

No.26/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2022

SKRIPSI

KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA MENGUNAKAN DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 2847:2019 DAN ACI 318-19



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

Disusun Oleh:

Husnul Khotimah

NIM 1801421038

Dosen Pembimbing:

Dr. Anis Rosyidah

NIP. 197303181998022004

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP. 199111222019031010

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

KINERJA STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 2847:2019 DAN ACI 318-19 yang disusun oleh **Husnul Khotimah (NIM 1801421038)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap II**

Pembimbing I

Dr. Anis Rosyidah
NIP. 197303181998022004

Pembimbing II

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.
NIP. 199111222019031010



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi Berjudul :

KINERJA STRUKTUR MENGGUNAKAN DIAFRAGMA PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA BERDASARKAN SNI 2847:2019 DAN ACI 318-19 yang disusun oleh **Husnul Khotimah (NIM 1801421038)** telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi 2** di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal **25 Juli 2022**

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T. NIP: 197401311998022001	
Anggota	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. NIP: 198012042020121001	
	Andrias Rudi Hermawan, S.T., M.T. NIP: 196601181990111001	

Mengetahui, Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dyah Nurwidyaningrum S.T., MM, M.Ars.

NIP 197407061999032001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : HUSNUL KHOTIMAH
NIM : 1801421038
Prodi : D4 Teknik Konstruksi Gedung (TKG)
Alamat email : khotimah.husnul3004@gmail.com
Judul Naskah : Kinerja Struktur Bangunan Tahan Gempa menggunakan Diafragma berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2021/2022 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk akademis/perlombaan.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 08 Agustus 2022

Yang menyatakan

Husnul Khotimah

Hak Cipta :

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah SWT, karena berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi tingkat sarjana terapan dengan judul Kinerja Struktur Menggunakan Diafragma pada Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19. Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang saya hadapi, namun berkat bantuan berbagai pihak skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam penyusunan skripsi ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doanya selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M, M.Arc, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ibu Dr. Anis Rosyidah, selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi yang senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Yanuar Setiawan, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan masukan, arahan, dan motivasi selama masa perkuliahan.
6. Bapak/Ibu dosen penguji skripsi, yang selalu memberikan banyak masukan, kritik maupun saran, dan memberikan evaluasi agar lebih baik.
7. Teman-teman TKG 2018 yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penyusunan skripsi.
8. Semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Jakarta, Juli 2022

Husnul Khotimah

Hak Cipta :

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



Kinerja Struktur Bangunan Tahan Gempa Menggunakan Diafragma Berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19

Husnul Khotimah¹, Anis Rosyidah², Jonathan Saputra³

Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI Depok, 16424

E-mail: khotimah.husnul3004@gmail.com¹,

anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id², Jonathan.saputra@sipil.pnj.ac.id³

ABSTRACT

Diaphragm, as an additional element resisting lateral force, is commonly used for the floor and roof of the building. In Indonesia, diaphragm, chord, and collector have been regulated in SNI 2847:2019, which refers to ACI 318-14. In 2019, the ACI 318-14 was updated to ACI 318-19, and there were several changes. This research aims to analyze the differences in the design and detailing of diaphragms in earthquake-resistant buildings based on SNI 2847:2019 with ACI 318-19 and analyze the performance of structures with diaphragms. In this study, the diaphragm system was used on the roof floor of the building. Herein, the building is a 10-story office building with a dual system as a structural system and is located in Jakarta with a medium soil class (SD). The performance of the building structure was analyzed using a performance-based design method and pushover. The results from the analysis of diaphragm design show that due to the 50% opening on the roof, the reinforcement of the chord and collector is required, and the value and amount of reinforcement on the diaphragm, chord, and collector based on SNI 2847:2019 and ACI 318-19 do not have a significant difference, and the analysis of building with a diaphragm performance based on drift and story drift values obtained results damage control for the performance level.

Keywords: Diaphragm, building structure performance, performance based design, pushover analysis

ABSTRAK

Diafragma sebagai elemen tambahan penahan gaya lateral umum digunakan pada lantai maupun atap bangunan. Di Indonesia, komponen struktur diafragma, kord, dan kolektor telah diatur dalam SNI 2847:2019 yang bersumber pada ACI 318-14. Pada tahun 2019, ACI 318-14 diperbarui menjadi ACI 318-19 dan terdapat beberapa perubahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan perancangan dan detailing diafragma pada bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 2847:2019 dengan ACI 318-19 dan menganalisis kinerja struktur dengan diafragma. Pada penelitian ini sistem diafragma digunakan pada lantai atap bangunan. Bangunan yang digunakan merupakan gedung perkantoran 10 lantai dengan sistem struktur berupa sistem ganda dan berlokasi di Jakarta dengan kelas tanah sedang (SD). Kinerja struktur bangunan dianalisis menggunakan metode *performance based design* dan analisis non-linier *pushover*. Hasil penelitian menunjukkan akibat adanya bukaan 50% pada atap dari analisis gaya desain diafragma diperlukan tulangan kord dan kolektor, jumlah tulangan yang diperlukan pada elemen diafragma, kord dan kolektor berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19 bernilai sama, analisis kinerja bangunan dengan diafragma berdasarkan nilai *drift* dan *story drift* didapatkan hasil tingkat kinerja pada kondisi *damage control*.

Kata kunci: Diafragma, kinerja struktur, *performance based design*, Analisis *pushover*

Hak Cipta :

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



DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Diafragma.....	7
2.3 Analisis Dinamik Respon Spektrum dan Gempa SNI 1726:2019	17
2.4 Ketidakberaturan Struktur Bangunan.....	27
2.5 Peningkatan Gaya Akibat Ketidakberaturan Struktur.....	29
2.6 Analisis Gempa Pushover	30
2.7 <i>Performance Based Design</i>	30
BAB III.....	33
METODE PENELITIAN	41
3.1 Gambaran Umum	33
3.2 Objek Penelitian	33
3.3 Tahapan Penelitian	35
3.4 Peraturan yang Digunakan	39
3.5 Luaran	40
BAB IV	41

Hak Cipta :

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



HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Gaya Desain Diafragma	41
4.2 Perancangan dan Detailing Diafragma	43
4.2.1 Analisis Gaya Desain Diafragma	43
4.2.2 Perancangan dan Detailing Balok Kolektor	47
4.2.3 Rekapitulasi Perancangan dan Detailing Diafragma	51
4.3 Analisis Kinerja Struktur dengan <i>Performance Based Design</i>	52
4.3.1 Perpindahan	53
4.3.2 Simpangan Antar Lantai	55
4.3.3 Mekanisme Sendi Plastis Bangunan dengan Diafragma	56
4.4 Target Desain Level Kinerja	60
4.5 Evaluasi Kinerja Struktur	61
4.4.1 Respon Kapasitas FEMA 440	61
4.4.2 Kurva Bilinear FEMA 356	63
4.4.3 Rangkuman Level Kinerja Struktur	64
BAB V	66
PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN 1	71
LAMPIRAN 2	93
LAMPIRAN 3	99
LAMPIRAN 4	104
LAMPIRAN 5	113
LAMPIRAN 6	119
LAMPIRAN 7	123
LAMPIRAN 8	126
LAMPIRAN 9	128
LAMPIRAN 10	133
LAMPIRAN 11	134
LAMPIRAN 12	135
LAMPIRAN 13	136

Hak Cipta :

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



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Aksi diafragma tipikal.....	7
Gambar 2. 2 Elemen kolektor	8
Gambar 2. 3 Kord pada bukaan.....	12
Gambar 2. 4 Gaya transfer pada kolektor	13
Gambar 2. 5 S dan De pada Diafragma.....	17
Gambar 2. 6 Parameter gerak tanah Ss	18
Gambar 2. 7 Parameter gerak tanah S1	19
Gambar 3. 1 Denah Lantai 1-9.....	33
Gambar 3. 2 Denah Lantai 10	34
Gambar 3. 3 Pemodelan 3 Dimensi Arah X.....	34
Gambar 3. 4 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 3. 5 Pemodelan Bangunan pada ETABS.....	38
Gambar 4.1 Gaya Desain Diafragma Arah X.....	42
Gambar 4.2 Gaya Desain Diafragma Arah Y	42
Gambar 4.3 Resultan Gaya Diafragma Arah X (kN).....	43
Gambar 4.4 Resultan Gaya Diafragma Arah Y (kN).....	44
Gambar 4.5 Section Cut Arah Y	44
Gambar 4.6 Identifikasi Elemen Balok Kolektor.....	48
Gambar 4.7 Diagram Interaksi P-M ACI 318-19.....	50
Gambar 4.8 Diagram Interaksi P-M SNI 2847:2019	50
Gambar 4.9 Perpindahan Arah X dan Y	54
Gambar 4.10 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y.....	56
Gambar 4.11 Sendi Plastis pada Step 9 dan Step 12.....	57
Gambar 4.12 Sendi Plastis pada Step 22.....	58
Gambar 4.13 Sendi Plastis pada Step 8 dan Step 10.....	59
Gambar 4.14 Sendi Plastis pada Step 20.....	60
Gambar 4.15 Hasil Spektrum Kapasitas FEMA 440 Arah X	61
Gambar 4.16 Hasil Spektrum Kapasitas FEMA 440 Arah Y	62
Gambar 4.17 Kurva Bilinier Arah X.....	63
Gambar 4.18 Kurva Bilinier Arah Y	63

Hak Cipta :

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



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketebalan Minimum Pelat Satu Arah	9
Tabel 2. 2 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang tanpa Balok Interior (mm) ^[1]	9
Tabel 2. 3 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non Prategang dengan Balok di antara Tumpuan pada Semua Sisinya	10
Tabel 2. 4 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ) untuk Momen, Gaya Aksial, atau Kombinasi Momen dan Gaya Aksial.....	10
Tabel 2. 5 Persyaratan Tulangan Kolektor dan Kord pada Kategori Desain D sampai F untuk Lewatan dan Zona Pengangkuran.....	13
Tabel 2. 6 Persyaratan Tulangan Transversal untuk Kolektor Tarik dan Tekan dan Kord pada Desain Kategori D sampai F dengan Perkuatan Tulangan Transversal Pengekang	14
Tabel 2. 7 Simpangan Antar Tingkat Izin.....	16
Tabel 2. 8 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa..	19
Tabel 2. 9 Faktor keutamaan gempa (I_e)	21
Tabel 2. 10 Koefisien situs, F_a	22
Tabel 2. 11 Koefisien Situs F_v	22
Tabel 2. 12 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek	23
Tabel 2. 13 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik.....	23
Tabel 2. 14 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	24
Tabel 2. 15 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	24
Tabel 2. 16 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	27
Tabel 2. 17 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	28
Tabel 2. 18 Batasan Drift Tingkat Kinerja Struktur.....	32
Tabel 4.1 Gaya Desain Diafragma Arah X.....	41
Tabel 4.2 Gaya Desain Diafragma Arah Y	41
Tabel 4.3 Hasil Section Cut Diafragma Arah X	45
Tabel 4.4 Hasil Section Cut Diafragma Arah Y	45
Tabel 4.5 Rekapitulasi Tulangan Diafragma	46

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Tabel 4.6 Detailing Sambungan Lewatan Diafragma.....	46
Tabel 4.7 Rasio Minimum Tulangan Temperatur dan Susut.....	47
Tabel 4.8 Gaya Aksial Balok Kolektor.....	48
Tabel 4.9 Gaya Dalam Balok Kolektor.....	49
Tabel 4.10 Gaya Aksial-Momen pada 6 kondisi.....	49
Tabel 4.11 Kebutuhan Geser Beton, V_c	51
Tabel 4.12 Rekapitulasi Tulangan Balok Kolektor.....	51
Tabel 4.13 Tulangan Balok Induk 400x600 mm.....	53
Tabel 4.14 Tulangan Balok Anak 350x500 mm.....	53
Tabel 4.15 Tulangan Kolom 1000x1000 mm.....	53
Tabel 4.16 Output Perpindahan Analisis Pushover.....	54
Tabel 4.17 Simpangan Antar Lantai.....	55
Tabel 4.18 Output Pushover Arah X.....	56
Tabel 4.19 Ouput Pushover Arah Y.....	58
Tabel 4.20 Performance Point FEMA 440.....	62
Tabel 4.21 Performance Point FEMA 356.....	64
Tabel 4.22 Nilai Target Perpindahan.....	64

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung bertingkat tinggi terus meningkat khususnya di daerah perkotaan seperti Jakarta. 45% fungsi bangunan di Jakarta merupakan gedung perkantoran dengan 88% materialnya menggunakan struktur beton bertulang (Safarik et al., 2020). Pembangunan gedung bertingkat tinggi memiliki kelebihan tersendiri dalam memanfaatkan keterbatasan lahan di daerah perkotaan padat penduduk, akan tetapi dalam pembangunan konstruksi gedung bertingkat tinggi sangat perlu diperhatikan keamanan dan membutuhkan banyak pertimbangan dalam perencanaannya (Octavianus et al., 2015). Hal tersebut karena gedung bertingkat tinggi harus memiliki kekuatan struktur yang cukup dalam menahan beban karena sangat rentan terhadap gaya lateral terutama terhadap gaya gempa (Tumilar S, 2015)(Aji et al., 2022). Selain itu, kegagalan dan kerusakan bangunan sering dijumpai akibat peristiwa gempa dan angin, hal tersebut menjadikan terus terjadinya perubahan terhadap desain dan detailing struktur (Taranath, 2010). Saat ini, kebutuhan arsitektur pada bangunan bertingkat tinggi dapat mempengaruhi sistem struktur pada sebuah bangunan, contohnya bangunan dengan desain bukaan yang cukup besar. Bangunan dengan bukaan yang cukup besar ini dapat mempengaruhi ketidakberaturan bangunan dan dapat mengurangi kekuatan sistem struktur dalam menahan gaya lateral, dalam hal ini diafragma umum digunakan sebagai elemen struktur tambahan penahan gaya lateral.

Diafragma merupakan elemen struktur penahan gaya lateral yang berfungsi untuk mendistribusikan beban lateral ke elemen vertikal pemikul beban lateral (Badan Standarisasi Nasional, 2019a). Diafragma didesain sebagai struktur bangunan tahan gempa yang dapat berupa pelat lantai, sistem atap, maupun bresing. Umumnya, diafragma digunakan sebagai sistem lantai, dimana lantai didesain sebagai diafragma kaku agar cukup dalam menahan gaya lateral (beban gempa dan atau beban angin) (Tena-Colunga et al., 2015). Lantai dapat berperan sebagai diafragma karena kekakuan dalam bidangnya yang besar (Yadav & Khuswaha, 2016).



Hak Cipta :

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

Desain bangunan tahan gempa di Indonesia diatur dalam SNI 1726:2019 dan peraturan SNI 2847:2019 yang diadaptasi dari ASCE 7-16 dan ACI (*Association Concrete Institute*) 318-14. Kedua peraturan tersebut merupakan peraturan yang menjadi dasar perencanaan dan perhitungan yang umum digunakan saat ini, khususnya di Indonesia. Desain bangunan akan terus mengalami perkembangan sesuai dengan kondisi yang terjadi, seperti halnya SNI 2847:2013 mengalami perubahan teknis dengan diterbitkannya SNI 2847:2019 yang menjadi peraturan terbaru mengenai bangunan gedung struktur beton bertulang di Indonesia. Pada tahun 2019, ACI (*Association Concrete Institute*) menerbitkan peraturan terbaru mengenai desain bangunan beton bertulang (*Building Code Requirements for Structural Concrete* ACI 318-19). SNI 2847:2019 dan ACI 318-19 diterbitkan pada tahun yang sama, karena peraturan SNI 2847:2019 bersumber dari ACI 318-14 dan tentunya terdapat beberapa perubahan pada ACI 318-14 menjadi ACI 318-19, dalam hal ini penulis akan menganalisis kinerja struktur yang menggunakan diafragma pada bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 2847:2019 dengan ACI 318-19.

1.2 Perumusan Masalah

Desain diafragma dikenalkan dan dijelaskan pertama kali pada SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013. Peraturan Indonesia yang mengacu dan bersumber pada peraturan negara lain perlu dilakukannya adaptasi terhadap kondisi di Indonesia, sehingga penyesuaiannya membutuhkan waktu yang lama. Dengan diterbitkannya ACI 318-19 tentu terdapat beberapa perubahan terhadap peraturan sebelumnya, sehingga perlu adanya adaptasi dan penyesuaian kembali peraturan SNI 2847, dalam hal ini khususnya pada perancangan diafragma. Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perancangan dan detailing diafragma, kord, dan kolektor pada bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19?
2. Bagaimana perbandingan perancangan dan detailing SNI 2847:2019 dan ACI 318-19 pada bangunan tahan gempa?
3. Bagaimana taraf kinerja struktur bangunan yang menggunakan diafragma, kord, dan kolektor pada bangunan tahan gempa menggunakan analisis gempa?



Hak Cipta :

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

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang detailing diafragma, kolektor, kord pada bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19.
2. Menganalisis perbandingan hasil perancangan dan detailing diafragma, kord, dan kolektor berdasarkan SNI 2847:2019 dan ACI 318-19.
3. Menganalisis taraf kinerja struktur bangunan yang menggunakan diafragma, kolektor, kord pada bangunan tahan gempa berdasarkan *Performance Based Design*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perancangan dan detailing tulangan hanya pada komponen struktur diafragma.
2. Hanya menganalisis struktur atas bangunan.
3. Sistem struktur menggunakan sistem ganda (sistem rangka pemikul momen dan dinding geser).

1.5 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini penulis menggunakan sistem sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, identifikasi masalah, rumusan-rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan-batasan dalam penelitian, dan sistematika dalam penulisan penelitian.

- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan teori-teori penelitian, penelitian terdahulu, serta perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu.

- **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan objek penelitian yang dipilih, pengumpulan data, alat yang digunakan dalam proses penelitian, rancangan penelitian, dan tahapan penelitian.



Hak Cipta :

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

- **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan data-data yang digunakan dalam penelitian dan dan kajian dari data serta pembahasan dari hasil analisis dan pengujian yang didapatkan.

- **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.





BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan detailing SNI 2847:2019 dan ACI 318-19 didapatkan jumlah tulangan yang sama antara keduanya. Jumlah tulangan elemen kord yang didapatkan dari perhitungan perancangan dan detailing untuk arah x dan y sebesar 2D16. Tulangan kolektor pada diafragma untuk daerah dinding geser didapatkan 2D19 dengan jarak 150 mm untuk arah x maupun y, sedangkan untuk sepanjang kebutuhan lebar kolektor didapatkan 10D16 untuk bagian atas dan bawah diafragma pada arah x dan y. Pada balok kolektor didapatkan jumlah tulangan longitudinal 12D20 pada daerah tekan dan 6D20 pada daerah tarik dengan jumlah tulangan geser sebanyak 3 kaki.
2. Perancangan dan detailing elemen kord dan kolektor pada diafragma memiliki perbedaan terhadap ketentuan panjang lewatan, dimana pada ACI 318-19 adanya nilai tambahan berupa ψ_s (faktor modifikasi panjang lewatan). Nilai faktor tambahan pada ACI 318-19 menjadikan panjang lewatan untuk elemen diafragma kord dan kolektor berbeda dengan SNI 2847:2019. Perbedaan nilai panjang lewatan antara ACI 318-19 dan SNI 2847:2019 adalah sebesar 20%, dimana nilai panjang lewatan berdasarkan SNI 2847:2019 lebih besar. Selain itu, perbedaan juga terdapat pada rasio minimum tulangan temperatur dan susut, dimana untuk f_y lebih besar atau sama dengan 420 MPa pada ACI 318-19 sebesar 0,0018. Sedangkan pada SNI 2847:2019, untuk f_y dengan 420 MPa didapatkan 0,0018, dan untuk f_y lebih besar dari 420 MPa didapatkan 0,0014. Sehingga rasio minimum berdasarkan SNI 2847:2019 berbeda sebesar 0,0014 dengan ACI 318-19 untuk f_y lebih besar dari 420 MPa. Pada perancangan balok kolektor nilai gaya aksial dan momen pada kondisi tarik dan tekan berbeda antara SNI 2847:2019 dan ACI 318-19, hal ini diakibatkan oleh nilai faktor reduksi antara SNI 2847:2019 dan ACI 318-19 berbeda. Perbedaan

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

selanjutnya yaitu nilai V_c atau kuat geser beton yang diperlukan untuk perhitungan tulangan geser memiliki nilai yang berbeda, dimana pada penelitian ini didapatkan perbedaan nilai V_c antara SNI 2847:2019 dengan ACI 318-19 sebesar 122,605 kN.

3. Hasil tingkat kinerja bangunan dan pola keruntuhan pada struktur bangunan dengan diafragma menggunakan analisis non-linear *pushover* dengan metode ATC-40 dan FEMA 356 berada pada tingkat *Damage Control*. Kondisi ini merupakan peralihan antara level *Immediate Occupancy* dengan level *Life Safety* yang artinya bangunan masih dalam tahap aman saat terjadi gempa sehingga resiko kegagalan struktur, dan kerusakan mungkin terjadi tetapi belum runtuh. Berdasarkan target level kinerja awal yang ditentukan berupa *life safety*, hasil kinerja yang dianalisis menggunakan *pushover* berupa *damage control* maka bangunan memiliki level kinerja yang lebih baik. Nilai *performance point* dari hasil kurva bilinear FEMA 356 lebih besar dibandingkan dengan nilai *performance point* dari kurva respon struktur FEMA 440 dengan ATC-40.

5.2 Saran

Dari penelitian ini, penulis memiliki saran untuk penelitian selanjutnya, diantaranya:

1. Untuk analisis *Performance Based Design* perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode *time history* untuk mengetahui tingkat kinerja bangunan berdasarkan riwayat gempa yang pernah terjadi.



DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee. (2019). Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318R-19). In *American Concrete Institute*. American Concrete Institute.
- Aji, H. S., Rosyidah, A., & Saputra, J. (2022). *The effect of variation of shear walls placement on the response of building structure using the Direct Displacement-Based Design method*. 26(2), 201–212.
- Applied Technology Council. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings* (1st ed.). Applied Technology Council.
- Association Concrete Institute. (2019). *Aci 318-19*.
- Ávila, F., Dechent, P., & Opazo, A. (2021). Seismic behaviour evaluation of CLT horizontal diaphragms on hybrid buildings with reinforced concrete shear walls. *Engineering Structures*, 244(January 2020). <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112698>
- Badan Standarisasi Nasional. (2019a). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019). In *Standar Nasional Indonesia (SNI)* (Issue 8). BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019b). SNI 1726-2019 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. In *Standar Nasional Indonesia (SNI)* (Issue 8). BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain 1727:2020. In *Badan Standarisasi Nasional 1727:2020* (Issue 8). BSN.
- Concrete Reinforcing Steel Institute. (2019). *Design Guide for Reinforced Concrete Diaphragms* (1st ed.). Concrete Reinforcing Steel Institute.
- Federal Emergency Management Agency. (2006). *Performance-Based Seismic Design Guidelines: Program Plan for New and Existing Buildings* (Issue August). [file:///c:/Documents and Settings/Jack/My Documents/1 Research/EndNote/References.Data/PDF/FEMA445-3831613468/FEMA445.pdf](file:///c:/Documents%20and%20Settings/Jack/My%20Documents/1%20Research/EndNote/References/Data/PDF/FEMA445-3831613468/FEMA445.pdf)
- FEMA. (2005). Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. *Federal Emergency Management Agency, June*.

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

- Kumar, P. P. V., Gundakalle, V. D., Student, M. T., Engineering, C., Belagavi, K., Engineering, C., & Belagavi, K. (2015). *Effect of Diaphragm Openings in Multi-storeyed RC framed buildings using Pushover analysis*. 862–866.
- Leo, E. dan E. (2018). Analisis Gaya dan Momen yang Terjadi di Sekitar Elemen Chord dan Balok Kolektor Akibat Gaya Gempa pada Bangunan Bertingkat Tinggi. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(2), 101–109.
- Lina Andriyani, Sutikno, Y. R. (2018). Studi Detail Perencanaan Struktur Gedung Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya dengan Menggunakan Openframe tanpa Rigid Floor Diafragma dan Openframe dengan Rigid Floor Diafragma Berdasarkan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 186–194.
- Mable Vas, V., Nagaraja, P., & Venkataramana, K. (2021). *Effect of Diaphragm Flexibility on the Seismic Response of RCC Framed Building Considering Diaphragm Discontinuity*. 99, 157–170. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6828-2_13
- Octavianus, B., Steenie, M., Wallah, E., & Dapas, S. O. (2015). Studi Perbandingan Respons Dinamik Bangunan Bertingkat Banyak Dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser. *Jurnal Sipil Statik*, 3(Juni), 435–446.
- Pramod, J. A., S A, K., & U S, A. (2017). Analysis of Floor Diaphragm in Multi – Storied Reinforced Concrete Building. *Iarjset*, 4(3), 126–131.
- Prasetya, N. A., Hernadi, A., & Nugroho, A. (2021). Studi Komparasi Perancangan Balok Struktural Berdasarkan SNI 2847-2002, SNI 2847-2013 Dan SNI 2847-2019. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 294–306. <https://doi.org/10.35334/be.v5i3.1874>
- Prijasambada, & Hafifah, V. (2018). Analisa Gaya Diafragma, Kord Dan Kolektor Pada Bangunan Gedung Sesuai Dengan Sni 1726:2012. *Ikraith-Teknologi*, 2(1), 41–49.
- Ramadani, S. F., Saputra, J., & Rosyidah, A. (2022). *Efek Torsi Bangunan terhadap Respon Struktur pada Sistem R angka*. 18(1), 1–11.
- Rosyidah, A., & Luthfiyanti, I. (2022). Structural performance of 1 way and 2 way setback with the soft first story using ddbd. *Jurnal Teknosains*, 11(2), 141. <https://doi.org/10.22146/teknosains.61136>
- Safarik, D., Freed, P. C., Meir, I., Lindsey, L., Gargett, C., Disney, N., Donnell, O., Fraser, E., Lu, R., Haskoningdhv, R., Lindsey, S. D., Hart, S., Viise, A. J.,



Hak Cipta :

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

Cummins, M., Guarise, A. A., Koch, D., Hall, A., Morris, M., Fender, A., ... Koch, D. (2020). *Authors. Ii*.

Sandhi, R. D., Wibowo, A., & Smd, A. (2012). *KAJIAN ANALISIS PUSHOVER UNTUK PERFORMANCE BASED DESIGN (Study of Analysis Pushover for Performance Based Design on Faculty of Social and Political Sciences Building of Brawijaya University)*.

Sumantri, Y., Setia, L., Wibowo, B., Shofwan, M., & Cahyono, D. (2022). *Jurnal Anggapa Perbandingan Analisis Struktur Atas Gedung 16 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan SNI 2847- 2013 dan SNI 1726-2012. 1(April), 1–8.*

Taranath, B. S. (2010). Reinforced Concrete Design of Tall Building. In *CRC Press* (Vol. 1, Issue Reinforced concrete construction, Tall buildings--Design and construction, Tall buildings--Design and construction). CRC Press.

Tavio, & Wijaya, U. (2018). *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja* (Tavio & U. Wijaya (eds.); 1st ed.). C.V ANDI OFFSET.

Tavio, & Wijaya, U. (2019). *Buku Panduan Desain Stuktur Beton Bertulang Dasar* (P. I. Wicaksono (ed.); 1st ed.). Penerbit DEEPUBLISH.

Tena-Colunga, A., Chinchilla-Portillo, K. L., & Juárez-Luna, G. (2015). Assessment of the diaphragm condition for floor systems used in urban buildings. *Engineering Structures, 93*, 70–84.

Tumilar S. (2015). *Perilaku Dan Sistem Struktur Pada Perencanaan Gedung Tinggi*. HAKI.

Vahini, M. (2018). *Study on Rigid and semi rigid diaphragm in multistoried structure Using E-tabs*.

Wiryadi, I. G. G., Wirawan, I. P. A. P., Tubuh, I. K. D. K., & Candra, I. M. A. (2022). Level Kinerja Struktur Gedung Fakultas Pariwisata Universitas Udayana Berdasarkan FEMA 356 dan ATC-40. *Jurnal Teknik Gradien, 14*(1), 25–34.

Yadav, P., & Khuswaha, S. S. (2016). Influence of Floor Diaphragm Building While Considering Seismic Forces. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, 5*(6), 178–191.

Yurizka, H., & Rosyidah, A. (2020). The Performance of Irregular Building Structures Using Pushover Analysis. *Logic : Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi, 20*(2), 65–72.