

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ELEMEN BATAS
PADA SISTEM DINDING STRUKTURAL KHUSUS
SESUAI SNI 2847:2019

(Studi Kasus: Gedung Perkantoran 22 Lantai di Kota Tangerang Selatan)

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



Disusun oleh:

Firdaus Ismail

41117010107

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2021

i



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ELEMEN BATAS PADA SISTEM DINDING STRUKTURAL KHUSUS SESUAI SNI 2847:2019
(Studi Kasus: Gedung Perkantoran 22 Lantai di Kota Tangerang Selatan)

Disusun oleh :

Nama : Firdaus Ismail
NIM : 41117010107
Program Studi : Teknik Sipil

Telah dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : Sabtu, 28 Agustus 2021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji

Fajar Triwardono, S.T., M.T.

Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Sylvia Indriany, M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firdaus Ismail
Nomor Induk Mahasiswa : 41117010107
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggungjawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 22 September 2021

Yang memberikan pernyataan,



Firdaus Ismail

NIM. 41117010107

ABSTRAK

Judul: *Perancangan Elemen Batas pada Sistem Dinding Struktural Khusus sesuai SNI 2847:2019 (Studi Kasus: Gedung Perkantoran 22 Lantai di Kota Tangerang Selatan); Nama Mahasiswa: Firdaus Ismail; NIM: 41117010107; Dosen Pembimbing: Fajar Triwardono S.T., M.T.; 2021.*

Perencanaan Gedung Perkantoran ini terdiri dari 21 lantai dan 1 atap dengan ketinggian total 88 m dari muka tanah yang memiliki Kategori Desain Seismik (KDS) D, direncanakan menggunakan metode sistem ganda dan difokuskan kepada Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK). Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK) merupakan elemen struktural yang dirancang sebagai sistem ketahanan lateral yang efektif dalam menahan beban gempa. Pada bagian tepi dinding harus dilakukan pengecekan persyaratan elemen batas yang diberikan penguatan berupa tulangan longitudinal dan transversal.

Analisis dan perhitungan yang digunakan mengacu kepada peraturan yang ditetapkan sesuai SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktural bangunan gedung dan nongedung, SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Permodelan struktur gedung dibantu dengan menggunakan perangkat lunak ETABS v16 dan spColumn v6.00. Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah didapatkan, selanjutnya akan dibentuk dalam sebuah laporan perhitungan struktur dan gambar teknik untuk hasil desain akhir.

Dengan meninjau pier-1, pier-2 dan pier-3, hasil penelitian yang diperoleh untuk persyaratan elemen batas dengan menggunakan metode berdasarkan deformasi diketahui pada pier-1 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 7000 \text{ mm}$) dan pier-2 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 5000 \text{ mm}$) yang memenuhi syarat. Sedangkan dengan metode berdasarkan tegangan diketahui semua pier terpenuhi dengan pier-1 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; tinggi 50000 mm), pier-2 ($L_{BE} = 1600 \text{ mm}$; $H_{BE} = 61000 \text{ mm}$) dan pier-3 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 64000 \text{ mm}$).

Kata Kunci: *Beban Lateral, Elemen Batas, Kategori Desain Seismik, Sistem Dinding Struktural Khusus, SNI-2847:2019*

ABSTRACT

Title: *Boundary Element Planning on Special Structural Wall System according to SNI 2847:2019 (The Study Case: 22 Storey Office Building in South Tangerang City); Student Name: Firdaus Ismail; NIM: 41117010107; Academic Supervisor: Fajar Triwardono S.T., M.T.; 2021.*

The office building plan consists of 21 floors and 1 roof with a total height of 88 m from the ground which has a Seismic Design Category (SDC) D, it is planned to use the dual system method and is focused on the Special Structural Wall System. The Special Structural Wall System is a structural element designed as an effective lateral resistance system to withstand earthquake loads. At the edge of the wall, it is necessary to check the boundary element requirements that strengthened by longitudinal and transverse reinforcement.

The analysis and calculations used refer to the regulations stipulated in accordance with SNI 2847:2019 regarding structural concrete requirements for buildings, SNI 1726:2019 regarding procedures for planning earthquake resistance for building and non-building structures, SNI 1727:2020 regarding minimum design loads and criteria for buildings and other structures. Modelling of the buildings structures is assisted by using the software ETABS v16 and spColumn v6.00. From the results of the analysis and calculations that have been obtained, then it will be formed in a structural report and technical drawings for the final design results.

By reviewing pier-1, pier-2 and pier-3, the results obtained for boundary element requirements using the displacement-based method are known at pier-1 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 7000 \text{ mm}$) and pier-2 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 5000 \text{ mm}$). As for the strength-based method it is known at pier-1 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 50000 \text{ mm}$), pier-2 ($L_{BE} = 1600 \text{ mm}$; $H_{BE} = 61000 \text{ mm}$) and pier-3 ($L_{BE} = 1100 \text{ mm}$; $H_{BE} = 64000 \text{ mm}$).

Keywords: *Lateral Loads, Boundary Element, Seismic Design Category, Special Structural Wall System, SNI 2847:2019*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “PERANCANGAN ELEMEN BATAS PADA SISTEM DINDING STRUKTURAL KHUSUS SESUAI SNI 2847:2019 (Studi Kasus: Gedung Perkantoran 22 Lantai di Kota Tangerang Selatan)”.

Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan peraturan, persyaratan dan standarisasi yang berlaku sesuai dengan ketentuan pada SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020. Selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis dapat mengetahui metode-metode teknis dalam perancangan elemen struktural pada gedung bertingkat dengan segala permasalahannya.

Untuk itu penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Ibu Ir. Sylvia Indriany, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Fajar Triwardono S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Staf Tata Usaha Teknik yang membantu dalam memberikan dan menyampaikan informasi mengenai Tugas Akhir ini.

4. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang mendukung dan memberikan doa di setiap langkah yang penulis ambil.
5. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2017 yang membantu dalam memberikan dukungan dan informasi dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Bonita Rosa dan Zafira Dira selaku sahabat semasa SMA yang berkontribusi membantu penulis, memberikan ide, saran dan kritik, dukungan dan motivasi selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
7. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan, penulis sangat berterima kasih atas seluruh doa, bantuan dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Demikian penyusunan Laporan Tugas Akhir yang telah penulis buat dan masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini demi kesempurnaan laporan pada masa yang akan datang.

Jakarta, 22 September 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | I-1 |
| 1.1 Latar Belakang | I-1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | I-3 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | I-4 |
| 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian..... | I-4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | I-5 |
| 1.6 Batasan dan Ruang Lingkup Masalah..... | I-6 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | I-7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR | II-1 |
| 2.1 Filosofi | II-1 |
| 2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen..... | II-1 |
| 2.3 Sistem Dinding Struktural | II-3 |
| 2.4 Sistem Ganda (<i>Dual System</i>)..... | II-4 |
| 2.5 Struktur Beton Bertulang..... | II-5 |
| 2.5.1 Kolom..... | II-8 |
| 2.5.2 Balok | II-8 |
| 2.5.3 Pelat..... | II-9 |
| 2.5.4 Dinding Geser..... | II-11 |
| 2.6 Kategori Desain Seismik | II-24 |

| | |
|---|--------------|
| 2.6.1 Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan | II-24 |
| 2.7 Ketentuan Perencanaan Pembebanan..... | II-27 |
| 2.7.1 Analisis Pembebanan | II-28 |
| 2.7.2 Kombinasi Pembebanan | II-32 |
| 2.8 Wilayah Gempa Bumi di Indonesia | II-34 |
| 2.9 Kerangka Berpikir | II-36 |
| 2.10 Review Jurnal Penelitian Terdahulu | II-37 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | III-1 |
| 3.1 Tahapan Pelaksanaan dalam Tugas Akhir..... | III-1 |
| 3.1.1 Diagram Alir Pengerjaan Proposal Tugas Akhir..... | III-4 |
| 3.2 Data Bangunan | III-6 |
| 3.3 Layout dan Model Geometri Bangunan..... | III-7 |
| 3.4 Spesifikasi Material | III-10 |
| 3.5 Jenis Struktur | III-10 |
| 3.6 <i>Preliminary Design</i> | III-11 |
| 3.6.1 Perencanaan Pelat | III-11 |
| 3.6.2 Perencanaan Balok | III-14 |
| 3.6.3 Perencanaan Kolom..... | III-16 |
| 3.6.4 Perencanaan Dinding Geser | III-16 |
| 3.7 Permodelan Struktur..... | III-18 |
| 3.8 Tempat dan Waktu Penelitian | III-19 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISIS..... | IV-1 |
| 4.1 Deskripsi Umum | IV-1 |
| 4.2 Spesifikasi Material | IV-2 |
| 4.3 Pembebanan..... | IV-2 |
| 4.3.1 Analisis Beban Mati | IV-2 |
| 4.3.2 Analisis Beban Hidup (LL) | IV-4 |
| 4.3.3 Analisis Beban Gempa | IV-5 |
| 4.4 <i>Preliminary Design</i> | IV-9 |
| 4.4.1 Perencanaan Pelat..... | IV-9 |
| 4.4.2 Perencanaan Balok | IV-17 |
| 4.4.3 Perencanaan Kolom..... | IV-24 |
| 4.4.4 Perencanaan Dinding Geser | IV-38 |

| | |
|---|-------------------|
| 4.5 Permodelan Struktur | IV-41 |
| 4.5.1 Dimensi dan Elevasi | IV-41 |
| 4.5.2 Material | IV-44 |
| 4.5.3 Penampang | IV-47 |
| 4.5.4 Penggambaran Elemen Struktur | IV-54 |
| 4.6 <i>Input</i> Pembebanan | IV-55 |
| 4.6.1 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan (SIDL) | IV-55 |
| 4.6.2 <i>Input</i> Beban Hidup (LL) | IV-57 |
| 4.6.3 <i>Input</i> Beban Gempa | IV-58 |
| 4.7 <i>Run Analysis</i> | IV-65 |
| 4.8 Analisis Struktur | IV-65 |
| 4.8.1 Periode Fundamental dan Modal Participating Mass Ratios | IV-65 |
| 4.8.2 Gaya Geser Gempa dan Koreksi Faktor Skala | IV-75 |
| 4.8.3 Simpangan Antar Lantai | IV-89 |
| 4.8.4 Pengaruh P-Delta | IV-100 |
| 4.8.5 Ketidakberaturan Struktur | IV-108 |
| 4.8.6 Analisis Sistem Ganda | IV-130 |
| 4.8.7 Pengecekan Faktor Redudansi | IV-140 |
| 4.9 Perencanaan Tinjauan Dinding Struktural Khusus | IV-154 |
| 4.9.1 Perencanaan Dinding Geser (P1) | IV-155 |
| 4.9.2 Perencanaan Dinding Geser (P2) | IV-172 |
| 4.9.3 Perencanaan Dinding Geser (P3) | IV-188 |
| BAB V PENUTUP | V-1 |
| 5.1 Kesimpulan | V-1 |
| 5.2 Saran | V-3 |
| DAFTAR PUSTAKA | Pustaka-1 |
| LAMPIRAN | Lampiran-1 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|--------|
| Tabel 2.1. Ketebalan Selimut Beton Non-prategang <i>In situ</i> | II-6 |
| Tabel 2.2. Ketebalan Selimut Beton Prategang <i>In situ</i> | II-7 |
| Tabel 2.3. Tinggi Minimum Balok | II-9 |
| Tabel 2.4. Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang | II-9 |
| Tabel 2.5. Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non-prategang Tanpa Balok Interior (mm)..... | II-10 |
| Tabel 2.6. Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Non-prategang Dengan Balok di antara Tumpuan pada Semua Sisinya | II-11 |
| Tabel 2.7. Tulangan Minimum untuk Dinding dengan Geser Sebidang $V_u \leq 0,5\phi V_c$ | II-12 |
| Tabel 2.8. Tulangan Transversal untuk Elemen Batas Khusus | II-22 |
| Tabel 2.9. Kategori Resiko Gedung dan Nongedung | II-25 |
| Tabel 2.10. Faktor Keutamaan Gempa | II-26 |
| Tabel 2.11. Kategori Desain Seismik Periode Pendek | II-26 |
| Tabel 2.12. Kategori Desain Seismik Periode 1 Detik | II-27 |
| Tabel 2.13. Klasifikasi Situs | II-29 |
| Tabel 2.14. Koefisien Situs, F_a | II-30 |
| Tabel 2.15. Koefisien Situs, F_v | II-30 |
| Tabel 2.16. Kombinasi Beban..... | II-32 |
| Tabel 2.17. Jurnal Penelitian Terdahulu | II-38 |
| Tabel 3.1. Spesifikasi Material | III-10 |
| Tabel 3.2. Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang | III-12 |
| Tabel 3.3. Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang Tanpa Balok Interior (mm)..... | III-13 |
| Tabel 3.4. Tebal Minimum Dinding h | III-17 |
| Tabel 4.1. Data Bangunan..... | IV-1 |
| Tabel 4.2. Mutu Beton | IV-2 |
| Tabel 4.3. SIDL Lantai 1 - 21 | IV-3 |
| Tabel 4.4. SIDL Lantai Atap | IV-4 |
| Tabel 4.5. Beban Hidup Akibat Fungsi Ruang..... | IV-4 |
| Tabel 4.6. Data Perencanaan Beban Gempa | IV-5 |
| Tabel 4.7. Perbandingan Perhitungan SNI dengan RSA | IV-6 |
| Tabel 4.8. Respons Spektra Tanah Lunak (SE) Tangerang Selatan | IV-7 |
| Tabel 4.9. Perhitungan rasio bentang pelat memanjang terhadap bentang memendek..... | IV-10 |
| Tabel 4.10. Perhitungan ketebalan minimum pelat satu arah | IV-10 |
| Tabel 4.11. Ketebalan minimum pelat dua arah | IV-16 |
| Tabel 4.12. Ketebalan minimum pelat dua arah | IV-17 |
| Tabel 4.13. Rekapitulasi Ketebalan Minimum Pelat | IV-17 |
| Tabel 4.14. Rekapitulasi Perhitungan Balok T | IV-21 |

| | |
|--|-------|
| Tabel 4.15. Rekapitulasi Perhitungan Balok-L..... | IV-23 |
| Tabel 4.16. Perhitungan Beban Lantai Atap $6 \times 4,5$ | IV-25 |
| Tabel 4.17. Perhitungan Beban Lantai 2 - 21 $6 \times 4,5$ | IV-25 |
| Tabel 4.18. Perhitungan Beban Lantai 1 $6 \times 4,5$ | IV-26 |
| Tabel 4.19. Perhitungan Dimensi Kolom $6 \times 4,5$ | IV-27 |
| Tabel 4.20. Perhitungan Beban Lantai Atap $4,5 \times 4,5$ | IV-28 |
| Tabel 4.21. Perhitungan Beban Lantai 2 – 21 $4,5 \times 4,5$ | IV-28 |
| Tabel 4.22. Perhitungan Beban Lantai 1 $4,5 \times 4,5$ | IV-29 |
| Tabel 4.23. Perhitungan Dimensi Kolom $4,5 \times 4,5$ | IV-30 |
| Tabel 4.24. Perhitungan Beban Lantai Atap $3 \times 4,5$ | IV-31 |
| Tabel 4.25. Perhitungan Beban Lantai 1 $3 \times 4,5$ | IV-32 |
| Tabel 4.26. Perhitungan Dimensi Kolom $3 \times 4,5$ | IV-32 |
| Tabel 4.27. Perhitungan Beban Lantai Atap 6×3 | IV-33 |
| Tabel 4.28. Perhitungan Beban Lantai 2 – 21 6×3 | IV-34 |
| Tabel 4.29. Perhitungan Beban Lantai 1 6×3 | IV-34 |
| Tabel 4.30. Perhitungan Dimensi Kolom 6×3 | IV-35 |
| Tabel 4.31. Perhitungan Beban Lantai Atap $4,5 \times 3$ | IV-36 |
| Tabel 4.32. Perhitungan Beban Lantai 2 – 21 $4,5 \times 3$ | IV-36 |
| Tabel 4.33. Perhitungan Beban Lantai 1 $4,5 \times 3$ | IV-37 |
| Tabel 4.34. Perhitungan Dimensi Kolom $4,5 \times 3$ | IV-37 |
| Tabel 4.35. Rekapitulasi Dimensi Kolom..... | IV-38 |
| Tabel 4.36. Rekapitulasi Ketebalan Minimum Dinding Geser..... | IV-41 |
| Tabel 4.37. Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung..... | IV-66 |
| Tabel 4.38. Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x | IV-66 |
| Tabel 4.39. <i>Modal Load Participation Ratios (Modal 22)</i> | IV-67 |
| Tabel 4.40. <i>Modal Participating Mass Ratios (Modal 22)</i> | IV-68 |
| Tabel 4.41. <i>Modal Load Participation Ratios (Modal 22 SC)</i> | IV-70 |
| Tabel 4.42. <i>Modal Participating Mass Ratios (Modal 22 SC)</i> | IV-71 |
| Tabel 4.43. <i>Modal Load Participation Ratios (Modal 20 SC)</i> | IV-72 |
| Tabel 4.44. <i>Modal Participating Mass Ratios (Modal 20 SC)</i> | IV-73 |
| Tabel 4.45. Berat Struktur..... | IV-79 |
| Tabel 4.46. <i>Base Reactions (Statik)</i> | IV-80 |
| Tabel 4.47. <i>Base Reactions (Dinamik)</i> | IV-81 |
| Tabel 4.48. Pengecekan Faktor Skala..... | IV-81 |
| Tabel 4.49. Perhitungan Faktor Skala..... | IV-81 |
| Tabel 4.50. <i>Base Reactions Koreksi (Dinamik)</i> | IV-84 |
| Tabel 4.51. Pengecekan Faktor Skala Koreksi..... | IV-84 |
| Tabel 4.52. Hubungan Gempa Statik, Dinamik dan Geser Desain..... | IV-85 |
| Tabel 4.53. Gaya Gempa Lateral Desain..... | IV-87 |
| Tabel 4.54. <i>Story Response (EX)</i> | IV-91 |
| Tabel 4.55. <i>Story Response (EY)</i> | IV-93 |
| Tabel 4.56. Simpangan Antar Tingkat Izin (Δa)..... | IV-94 |
| Tabel 4.57. Simpangan Antar Lantai Arah-X..... | IV-96 |

| | |
|--|--------|
| Tabel 4.58. Simpangan Antar Lantai Arah-Y | IV-98 |
| Tabel 4.59. P-Delta <i>Story Forces</i> | IV-103 |
| Tabel 4.60. Cek Kestabilan Struktur Akibat Gempa Arah-X | IV-105 |
| Tabel 4.61. Cek Kestabilan Struktur Akibat Gempa Arah-Y | IV-106 |
| Tabel 4.62. Pengecekan Ketidakberaturan Torsi (1a) dan (1b) | IV-109 |
| Tabel 4.63. Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur | IV-115 |
| Tabel 4.64. Pengecekan Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak (1a) Arah-X | IV-118 |
| Tabel 4.65. Pengecekan Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak (1a) Arah-Y | IV-119 |
| Tabel 4.66. Pengecekan Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak (1b) Arah-X | IV-120 |
| Tabel 4.67. Pengecekan Ketidakberaturan Kekuatan Tingkat Lunak (1b) Arah-Y | IV-121 |
| Tabel 4.68. Pengecekan Ketidakberaturan Berat (Massa) | IV-123 |
| Tabel 4.69. Pengecekan Ketidakberaturan Geometri Vertikal | IV-124 |
| Tabel 4.70. Pengecekan Ketidakberaturan 5a dan 5b | IV-127 |
| Tabel 4.71. Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur | IV-128 |
| Tabel 4.72. Rekapitulasi Ketidakberaturan Struktur | IV-130 |
| Tabel 4.73. Momen inersia dan luas penampang yang diizinkan untuk analisis elastis pada level beban terfaktor | IV-130 |
| Tabel 4.74. <i>Joint Reactions</i> Dinding Geser Arah-X | IV-135 |
| Tabel 4.75. <i>Joint Reactions</i> Dinding Geser Arah-Y | IV-136 |
| Tabel 4.76. Cek Persentase Dinding Geser Memikul Gaya Geser | IV-137 |
| Tabel 4.77. Kontribusi <i>Frame</i> Memikul Minimal 25% Gaya Lateral | IV-139 |
| Tabel 4.78. <i>Base Reactions</i> 25% | IV-140 |
| Tabel 4.79. Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar | IV-141 |
| Tabel 4.80. Gaya Geser Lantai Arah X terhadap 35% <i>Base Shear</i> | IV-142 |
| Tabel 4.81. Gaya Geser Lantai Arah Y terhadap 35% <i>Base Shear</i> | IV-143 |
| Tabel 4.82. <i>Load Combinations</i> ($\rho = 1, 0$) | IV-145 |
| Tabel 4.83. <i>Beam Forces</i> (M3 Terbesar) | IV-147 |
| Tabel 4.84. Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal (1a) dan (1b) Akibat <i>Beam Released</i> | IV-149 |
| Tabel 4.85. Perbandingan Tinggi terhadap Panjang Dinding | IV-150 |
| Tabel 4.86. Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal (1a) dan (1b) Akibat <i>Shear Wall Released</i> | IV-151 |
| Tabel 4.87. <i>Load Combinations</i> ($\rho = 1, 3$) | IV-152 |
| Tabel 4.88. Gaya Dalam Aksial-Lentur (P1) | IV-158 |
| Tabel 4.89. <i>Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities (P-1)</i> | IV-161 |
| Tabel 4.90. Perhitungan Tegangan Kondisi 1-6 (P1) | IV-163 |
| Tabel 4.91. Kesimpulan P1 | IV-169 |
| Tabel 4.92. Gaya Dalam Aksial-Lentur (P2) | IV-175 |

| | |
|---|--------|
| Tabel 4.93. <i>Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities (P-2)</i> | IV-178 |
| Tabel 4.94. Perhitungan Tegangan Kondisi 1-6 (P2) | IV-179 |
| Tabel 4.95. Kesimpulan P2 | IV-185 |
| Tabel 4.96. Gaya Dalam Aksial-Lentur (P3) | IV-191 |
| Tabel 4.97. <i>Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities (P-3)</i> | IV-194 |
| Tabel 4.98. Perhitungan Tegangan Kondisi 1-6 (P3) | IV-196 |
| Tabel 4.99. Kesimpulan P3 | IV-202 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|--------|
| Gambar 2.1. Struktur Sistem Ganda (<i>Dual System</i>) | II-4 |
| Gambar 2.2. Struktur Gabungan <i>Frame</i> dengan Dinding Geser | II-5 |
| Gambar 2.3. Tulangan Geser Pada Dinding Struktural | II-13 |
| Gambar 2.4. Gaya-gaya yang Bekerja pada (a) Dinding Geser Biasa (b) Dinding Geser dengan Elemen Batas | II-16 |
| Gambar 2.5. Ilustrasi Parameter Dimensi Elemen Batas (Deformasi) | II-17 |
| Gambar 2.6. <i>Wall Pier Stress-Strain Relationship</i> | II-18 |
| Gambar 2.7. <i>Flexural Compression Zones for Confinement Consideration</i> | II-18 |
| Gambar 2.8. Penentuan Elemen Batas pada Dinding Bersayap | II-20 |
| Gambar 2.9. Panjang Penyaluran Tulangan Horizontal Dinding dalam Elemen Batas yang Terkekang | II-23 |
| Gambar 2.10. Spektrum Respon Desain | II-32 |
| Gambar 2.11. Peta Wilayah Gempa Berdasarkan Parameter S_s | II-34 |
| Gambar 2.12. Peta Wilayah Gempa Berdasarkan Parameter S_1 | II-35 |
| Gambar 2.13. Kerangka Berpikir | II-36 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir | III-5 |
| Gambar 3.2. <i>Layout</i> Bangunan | III-7 |
| Gambar 3.3. <i>Layout</i> Lantai 1 – 21 | III-8 |
| Gambar 3.4. <i>Layout</i> Lantai Atap | III-8 |
| Gambar 3.5. <i>Elevation Views</i> | III-9 |
| Gambar 3.6. Tampilan Awal Puskim PU | III-11 |
| Gambar 3.7. Penampang Balok T | III-15 |
| Gambar 3.8. Penampang Balok L | III-15 |
| Gambar 3.9. Permodelan 3D Struktur | III-18 |
| Gambar 3.10. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir Semester Genap Tahun Akademi 2020-2021 | III-19 |
| Gambar 4.1. Respon Spektra Tanah Lunak (SE) Tangerang Selatan | IV-8 |
| Gambar 4.2. Bagian dari pelat yang diikutkan dengan balok untuk desain torsi .. | IV-12 |
| Gambar 4.3. Penampang Balok T | IV-12 |
| Gambar 4.4. Titik Berat Penampang Sayap | IV-13 |
| Gambar 4.5. Titik Berat Penampang Badan | IV-13 |
| Gambar 4.6. Titik Berat Penampang Balok-T | IV-14 |
| Gambar 4.7. Dimensi Penampang Balok BI-T-1 | IV-19 |
| Gambar 4.8. Dimensi Penampang Balok BA-T-1 | IV-20 |
| Gambar 4.9. Dimensi Penampang Balok BI-L-1 | IV-23 |
| Gambar 4.10. Perencanaan Tributary Area $6 \times 4,5$ | IV-24 |
| Gambar 4.11. Perencanaan Tributary Area $4,5 \times 4,5$ | IV-27 |
| Gambar 4.12. Perencanaan Tributary Area $3 \times 4,5$ | IV-30 |
| Gambar 4.13. Perencanaan Tributary Area 6×3 | IV-33 |

| | |
|---|-------|
| Gambar 4.14. Perencanaan Tributary Area $4,5 \times 3$ | IV-35 |
| Gambar 4.15. <i>Model Initialization</i> | IV-42 |
| Gambar 4.16. <i>Building Plan Grid System dan Story Data Definition</i> | IV-42 |
| Gambar 4.17. <i>Grid System Data</i> | IV-43 |
| Gambar 4.18. <i>Grid dan Story View</i> | IV-44 |
| Gambar 4.19. <i>Material Property (Beton $f_c' = 30$ MPa)</i> | IV-45 |
| Gambar 4.20. <i>Specified Concrete Compressive Strength, $f_c' 30$ MPa</i> | IV-46 |
| Gambar 4.21. Mutu Beton (f_c')..... | IV-46 |
| Gambar 4.22. <i>Frame Section Property Data (Balok-T)</i> | IV-47 |
| Gambar 4.23. <i>Frame Section Property Data (Balok-L)</i> | IV-48 |
| Gambar 4.24. <i>Design Type (Beam)</i> | IV-48 |
| Gambar 4.25. <i>Frame Properties (Balok)</i> | IV-49 |
| Gambar 4.26. <i>Frame Section Property Data (Kolom)</i> | IV-50 |
| Gambar 4.27. <i>Design Type (Column)</i> | IV-50 |
| Gambar 4.28. <i>Frame Properties (Kolom)</i> | IV-51 |
| Gambar 4.29. <i>Slab Property Data</i> | IV-51 |
| Gambar 4.30. <i>Slab Property</i> | IV-52 |
| Gambar 4.31. <i>Wall Property Data</i> | IV-53 |
| Gambar 4.32. <i>Wall Property</i> | IV-53 |
| Gambar 4.33. Penggambaran Elemen Struktur (<i>3-D View</i>)..... | IV-54 |
| Gambar 4.34. <i>Load Patterns</i> | IV-55 |
| Gambar 4.35. <i>SIDL Lantai 1-21</i> | IV-56 |
| Gambar 4.36. <i>SIDL Lantai Atap</i> | IV-56 |
| Gambar 4.37. <i>LL Lantai 1-21</i> | IV-57 |
| Gambar 4.38. <i>LL Lantai Atap</i> | IV-58 |
| Gambar 4.39. Beban Gempa Statik Arah-X..... | IV-59 |
| Gambar 4.40. Beban Gempa Statik Arah-Y..... | IV-59 |
| Gambar 4.41. <i>Define Response Spectrum Functions</i> | IV-60 |
| Gambar 4.42. Beban Gempa Dinamik Tangsel..... | IV-60 |
| Gambar 4.43. <i>Load Cases (Response Spectrum)</i> | IV-61 |
| Gambar 4.44. <i>Load Case Data (Spec-EX)</i> | IV-62 |
| Gambar 4.45. <i>Load Case Data (Spec-EY)</i> | IV-63 |
| Gambar 4.46. <i>Mass Source Data (Specified Load Patterns)</i> | IV-64 |
| Gambar 4.47. <i>Mass Source Data (Mass Multipliers for Load Patterns)</i> | IV-64 |
| Gambar 4.48. <i>Modal Case Data (Modal 22 SC)</i> | IV-70 |
| Gambar 4.49. <i>Modal Case Data (Modal 20 SC)</i> | IV-72 |
| Gambar 4.50. Batasan Periode Fundamental..... | IV-75 |
| Gambar 4.51. Batasan Koefisien Respons Seismik..... | IV-77 |
| Gambar 4.52. Penskalaan Gaya Arah X (U1)..... | IV-82 |
| Gambar 4.53. Penskalaan Gaya Arah Y (U2)..... | IV-83 |
| Gambar 4.54. Grafik Hubungan Distribusi Gaya Geser Arah-X..... | IV-86 |
| Gambar 4.55. Grafik Hubungan Distribusi Gaya Geser Arah-Y..... | IV-86 |
| Gambar 4.56. <i>Input Lateral Desain Arah X</i> | IV-88 |
| Gambar 4.57. <i>Input Lateral Desain Arah Y</i> | IV-88 |

| | |
|---|--------|
| Gambar 4.58. <i>Maximum Story Displacement (EX)</i> | IV-90 |
| Gambar 4.59. <i>Maximum Story Displacement (EY)</i> | IV-92 |
| Gambar 4.60. Grafik Batasan Simpangan Antar Tingkat..... | IV-99 |
| Gambar 4.61. <i>P-delta Load Combination Data</i> | IV-102 |
| Gambar 4.62. Grafik Hubungan P-Delta..... | IV-107 |
| Gambar 4.63. Grafik Ketidakbertauran Torsi Arah-X..... | IV-110 |
| Gambar 4.64. Grafik Ketidakberaturan Torsi Arah-Y..... | IV-110 |
| Gambar 4.65. Denah Struktur..... | IV-111 |
| Gambar 4.66. Denah Area <i>Opening</i> Desain..... | IV-112 |
| Gambar 4.67. Detail Bukaan (<i>opening</i>) Struktur..... | IV-112 |
| Gambar 4.68. <i>3D View Structure</i> | IV-113 |
| Gambar 4.69. Ilustrasi Ketidakberaturan Horizontal..... | IV-116 |
| Gambar 4.70. <i>Display Tables ETABS V16</i> | IV-122 |
| Gambar 4.71. <i>3D View ETABS</i> | IV-125 |
| Gambar 4.72. <i>Display Tables ETABS V16</i> | IV-126 |
| Gambar 4.73. Ketidakberaturan Vertikal..... | IV-129 |
| Gambar 4.74. <i>Property/Stiffness Modifiers for Analysis (Beam)</i> | IV-131 |
| Gambar 4.75. <i>Property/Stiffness Modifiers for Analysis (Column)</i> | IV-132 |
| Gambar 4.76. <i>Property/Stiffness Modifiers for Analysis (Slab)</i> | IV-132 |
| Gambar 4.77. <i>Property/Stiffness Modifiers for Analysis (Walls)</i> | IV-133 |
| Gambar 4.78. <i>Joint Reactions for Shear Wall</i> | IV-134 |
| Gambar 4.79. Pelepasan Dinding Geser..... | IV-138 |
| Gambar 4.80. Gaya Geser Lantai Arah X terhadap 35% <i>Base Shear</i> | IV-144 |
| Gambar 4.81. Gaya Geser Lantai Arah Y terhadap 35% <i>Base Shear</i> | IV-144 |
| Gambar 4.82. <i>Load Combinations 7 ($\rho = 1, 0$)</i> | IV-146 |
| Gambar 4.83. <i>Concrete Design/Check</i> | IV-146 |
| Gambar 4.84. <i>Beam Released Location (Story 12)</i> | IV-148 |
| Gambar 4.85. <i>Frame Failed</i> | IV-148 |
| Gambar 4.86. <i>Shear Wall Released Location</i> | IV-150 |
| Gambar 4.87. <i>Load Combinations 7 ($\rho = 1, 3$)</i> | IV-153 |
| Gambar 4.88. <i>CombEnvelope</i> | IV-153 |
| Gambar 4.89. Denah Posisi Dinding Geser P1, P2 dan P3 (<i>Story-1</i>)..... | IV-154 |
| Gambar 4.90. Perencanaan <i>Pier 1 (P1)</i> | IV-155 |
| Gambar 4.91. Analisis spColumn (P1)..... | IV-159 |
| Gambar 4.92. Denah Penulangan <i>Pier-1</i> | IV-170 |
| Gambar 4.93. Detail Penulangan Elemen Batas Khusus (<i>Pier-1</i>)..... | IV-171 |
| Gambar 4.94. Perencanaan <i>Pier (P2)</i> | IV-172 |
| Gambar 4.95. Analisis spColumn (P2)..... | IV-176 |
| Gambar 4.96. Denah Penulangan <i>Pier-2</i> | IV-186 |
| Gambar 4.97. Detail Penulangan Elemen Batas Khusus (<i>Pier-2</i>)..... | IV-187 |
| Gambar 4.98. Perencanaan <i>Pier (P3)</i> | IV-188 |
| Gambar 4.99. Analisis spColumn (P3)..... | IV-192 |
| Gambar 4.100. Denah Penulangan <i>Pier-3</i> | IV-203 |
| Gambar 4.101. Detail Penulangan Elemen Batas Khusus (<i>Pier-3</i>)..... | IV-203 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-------------|
| Lampiran-1. Tabel <i>Story Max/Avg Drifts</i> | Lampiran-1 |
| Lampiran-2. Tabel <i>Story Stiffness</i> | Lampiran-3 |
| Lampiran-3. Tabel <i>Mass Summary by Story</i> | Lampiran-5 |
| Lampiran-4. Tabel <i>Pier Forces</i> (Lantai 1)..... | Lampiran-6 |
| Lampiran-5. Kartu Asistensi..... | Lampiran-12 |
| Lampiran-6. Daftar Riwayat Hidup | Lampiran-14 |

