedung kantor pendidikan SMK – SMAK Bogor	61
15	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 1 arah X	62
16	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 1 arah Y	64
17	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 2 arah X	66
18	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 2 arah Y	68
19	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 2 arah Y (lanjutan)	70
20	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 3 arah X	71
21	Rekapitulasi tingkat kinerja elemen struktur gedung 3 arah Y	73