

**EVALUASI KEKUATAN GEDUNG 11 LANTAI
BERDASARKAN SNI 1726:2019 DAN ANALISIS KINERJA
BERDASARKAN ASCE 41-17
(Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

MICHAEL SANDJAYA Y. NIM: 17.B1.0012
DAVID MARCELLO A. NIM: 17.B1.0031

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
April 2022**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata No. 0047/SK.Rek/X/2013 perihal Pernyataan Keaslian Skripsi, Tugas Akhir, dan Tesis, maka yang yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Michael Sandjaya Yulianto NIM : 17.B1.0012

Nama : David Marcello NIM : 17. B1.0031

Sebagai penyusun tugas akhir yang berjudul:

Evaluasi Kekuatan Gedung 11 Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019 dan Analisis Kinerja Berdasarkan ASCE 41-17 (Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)

Menyatakan bahwa tugas akhir merupakan karya akademik yang ditulis oleh penyusun, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lain atau diterbitkan oleh orang lain. Secara tertulis, semua rujukan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini ditulis dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini terdapat sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka peneliti menyatakan sanggup menerima segala akibatnya sesuai dengan hukuman dan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata, dan atau peraturan serta perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 25 April 2022



Michael Sandjaya Yulianto

17.B1.0012



David Marcello

17.B1.0031

HALAMAN PENGESAHAN



**EVALUASI KEKUATAN GEDUNG 11 LANTAI BERDASARKAN SNI
1726:2019 DAN ANALISIS KINERJA BERDASARKAN ASCE 41-17 (Studi
Kasus Proyek X di Kota Semarang)**

Diajukan oleh:

Michael Sandjaya Y

Telah disetujui, tanggal 07 April 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Hermawan S.T., M.T.

NPP. 5812000237

Erwin Ph.D

NPP. 5852022306

Mengetahui

Ka. Prodi Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

HALAMAN PENGESAHAN



**EVALUASI KEKUATAN GEDUNG 11 LANTAI BERDASARKAN SNI
1726:2019 DAN ANALISIS KINERJA BERDASARKAN ASCE 41-17 (Studi
Kasus Proyek X di Kota Semarang)**

Diajukan oleh:

David Marcello A.

Telah disetujui, tanggal 07 April 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Hermawan S.T., M.T.

NPP. 5812000237

Erwin Ph.D

NPP. 5852022306

Mengetahui

Ka. Prodi Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : EVALUASI KEKUATAN GEDUNG 11 LANTAI BERDASARKAN SNI
1726:2019 DAN ANALISIS KINERJA BERDASARKAN ASCE 41-17
(Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)

Diajukan oleh : Michael Sandjaya Y

NIM : 17.B1.0012

Tanggal disetujui : 07 April 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Erwin Ph.D

Penguji 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 2 : Erwin Ph.D

Penguji 3 : Ir. David Widiyanto M.T.

Penguji 4 : Ir. Widiya Suseno Widjaja M.T. , IPU

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0012

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : EVALUASI KEKUATAN GEDUNG 11 LANTAI BERDASARKAN SNI
1726:2019 DAN ANALISIS KINERJA BERDASARKAN ASCE 41-17
(Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)

Diajukan oleh : David Marcello A.

NIM : 17.B1.0031

Tanggal disetujui : 07 April 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Erwin Ph.D

Penguji 1 : Dr. Hermawan S.T., M.T.

Penguji 2 : Erwin Ph.D

Penguji 3 : Ir. David Widiyanto M.T.

Penguji 4 : Ir. Widiya Suseno Widjaja M.T. , IPU

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0031

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Michael Sandjaya Yulianto
David Marcello

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Non-eksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“Evaluasi Kekuatan Gedung 11 Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019 dan Analisis Kinerja Berdasarkan ASCE 41-17 (Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama penyusun sebagai penyusun/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian Pernyataan ini penyusun buat dengan sebenarnya.

Semarang, 25 April 2022

Yang menyatakan



Michael Sandjaya Yulianto



David Marcello

PRAKATA

Dengan rahmat Tuhan Yang Maha Esa, Tugas Akhir yang berjudul **Evaluasi Kekuatan Gedung 11 Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019 dan Analisis Kinerja Berdasarkan ASCE 41-17 (Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)** ini dapat disusun dengan baik.

Penyusunan tugas akhir ini memiliki tujuan yaitu untuk dapat memenuhi kewajiban mata kuliah Tugas Akhir pada semester 8. Di samping itu, besar harapan penulis bahwa Tugas Akhir ini dapat menambahkan wawasan mahasiswa terkait ilmu Teknik Sipil sehingga dapat bermanfaat pada pemahaman penerapan ilmu Teknik Sipil.

Penulis sangat menyadari bahwa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak telah sangat berpengaruh pada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan demikian, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
2. Daniel Hartanto, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
3. Dr. Ir. Hermawan, ST., MT., IPM. selaku dosen pembimbing selama berjalannya proses penyusunan tugas akhir,
4. Ir. Erwin Lim, ST., MS., Ph.D. selaku dosen pembimbing selama berjalannya proses penyusunan tugas akhir,
5. Seluruh pihak yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lainnya yang berkepentingan.

Semarang, April 2022

Penyusun

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEJIAPRANATA

KARTU ASISTENSI


016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

| | | | |
|-----------|---|------------|---------------------------|
| Nama | : Michaei Santjaya X : David Marrella A | NIM | : 12 01 0012 ; 12 01 0021 |
| MT Kuliah | : Tugas Akhir | Semester | : |
| Dosen | : Dr. Hermawan, ST., MT. | Dosen Wali | : |
| Asisten | : | | |
| Dimulai | : | | |
| Selesai | : | Nilai | : |

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|---------|--|-------------|
| 2 | | -Perbaiki bab I -Perbaiki bab 2 | [Signature] |
| 3 | | - Perbaiki bab I & II | [Signature] |
| 4 | | - Perbaiki bab I & II | [Signature] |
| 5 | | - Perbaiki bab I, II & III | [Signature] |
| 6 | | - Perbaiki bab I, II & III | [Signature] |
| 7 | | - Perbaiki bab I, II & III - Tambahkan daftar pustaka | [Signature] |
| 8 | | - Perbaiki bab I, II & III - Tambahkan daftar pustaka | [Signature] |
| 9 | | Maju seminar proposal | [Signature] |

Semarang.....
Dosen/Asisten

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Michal Sindjaja Yulianto, David Murella

MT Kuliah : Tugas Akhir

Dosen : Dr. Herawan S. MT.

Asisten :

Dimulai :



Selesai :

NIM : 17.81.0012; 17.81.0031

Semester :

Dosen Wali :


Nilai :

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|------------------|--|---|
| 10 | 18 Desember 2021 | <ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki Format daftar pustaka - Perbaiki Bab 2 dan Bab 3 |  |
| 11 | 21 Januari 2022 | <ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki judul - Perbaiki penulisan di Bab 2 - Perbaiki Format daftar Pustaka <p style="text-align: center;"><i>Lapra disahkan</i></p> |  |

Semarang.....

Dosen/Asisten

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU
ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Michael Sandjaja, Dini Harenlo
 NIM : 17.01.0012 ; 17.01.0031
 MT Kuliah : Tugas Akhir
 Semester : 3
 Dosen : Dr. Hermawan, S.T., M.T.
 Dosen Wali :
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | Nilai |
|----|------------------|--|-------------|
| 1 | 25 Februari 2022 | Perbaiki format penulisan Bab 1 | [Signature] |
| 2 | 13 Maret 2022 | Perbaiki format laporan Bab 2, Bab 3, Bab 4, Daftar pustaka Tambahkan rujukan di Bab 4 menuju ke Bab 2 Olah kembali gambar yang akan digunakan | [Signature] |
| 3 | 16 Maret 2022 | ACC Seminar Akhir | [Signature] |

Semarang.....
Dosen/Asisten

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

| | |
|---|---|
| Nama : Michael Sandjaya Y. ; David Marcello A | NIM : 17BI.0012 ; 17BI.0031 |
| MT Kuliah : Tugas Akhir | Semester : |
| Dosen : Erwin Lim , ST, MS, Ph.D | Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT. |
| Asisten : | |
| Dimulai : | |
| Selesai : | Nilai : |

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|----------------|---|-------|
| 1 | 06 / 10 / 2021 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pisahkan antara beban mati tambahan, beban mati, harus konsisten dan seluruh komponen ditulis 2. Balok anak tidak perlu diberi property modifier karena balok anak hanya menahan beban gravitas 3. Perhitungkan M_n balok sebagai balok T untuk pengecekan 4. Tambahkan DCR $M_u = M_u / \Phi M_n \leq 1,0$ 5. Cek ASCE 41-17 target performance dan dicek terhadap gempa frequent dan rare pakai yang mana 6. Hitung V_c dan V_s dengan s apa adanya, lalu cek kekuatannya masuk opa tidak dengan cara membandingkan V_c dengan ΦV_n lalu tambahkan DCR V_e 7. Cek jarak sengkang dari syarat detailing 8. Hitung PM Curve dalam kondisi biaxial lalu Cek DCR 9. Tambahkan ratio $P_u / A_g f'_c$ 10. Pastikan M_n yang digunakan diperhitungkan sebagai balok T dan sesuai dengan lokasi kolom 11. Bandingkan A_{sh} perlu dengan A_{sh} pakai 12. Hitung balok dan kolom untuk setiap lantai | |
| 2 | 20 / 10 / 2021 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Lakukan analisis balok T dengan memasukkan tulangan pelat untuk Momen negatif balok dalam perhitungan Strong Column Weak Beam 2. Kekuatan geser perlu ditentukan dengan $1,25 f_y$ tulangan longitudinal 3. Menambahkan perhitungan kebutuhan tulangan torsi pada balok | |

Sesungguhnya.....
Dosen/ Asisten

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI


016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

| | |
|--|---|
| Nama : Michael Sandjaya Y. ; David Marcello A. | NIM : 17B1.0012 ; 17B1.0031 |
| MT Kuliah : Tugas Akhir | Semester : |
| Dosen : Erwin Lim , ST, M.S., Ph.D. | Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT. |
| Asisten : | |
| Dimulai : | |
| Selesai : | Nilai : |

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|----------------|---|-------|
| 2 | 20 / 10 / 2021 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa perilaku komponen struktur sebagai balok atau sebagai kolom 2. Defam menghitung kekuatan geser balok tidak perlu menggunakan V_c namun, untuk kolom menggunakan V_c 3. Jika elemen struktur kolom memiliki perilaku sebagai balok maka tidak perlu diperhitungkan Strong Column Weak Beam 4. n_l dalam perhitungan k_n diambil dari jumlah tulangan longitudinal yang dikekang sengkang seismik 5. Perbaiki pemeriksaan $P_u > 0.3 A_g f_c$ 6. Pelajari mekanisme plastis | |
| 3 | 6 / 11 / 2021 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk menghitung M_{pr} tidak perlu memperhitungkan tulangan pelat 2. Perhitungan kekuatan joint harus memperhitungkan tulangan pelat 3. Dalam menghitung M_{pr} positif balok tidak perlu memperhitungkan tulangan pelat 4. Periksa kembali pemodelan karena beban terlalu besar 5. Perbaiki kembali nilai k_n 6. Pelajari perilaku struktur dan apa yang terjadi pada sebuah komponen struktur pada level penampang dan level global 7. Susun kurva Backbone dengan perhitungan, XTRACT, ETABS dan bandingkan serta jelaskan apa yang terjadi pada penampang sederhana tersebut | |

Semarang.....
Dosen/ Asisten

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

KARTU ASISTENSI

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Michael Sandjaya Y. ; David Marcello A.

MT Kuliah : Tugas Akhir

Dosen : Erwin Lim , ST, MS., Ph.D.

Asisten :

Dimulai :






Selesai :

NIM : 17.B1.0012 ; 17.B1.0031

Semester :

Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni, M.T.

Nilai :

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|----------------|--|---|
| 3 | 6 / 11 / 2021 | B. Susun kurva kapasitas dan interpretasikan apa yang terjadi pada kesatuan struktur bangunan berdasarkan kurva kapasitas yang telah disusun |  |
| 4 | 6 / 11 / 2021 | ACC BAB 1-3 |  |
| 5 | 04 / 12 / 2021 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Perbaiki perhitungan 2. menghitung hubungan momen rotasi 3. melanjutkan analisis nonlinier statik 4. Mengerjakan contoh soal dari PPT (Question 3) |  |
| 6 | 13 / 01 / 2022 | 1. Mempresentasikan latihan contoh soal dari PPT (Question 3). |  |
| 7 | 21 / 01 / 2022 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Momen kurvatur 2. Cari referensi Lateral load 3. Cek manual etaba hasil run etaba 5. Cek cara define momen ss 6. Cek momen kurvatur dari kolom 7. Cek 1 kolom ketika mencapai c apa kolom tersebut memang mengatami 8. Perbaiki panjang penyaluran 9. Periksa kembali analisis non linier <p style="text-align: center;">ACC</p> |  |

Semarang.....

Dosen/ Asisten

LEMBAR ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

**KARTU
ASISTENSI**

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

| | |
|---|---|
| Nama : Michael Sandjaya Y., David Marcello MT Kuliah : Tugas Akhir Dosen : Ir. Erwin Lim, ST., MS., Ph.D Asisten : Dimulai : Selesai : | NIM : 17.B1.0012, 17.B1.0031 Semester : Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT, IPM. Nilai : |
|---|---|

| NO | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|----|------------------|---|-------|
| 1 | 22 Februari 2022 | Hitung faktor R, Cd, Omega0 aktual berdasarkan analisis non linear statik Hitung penskalaan gaya Tambahkan ruang lingkup penelitian bahwa pemodelan tidak mempertimbangkan faktor penskalaan gaya Periksa kembali model non linear statik Lengkapi teori Bab 2 yang berhubungan dengan penelitian dan menyusun laporan dengan lebih ringkas | |
| 2 | 14 Maret 2022 | Periksa kembali nilai koefisien respons seismik (Cs) Periksa kembali pengaruh faktor R aktual terhadap kinerja bangunan Periksa apakah sendi plastis yang terjadi sudah sesuai dengan input data Perbaiki penataan laporan Bab 2 Tambahkan rujukan di Bab 3 ke Bab 2 | |
| 3 | 17 Maret 2022 | ACC Seminar Akhir | |

Semarang,
 Dosen/Asisten

ABSTRAK
EVALUASI KEKUATAN GEDUNG 11 LANTAI
BERDASARKAN SNI 1726:2019 DAN ANALISIS KINERJA
BERDASARKAN ASCE 41-17
(Studi Kasus Proyek X di Kota Semarang)

Michael Sandjaya Y.^{1*}, David Marcello A¹, Hermawan², Erwin Lim³

Pembangunan bangunan gedung yang bertumbuh perlu disertai dengan pemeriksaan ketahanan bangunan secara berkala untuk memastikan keamanan bangunan terhadap beban-beban yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini adalah analisa evaluasi kekuatan gedung yang didasari pada SNI 1726:2019 dan analisis kinerja berdasarkan ASCE 41-17 yang diterapkan pada gedung sampel 11 lantai yang masih menggunakan SNI lama. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai kekuatan gedung yang didasari pada SNI 1726:2019 dan analisis kinerja berdasarkan ASCE 41-17. Adapun instrumen yang diterapkan berupa melakukan Studi literatur mengenai gempa, bangunan tahan gempa, *performance based assessment*, Evaluasi Ketahanan seismic bangunan eksisting, prosedur, prosedur non-linier statik, Pengolahan data, proses analisis data dan pembahasan hasil data.

Kata kunci: SNI 1726:2019, ASCE 41-17, Gempa, Bangunan Tahan Gempa, *Performance Based Assessment*

ABSTRACT

STRENGTH EVALUATION OF 11 STORY BUILDING USING SNI 1726:2019 AND PERFORMANCE EVALUATION USING ASCE 41-17

(A Study Case Of X Project at Semarang)

Michael Sandjaya Y.^{1*}, David Marcello A¹, Hermawan², Erwin Lim³

The construction of a building must be accompanied by periodic resistance checks to ensure the safety of the building against possible loads. Therefore, this research is an analysis of building strength evaluation based on SNI 1726:2019 and performance analysis based on ASCE 41-17 which is applied to a sample building of 11 floors that is still using the older version of SNI. This evaluation aims to assess strength based on SNI 1726:2019 and performance analysis based on ASCE 41-17. The instruments applied are conducting literature studies on earthquakes, earthquake-resistant buildings, performance based assessments, evaluation of seismic resistance of existing buildings, procedures, static non-linear procedures, data processing, data analysis and the discussion based on the data acquired.

Keyword: *SNI 1726:2019, ASCE 41-17, Earthquake, Earthquake-Resistant Buildings, Performance Based Assessments*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI | vii |
| PRAKATA..... | viii |
| LEMBAR ASISTENSI..... | ix |
| ABSTRAK | xvi |
| <i>ABSTRACT</i> | xvii |
| DAFTAR ISI..... | xviii |
| DAFTAR GAMBAR | xx |
| DAFTAR TABEL..... | xxiii |
| DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG..... | xxvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xxxv |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 7 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 7 |
| 1.4. Ruang Lingkup Penelitian | 7 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 8 |
| 1.6. Kerangka Pikir Penelitian | 8 |
| 1.7. Sistematika Penulisan | 10 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 12 |
| 2.1. Pengertian Struktur Bangunan..... | 12 |
| 2.2. Konsep Dasar Seismologi dan Gempa Bumi..... | 12 |
| 2.3. Bangunan Tahan Gempa..... | 15 |
| | |
| BAB 3 METODE PENELITIAN..... | 83 |
| 3.1. Uraian Umum | 83 |
| 3.2. Tahap 1 | 85 |
| 3.3. Tahap 2 | 85 |
| 3.4. Tahap 3 | 92 |
| 3.5. Tahap 4 | 93 |
| | |
| BAB 4 EVALUASI KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR..... | 94 |
| 4.1. Deskripsi Umum..... | 94 |
| 4.2. Asumsi-Asumsi yang Digunakan | 96 |
| 4.3. Perhitungan Penskalaan Gaya..... | 97 |
| 4.4. Pemeriksaan Ketidakberaturan | 101 |
| 4.5. Perhitungan Balok SRMPK..... | 113 |
| 4.6. Perhitungan Balok Anak..... | 131 |
| 4.7. Perhitungan Kolom SRPMK | 140 |
| 4.8. Perhitungan Hubungan Balok Kolom..... | 155 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 4.9. Prosedur Non Linear Statik..... | 160 |
| BAB 5 PENUTUP..... | 175 |
| 5.1. Kesimpulan | 175 |
| 5.2. Saran | 178 |
| DAFTAR PUSTAKA | 179 |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Struktur Bangunan Parkir yang Runtuh Akibat Gempa Northridge Pada Tahun 1994 | 2 |
| Gambar 1.2 Tampak Selatan The Holiday Inn | 3 |
| Gambar 1.3 Keruntuhan Akibat Ketidakberaturan Tingkat Lunak Pasca Gempa Asia Tenggara 2004 | 4 |
| Gambar 1.4 Kegagalan <i>Beam-Column Joint</i> dan Pasca Gempa Asia Tenggara 2004 | 4 |
| Gambar 1.5 Kerangka Pikir Penelitian | 9 |
| Gambar 2.1 Subduksi antara Lempeng Samudera dan Lempeng Benua | 13 |
| Gambar 2.2 Persebaran Lempeng Tektonik di Indonesia..... | 14 |
| Gambar 2.3 Diagram <i>Fish Bone</i> Penyebab Kerusakan Pada Bangunan | 15 |
| Gambar 2.4 Hubungan Gaya-Deformasi Bangunan | 18 |
| Gambar 2.5 Hubungan Gaya-Deformasi Elemen | 20 |
| Gambar 2.6 Parameter Gerak Tanah SS, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Target (MCE_R) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 Detik (Redaman Kritis 5%)..... | 26 |
| Gambar 2.7 Parameter Gerak Tanah S1, Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Target (MCE_R) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 1 Detik (Redaman Kritis 5%)..... | 26 |
| Gambar 2.8 Peta Transisi Periode Panjang, T_L | 27 |
| Gambar 2.9 Spektrum Respons Desain | 32 |
| Gambar 2.10 Desain Spektra Gempa Indonesia | 33 |
| Gambar 2.11 Ilustrasi Hierarki Keruntuhan Berdasarkan Desain Kapasitas | 36 |
| Gambar 2.12 Variasi nilai faktor reduksi (ϕ) Regangan Tarik Netto Pada Tulangan Tarik Terluar, ε_t | 46 |
| Gambar 2.13 Ilustrasi Gaya Geser Desain Pada Elemen Balok Beton Bertulang..... | 47 |
| Gambar 2.14 Spasi Maksimum antar Tulangan yang Dikekang Oleh Ikat Silang Maupun Senggang Tertutup | 50 |
| Gambar 2.15 Hubungan Tegangan-Regangan Beton dalam <i>Biaxial Compression</i> | 58 |
| Gambar 2.16 Hubungan Tegangan-Regangan Beton dalam Kombinasi <i>Tension</i> dan <i>Compression</i> | 58 |
| Gambar 2.17 Hubungan Tegangan-Regangan Beton Terkekang dengan Beton yang Tidak Terkekang | 59 |
| Gambar 2.18 Penggambaran Prosedur Perhitungan Gaya Geser Desain Kolom | 65 |
| Gambar 2.19 Detail Tulangan Transversal Kolom dengan $P_u \leq 0,3 A_{gfc}'$ | 68 |
| Gambar 2.20 Detail Tulangan Transversal Kolom dengan $P_u > 0,3 A_{gfc}'$ dan $f_c' > 70$ MPa | 69 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 2.21 Ilustrasi <i>Free Body Diagram</i> Pada Hubungan Balok Kolom | 73 |
| Gambar 2.22 Ilustrasi Gaya Geser Pada Hubungan Balok Kolom..... | 76 |
| Gambar 2.23 Nilai Koefisien Kekuatan Pada Masing-Masing Konfigurasi Hubungan Balok Kolom | 76 |
| Gambar 2.24 Luas Joint Efektif..... | 77 |
| Gambar 2.25 Ilustrasi Kerusakan Bangunan..... | 81 |
| Gambar 2.26 Kurva Kapasitas | 82 |
| Gambar 3.1 Metode Penelitian | 84 |
| Gambar 3.2 Alur Analisis dan Pengolahan Data | 86 |
| Gambar 4.1 Ilustrasi Ketidakberaturan Torsi dan Ketidakberaturan Torsi Berlebih | 102 |
| Gambar 4.2 Ilustrasi Ketidakberaturan Sudut Dalam..... | 105 |
| Gambar 4.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam | 105 |
| Gambar 4.4 Ilustrasi Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma | 106 |
| Gambar 4.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma | 106 |
| Gambar 4.6 Ilustrasi Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang..... | 107 |
| Gambar 4.7 Ilustrasi Ketidakberaturan Sistem Nonparalel | 107 |
| Gambar 4.8 Ilustrasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan ... | 108 |
| Gambar 4.9 Ilustrasi Ketidakberaturan Berat (Massa) | 109 |
| Gambar 4.10 Ilustrasi Ketidakberaturan Geometri Vertikal..... | 111 |
| Gambar 4.11 Ilustrasi Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral | 111 |
| Gambar 4.12 Ilustrasi Ketidakberaturan Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat | 112 |
| Gambar 4.13 Detail Balok B1..... | 114 |
| Gambar 4.14 Jarak Bersih Antar Tulangan Balok B1 | 120 |
| Gambar 4.15 Jarak Tulangan Transversal Balok B1 Pada Arah Memanjang | 124 |
| Gambar 4.16 Jarak Tulangan Transversal Balok B1 Pada Arah Melintang | 125 |
| Gambar 4.17 Panjang Daerah l_{dh} Balok yang Ditinjau | 126 |
| Gambar 4.18 Detail Balok BA2..... | 133 |
| Gambar 4.19 Diagram Interaksi Kolom K1 Lantai 2 dan Lantai 3 | 145 |
| Gambar 4.20 Detail Kolom K1 | 146 |
| Gambar 4.21 Diagram Interaksi Kolom Dengan $1,25f_y$ | 149 |
| Gambar 4.22 Detail Arah Memanjang Kolom K1 | 153 |
| Gambar 4.23 Potongan Hubungan Balok Kolom | 155 |
| Gambar 4.24 Titik Pengamatan Perpindahan | 165 |
| Gambar 4.25 Kurva Kapasitas dan Kurva Elastik <i>Pushover</i> Arah X-..... | 166 |
| Gambar 4.26 <i>Hinge Status</i> Akibat <i>Pushover</i> Arah X-..... | 167 |
| Gambar 4.27 Kurva Kapasitas dan Kurva Elastik <i>Pushover</i> Arah X+..... | 168 |
| Gambar 4.28 <i>Hinge Status</i> Akibat <i>Pushover</i> Arah X+ | 170 |
| Gambar 4.29 Kurva Kapasitas dan Kurva Elastik <i>Pushover</i> Arah Y-..... | 170 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4.30 <i>Hinge Status Akibat Pushover</i> Arah Y-..... | 172 |
| Gambar 4.31 Kurva Kapasitas dan Kurva Elastik <i>Pushover</i> Arah Y+..... | 172 |
| Gambar 4.32 <i>Hinge Status Akibat Pushover</i> Arah Y+..... | 174 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 2.1 | <i>Modelling Parameter dan Acceptance Criteria</i> Balok Beton Bertulang | 21 |
| Tabel 2.2 | <i>Modelling Parameter dan Acceptance Criteria</i> Kolom Beton Bertulang Selain Bentuk Lingkaran dengan tulangan Spiral atau Tulangan Seismik Seperti Pada ACI 318..... | 22 |
| Tabel 2.3 | Beban Mati..... | 24 |
| Tabel 2.4 | Beban Hidup | 25 |
| Tabel 2.5 | Kategori Resiko Bangunan | 27 |
| Tabel 2.6 | Faktor Keutamaan Gempa | 28 |
| Tabel 2.7 | Klasifikasi Situs | 29 |
| Tabel 2.8 | Koefisien Situs, F_a | 29 |
| Tabel 2.9 | Koefisien Situs, F_v | 30 |
| Tabel 2.10 | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Respons Percepatan pada Periode Pendek | 33 |
| Tabel 2.11 | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Respons Percepatan pada Periode 1 Detik | 33 |
| Tabel 2.12 | Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk Masing-Masing Sistem Pemikul Gaya Seismik..... | 34 |
| Tabel 2.13 | Nilai Parameter Periode Pendekatan..... | 37 |
| Tabel 2.14 | Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung... | 37 |
| Tabel 2.15 | Ketidakteraturan Horizontal..... | 39 |
| Tabel 2.16 | Ketidakteraturan Vertikal..... | 40 |
| Tabel 2.17 | Prosedur Analisis yang Diizinkan..... | 41 |
| Tabel 2.18 | Faktor Modifikasi untuk Perhitungan Panjang Penyaluran yang Diperlukan Tulangan Pada Kondisi Tarik dengan Kait Standar | 52 |
| Tabel 2.19 | Faktor Modifikasi untuk Perhitungan Panjang Penyaluran yang Diperlukan Tulangan Pada Kondisi Tarik..... | 71 |
| Tabel 2.20 | <i>Basic Performance Objective Equivalent to New Building Standards (BPON)</i> | 79 |
| Tabel 2.21 | Tingkat Kerusakan Bangunan Pada Masing-Masing Tingkat Kinerja Bangunan..... | 79 |
| Tabel 2.22 | Tingkat Kerusakan Bangunan Pada Masing-Masing Tingkat Kinerja Bangunan..... | 80 |
| Tabel 2.23 | Tingkat Kinerja Bangunan Beton berdasarkan ATC 40 | 82 |
| Tabel 2.24 | Batas Jumlah Tingkat Diperlukan Penggunaan Prosedur Sistematis Tier 3 | 82 |
| Tabel 4.1 | <i>Modal Participating Mass Ratio</i> | 99 |
| Tabel 4.2 | Pemeriksaan Ketidakteraturan Torsi dan Ketidakteraturan Torsi Berlebih pada Arah Sumbu X Akibat Gempa Arah X | 102 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 4.3 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi dan Ketidakberaturan Torsi Berlebih pada Arah Sumbu Y Akibat Gempa Arah X | 103 |
| Tabel 4.4 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi dan Ketidakberaturan Torsi Berlebih pada Arah Sumbu X Akibat Gempa Arah Y | 103 |
| Tabel 4.5 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi dan Ketidakberaturan Torsi Berlebih pada Arah Sumbu Y Akibat Gempa Arah Y | 103 |
| Tabel 4.6 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam | 105 |
| Tabel 4.7 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal | 108 |
| Tabel 4.8 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak.. | 109 |
| Tabel 4.9 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat (Massa)..... | 110 |
| Tabel 4.10 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Geometri Vertikal | 110 |
| Tabel 4.11 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat..... | 112 |
| Tabel 4.12 | Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal | 113 |
| Tabel 4.13 | Spesifikasi Balok Induk | 113 |
| Tabel 4.14 | Gaya Dalam Balok B1 Lantai 2 Pada Bagian Tumpuan..... | 114 |
| Tabel 4.15 | Rekap Hasil Analisis Momen Balok B1 Pada Lantai 2 | 130 |
| Tabel 4.16 | Rekap Hasil Analisis Geser Balok B1 Pada Lantai 2 | 130 |
| Tabel 4.17 | Rekap Hasil Analisis Tulangan Longitudinal Akibat Torsi Balok B1 Pada Lantai 2 | 131 |
| Tabel 4.18 | Rekap Hasil Analisis Tulangan Transversal Akibat Torsi Balok B1 Pada Lantai 2 | 131 |
| Tabel 4.19 | Rekap Hasil Analisis Pendetailan Tulangan Balok B1 Pada Lantai 2..... | 131 |
| Tabel 4.20 | Rekap Hasil Analisis Panjang Penyaluran dan Jarak Bersih Tulangan Balok B1 Pada Lantai 2..... | 131 |
| Tabel 4.21 | Spesifikasi Balok Anak..... | 132 |
| Tabel 4.22 | Gaya Dalam Balok BA2 Lantai 2 Pada Bagian Tumpuan.. | 132 |
| Tabel 4.23 | Rekap Hasil Analisis Momen Balok BA2 Pada Lantai 2 ... | 139 |
| Tabel 4.24 | Rekap Hasil Analisis Tulangan Longitudinal Akibat Torsi Balok BA2 Pada Lantai 2 | 139 |
| Tabel 4.25 | Rekap Hasil Analisis Tulangan Transversal Akibat Torsi Balok BA2 Pada Lantai 2 | 140 |
| Tabel 4.26 | Spesifikasi Kolom..... | 140 |
| Tabel 4.27 | Gaya Dalam Kolom K1 Lantai 2, Lantai 3 dan Lantai 4.... | 140 |
| Tabel 4.28 | Rekap Hasil Analisis Momen Kolom dan Panjang Lewatan K1 Pada Lantai 3..... | 154 |
| Tabel 4.29 | Rekap Hasil Analisis <i>Confinement</i> dan Geser Balok K1 Pada Lantai 3..... | 154 |
| Tabel 4.30 | Rekap Hasil Analisis Pendetailan Tulangan Balok K1 Pada Lantai 3..... | 154 |
| Tabel 4.31 | Rekap Hasil Analisis Hubungan Balok Kolom K1 Lantai 3 As B/5 | 159 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 4.32 | Properti Inelastik Hasil Analisis Momen Kurvatur XTRACT..... | 162 |
| Tabel 4.33 | Momen Pada Hubungan Momen-Rotasi..... | 162 |
| Tabel 4.34 | Rotasi Pada Hubungan Momen-Rotasi..... | 163 |
| Tabel 4.35 | <i>Acceptance Criteria</i> Balok Induk | 163 |
| Tabel 4.36 | Perpindahan vs Gaya Geser Dasar Akibat <i>Pushover</i> X Arah Negatif..... | 166 |
| Tabel 4.37 | Evaluasi <i>Equal Displacement</i> dan Evaluasi <i>Equal Energy Pushover</i> Arah X- | 166 |
| Tabel 4.38 | Perpindahan vs Gaya Geser Dasar Akibat <i>Pushover</i> X Arah Positif | 168 |
| Tabel 4.39 | Evaluasi <i>Equal Displacement</i> dan Evaluasi <i>Equal Energy Pushover</i> Arah X+ | 169 |
| Tabel 4.40 | Perpindahan vs Gaya Geser Dasar Akibat <i>Pushover</i> Y Arah Negatif..... | 171 |
| Tabel 4.41 | Evaluasi <i>Equal Displacement</i> dan Evaluasi <i>Equal Energy Pushover</i> Arah Y- | 171 |
| Tabel 4.42 | Perpindahan vs Gaya Geser Dasar Akibat <i>Pushover</i> Y Arah Positif | 173 |
| Tabel 4.43 | Evaluasi <i>Equal Displacement</i> dan Evaluasi <i>Equal Energy Pushover</i> Arah Y+ | 173 |
| Tabel 5.1 | Rangkuman Hasil Analisis Hubungan Balok Kolom | 176 |
| Tabel 5.2 | Level Kinerja Struktur | 177 |
| Tabel 5.3 | Level Kinerja Elemen | 178 |

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

| Singkatan | Nama | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|------------------|---|-------------------------------------|
| SNI | Standar nasional indonesia | 5 |
| ASCE | <i>American Society of Civil Engineer</i> | 5 |
| PBI | Peraturan beton bertulang Indonesia | 6 |
| DED | <i>Detailed engineering design</i> | 6 |
| CM | <i>Coefficient method</i> | 7 |
| BSE-2N | <i>Basic Safety Earthquake</i> pada level gempa | 7 |
| | MCE _R | |
| ETABS | <i>Extended Three-Dimensional Analysis of Building System</i> | 8 |
| SP | <i>Structure point</i> | 8 |
| BSN | Badan standardisasi nasional | 15 |
| FEMA | <i>Federal emergency management agency</i> | 18 |
| IO | <i>Immediate occupancy</i> | 21 |
| LS | <i>Life safety</i> | 21 |
| CP | <i>Collapse prevention</i> | 21 |
| C | <i>Conforming</i> | 21 |
| NC | <i>Nonconforming</i> | 22 |
| NSP | <i>Nonlinear static procedure</i> | 22 |
| NDP | <i>Nonlinear dynamic procedure</i> | 22 |
| ACI | <i>American concrete institute</i> | 22 |
| D | <i>Dead load</i> | 24 |
| L | <i>Live load</i> | 24 |
| L _r | <i>Roof live load</i> | 24 |
| R | <i>Rain load</i> | 24 |
| W | <i>Wind load</i> | 24 |
| E _v | <i>Vertical earthquake load</i> | 24 |
| E _h | <i>Horizontal earthquake load</i> | 24 |
| MCE _R | Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget | 26 |
| SA | Batuan keras | 29 |
| SB | Batuan | 29 |
| SC | Tanah keras, sangat padat batuan lunak | 29 |
| SD | Tanah sedang | 29 |
| SE | Tanah lunak | 29 |
| SF | Tanah khusus | 29 |
| PI | Indeks plastisitas | 29 |
| SS | Situs spesifik | 30 |
| TB | Tidak dibatasi | 34 |
| I | Diizinkan | 41 |
| TI | Tidak diizinkan | 41 |
| SRPMK | Sistem rangka pemikul momen khusus | 42 |

| Singkatan | Nama | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|------------------|---|--|
| DCR | <i>Demand capacity ratio</i> | 44 |
| DL | <i>Dead load</i> | 47 |
| SIDL | <i>Super imposed dead load</i> | 47 |
| LL | <i>Live load</i> | 47 |
| NIST | <i>National institute of standard and technology</i> | 49 |
| DF | <i>Distribution factor</i> | 65 |
| HBK | Hubungan balok kolom | 72 |
| ATC | <i>Applied technology council</i> | 78 |
| PBSD | <i>Performance based seismic design</i> | 78 |
| BPOE | <i>Basic performance objective for existing buildings</i> | 78 |
| BPON | <i>Basic performance objective equivalent to new building standards</i> | 79 |
| O | <i>Operational</i> | 79 |
| BSE-1N | <i>Basic safety earthquake pada level gempa desain</i> | 81 |
| RKS | Rencana kerja dan syarat-syarat | 83 |
| SI | Standar internasional | 87 |
| BjTS | Baja tulangan beton sirip | 94 |
| SEI | <i>Structural engineering institute</i> | 95 |
| CPT | <i>Cone penetration testing</i> | 96 |
| EQX | Gempa arah x | 102 |
| EQY | Gempa arah y | 103 |
| MOS | <i>Margin of safety</i> | 130 |
| SCWB | <i>Strong column weak beam</i> | 143 |
| bh | <i>Beam hinge</i> | 148 |
| ch | <i>Column hinge</i> | 148 |
| KDS | Kategori desain seismik | 175 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|----------------|---|---------------|--|
| R | Faktor modifikasi respons | - | 18 |
| C_d | Faktor pembesaran defleksi | - | 18 |
| Ω_0 | Faktor kuat lebih sistem | - | 18 |
| V_e | Gaya geser dasar respons elastik | kN | 19 |
| V_{pp} | Gaya geser dasar <i>performance point</i> | kN | 19 |
| $V_{capacity}$ | Gaya geser dasar kapasitas maksimum | kN | 19 |
| V_y | Gaya geser dasar saat leleh pertama | kN | 19 |
| V_d | Gaya geser dasar desain | kN | 19 |
| Δ_e | Perpindahan respons elastik | mm | 19 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|--------------------------|--|---------|-------------------------------------|
| Δ_{pp} | Perpindahan <i>performance point</i> | mm | 19 |
| Δ_y | Perpindahan saat leleh pertama | mm | 19 |
| ϕ | Kurvatur | (1/m) | 21 |
| ϕ_y | Kurvatur leleh efektif | (1/m) | 21 |
| ϕ_u | Kurvatur ultimit | (1/m) | 21 |
| θ | Rotasi | rad | 21 |
| θ_y | Rotasi leleh | rad | 21 |
| L | $\frac{1}{2}$ Bentang | m | 21 |
| L_p | Panjang sendi plastis | m | 21 |
| S_S | Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen | g | 25 |
| S_I | Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen | g | 25 |
| T_L | Peta transisi periode panjang | detik | 26 |
| \bar{N} / \bar{N}_{ch} | Nilai tahanan penetrasi standar rata-rata | - | 29 |
| \bar{V}_s | Kecepatan rata-rata gelombang geser | m/detik | 29 |
| \bar{s}_u | Kuat geser niralir rata-rata | kPa | 29 |
| S_{MS} | Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek | g | 30 |
| S_{M1} | Parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik | g | 30 |
| F_a | Koefisien situs untuk periode pendek (0,2 detik), | | 30 |
| F_v | Koefisien situs untuk periode pendek (1,0 detik), | | 30 |
| S_{DS} | Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek | g | 31 |
| S_{D1} | Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik | g | 31 |
| S_a | Respons spektra percepatan | g | 31 |
| T | Periode getar fundamental struktur | Detik | 31 |
| T_0 | | Detik | 31 |
| T_S | | Detik | 32 |
| T_a | Periode fundamental pendekatan | Detik | 36 |
| C_t | Parameter pendekatan | | 36 |
| h_n | Ketinggian struktur | m | 36 |
| x | Parameter pendekatan | - | 36 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|-----------------|---|-----------------|-------------------------------------|
| T_{Max} | Periode maksimum struktur | | |
| C_u | Koefisien untuk batasan atas perhitungan periode struktur | - | 36 |
| V | Gaya geser dasar seismik | kN | 38 |
| C_s | Koefisien respon seismik | - | 38 |
| W | Berat seismik efektif | kN | 38 |
| I_e | Faktor keutamaan gempa | - | 38 |
| P_u | Gaya aksial terfaktor; diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik | kN | 42 |
| A_g | Luas permukaan balok | m ² | 42 |
| f_c' | Mutu Beton | MPa | 42 |
| b_w | Lebar balok | mm | 42 |
| h | Tinggi balok | m | 42 |
| l_n | Bentang bersih | mm | 42 |
| d | Tinggi efektif | mm | 42 |
| c | Selimit beton | mm | 42 |
| d_s | Diameter tulangan sengkang | mm | 42 |
| $d_{b(+)}$ | Diameter tulangan longitudinal tekan | mm | 42 |
| c_1 | Dimensi kolom persegi | mm | 42 |
| c_2 | Dimensi kolom persegi yang tegak lurus terhadap c_1 | mm | 42 |
| $A_{s\ min}$ | Luas tulangan minimum | mm ² | 43 |
| A_s | Luas tulangan | mm ² | 43 |
| $A_{s\ max}$ | Luas tulangan maksimum | mm ² | 43 |
| ϕ atau j | Di asumsikan sebesar 0,9 | - | 43 |
| f_y | Kekuatan leleh tulangan | MPa | 43 |
| ρ_{max} | Rasio tulangan maksimum | - | 44 |
| $A_{s\ pasang}$ | Luas tulangan yang terpasang | mm ² | 44 |
| n_b | Jumlah tulangan longitudinal | buah | 44 |
| π | Rasio lingkaran terhadap diameter lingkaran (= 3,14) | - | 44 |
| d_b | Diameter tulangan longitudinal | mm | 44 |
| M_u | Momen ultimit terfaktor | kN.m | 44 |
| ϕ | Faktor reduksi kekuatan | - | 44 |
| M_n | Tahanan momen nominal | kN.m | 44 |
| a | Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen | mm | 44 |
| β_1 | Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral | - | 45 |
| c | Jarak dari serat tekan terjauh ke | Mm | 45 |

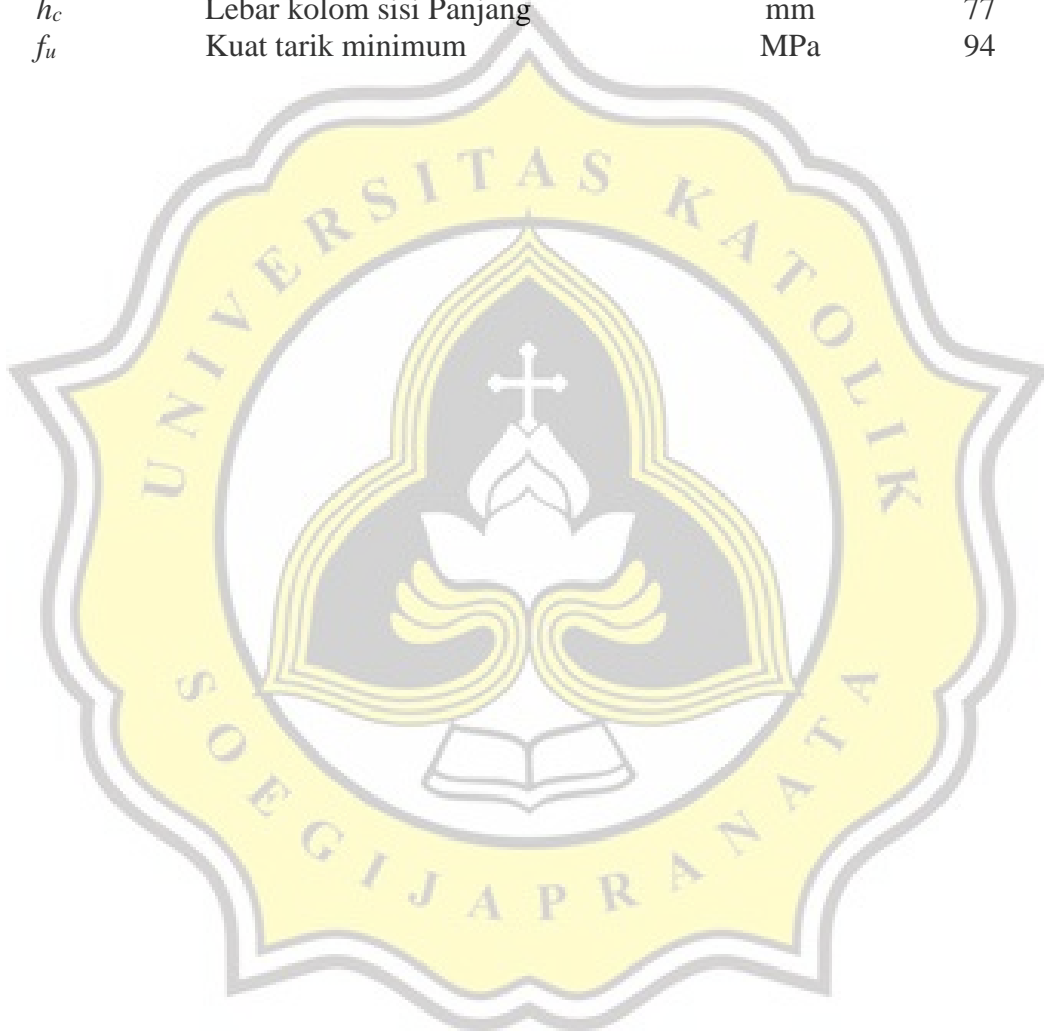
| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|-----------------|---|-----------------|-------------------------------------|
| | sumbu netral | | |
| ε_t | Regangan tarik netto | - | 45 |
| d_t | Jarak dari serat tekan terjauh ke serat Tarik beton terluar | Mm | 45 |
| S | Jarak bersih antar tulangan | mm | 46 |
| d_{agg} | Diameter agregat kasar | mm | 46 |
| a_{pr} | Tinggi blok tegangan persegi equivalen mungkin | mm | 47 |
| M_{pr} | Kekuatan lentur mungkin | MPa | 47 |
| V_{sway} | Gaya geser akibat goyangan | kN | 47 |
| w_u | Beban terdistribusi merata | kN/m | 47 |
| $V_{e.sp}$ | Gaya geser desain pada aera sendi plastis | kN | 47 |
| $V_{e.lsp}$ | Gaya geser desain pada area di luar sendi plastis | kN | 47 |
| V_c | Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton | N | 48 |
| λ | Factor modifikasi | - | 49 |
| V_s | kuat geser tulangan geser | kN | 49 |
| $V_{s,max}$ | Kuat geser tulangan geser maksimum | kN | 49 |
| V_n | Kekuatan geser nominal | kN | 49 |
| A_v | Luas tulangan sengkang | mm ² | 49 |
| f_{yt} | Kekuatan leleh tulangan longitudinal | MPa | 49 |
| l_{dh} | Panjang penyaluran tulangan tarik dengan kait standar | mm | 51 |
| ψ_e | Faktor modifikasi berdasarkan pelapis tulangan | - | 51 |
| ψ_c | Faktor modifikasi berdasarkan selimut beton | - | 51 |
| ψ_r | Faktor modifikasi berdasarkan tulangan pengekang | - | 51 |
| ρ_b | Rasio tulangan <i>balance</i> | - | 52 |
| ρ_{max} | Rasio tulangan maksimum | - | 52 |
| E_s | Modulus elastisitas baja (= 200.000 MPa) | MPa | 52 |
| M_{ul} | Kuat momen rencana balok bertulangan tunggal | kN.m | 53 |
| A_{cp} | Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton | mm ² | 54 |
| P_{cp} | Keliling luar penampang beton | mm | 54 |
| ϕT_{cr} | Tahanan torsi | kN.m | 54 |
| T_u | Torsi | kN.m | 55 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|--------------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|
| V_u | Gaya geser | kN | 55 |
| A_{oh} | Luas as ke as tulangan transversal | mm^2 | 55 |
| A_o | Luas as ke as tulangan sengkang reduksi | mm^2 | 55 |
| x_o | Lebar as ke as tulangan transversal | mm | 55 |
| y_o | Tinggi as ke as tulangan transversal | mm | 55 |
| P_h | Keliling as ke as tulangan sengkang | mm | 55 |
| T_n | Kekuatan momen torsi nominal | kN.m | 56 |
| A_l | Luas tulangan memanjang | mm^2 | 56 |
| $A_{l\ min}$ | Luas kebutuhan tulangan memanjang minimum | mm^2 | 56 |
| A_{cp} | Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton | mm^2 | 56 |
| $\frac{A_{vt}}{s}$ | Luas total kebutuhan tulangan sengkang tertutup | mm^2/mm | 57 |
| S_{max} | Jarak maksimum antar tulangan | mm | 57 |
| $\frac{A_t}{s}$ | Luas kebutuhan tulangan sengkang tertutup | mm^2/mm | 57 |
| $\frac{A_{vt}}{s_{min}}$ | Luas total kebutuhan tulangan sengkang tertutup minimum | mm^2/mm | 57 |
| b | Dimensi Penampang kolom terkecil | mm | 60 |
| h | Dimensi penampang kolom terbesar | mm | 60 |
| h_w | Tinggi penampang balok | mm | 60 |
| ρ_g | Rasio tulangan | - | 60 |
| b_e | Lebar efektif sayap balok | mm | 61 |
| l | Bentang balok | mm | 61 |
| hf | Tebal sayap | mm | 61 |
| l_n | Bentang bersih balok | mm | 61 |
| $M_{nb(-)}$ | Tahanan momen nominal negatif | kN.m | 62 |
| $M_{nb(+)}$ | Tahanan momen nominal positif | kN.m | 62 |
| $A_{s(+)}$ | Luas tulangan positif yang terpasang | mm^2 | 62 |
| a | Tinggi balok tegangan persegi equivalen | mm | 62 |
| $A_{s(-),balok}$ | Luas tulangan negative balok yang terpasang | mm^2 | 62 |
| $n_{b(-),balok}$ | Jumlah tulangan longitudinal negatif | Buah | 62 |
| $n_{b(+)}$ | Jumlah tulangan longitudinal positif | Buah | 62 |
| $db(-),balok$ | Diameter tulangan longitudinal negatif balok | mm | 62 |
| $db(+)$ | Diameter tulangan longitudinal positif balok | mm | 62 |
| $A_{s,plat}$ | Luas tulangan plat yang terpasang | mm^2 | 62 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|---------------|--|-----------------|-------------------------------------|
| | sepanjang lebar efektif | | |
| $d_{b,plat}$ | Diameter tulangan longitudinal negatif balok | mm | 62 |
| y | Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal | mm | 62 |
| c_f | Selimit beton sayap | mm | 62 |
| $\sum M_{nc}$ | Jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka kedalam <i>joint</i> diperoleh dengan bantuan <i>software</i> SP Column | - | 62 |
| $\sum M_{nb}$ | Jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint | - | 62 |
| b_c | Dimensi inti yang tegak lurus dengan kaki tulangan | mm | 64 |
| A_{ch} | Luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal | mm ² | 64 |
| k_f | Faktor kekuatan beton | - | 64 |
| k_n | Faktor efektifitas pengekangan | - | 64 |
| n_l | Jumlah tulangan longitudinal sekeliling tepi inti kolom dengan sengkang tertutup yang ditumpu secara lateral pada sudut Sengkang atau oleh kait gempap | buah | 64 |
| A_{sh} | Luas penampang total tulangan transversal | mm ² | 64 |
| $M_{prc,top}$ | Kekuatan lentur mungkin kolom atas | kN.m | 65 |
| $M_{prc,btm}$ | Kekuatan lentur mungkin kolom bawah | kN.m | 65 |
| l_u | Panjang tak tertumpu komponen struktur | m | 65 |
| $M_{prb,top}$ | Kekuatan lentur mungkin komponen struktur | kN.m | 65 |
| DF_{top} | Faktor distribusi pada ujung atas | - | 65 |
| $M_{prb,btm}$ | Kekuatan lentur mungkin komponen struktur balok di ujung bawah | kN.m | 65 |
| E | Modulus elastisitas beton | MPa | 65 |
| I | Momen inersia komponen | mm ⁴ | 65 |
| L_x | Panjang kolom desain | mm | 65 |
| L_{top} | Panjang kolom atas | mm | 65 |
| L_{btm} | Panjang kolom bawah | mm | 65 |
| h_x | Spasi horizontal ikat silang atau kaki | mm | 67 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|------------------|---|-----------------|-------------------------------------|
| c_b | senggang pengekang pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom Faktor yang menggambarkan tebal selimut beton ke tulangan | mm | 70 |
| K_{tr} | Faktor yang menggambarkan kontribusi dari tulangan pengaku. Berdasarkan BSN (2019b) Pasal 25.4.2.3, K_{tr} diizinkan untuk diambil = 0 meskipun terdapat tulangan transversal | - | 70 |
| $l_{d\ min}$ | Panjang penyaluran minimum pada kondisi tarik | mm | 70 |
| l_{dc} | Panjang penyaluran pada kondisi tekan | mm | 70 |
| V_{col} | Gaya geser kolom | kN | 73 |
| $M_{pr,A}^-$ | Kekuatan lentur negatif mungkin balok A | MPa | 73 |
| $M_{pr,B}^+$ | Kekuatan lentur positif mungkin balok B | MPa | 73 |
| $V_{e2,A}$ | Gaya geser desain pada balok A | MPa | 73 |
| $V_{e1,B}$ | Gaya geser desain pada balok B | MPa | 73 |
| $A_{s(-)}$ | Luas tulangan Tarik total terpasang | mm ² | 73 |
| $A_{s(-),balok}$ | Luas tulangan negatif balok yang terpasang | mm ² | 73 |
| $n_{b(-),balok}$ | Jumlah tulangan longitudinal negatif | Buah | 73 |
| $d_{b(-),balok}$ | Diameter tulangan negatif balok | mm | 73 |
| V_j | Gaya geser pada joint | kN | 75 |
| T_{b1} | Gaya Tarik akibat tulangan Tarik balok | kN | 75 |
| T_{s1} | Gaya Tarik akibat tulangan atas plat | kN | 75 |
| T_{s2} | Gaya Tarik akibat tulangan bawah plat | kN | 75 |
| C_{b2} | Gaya tekan akibat tulangan tekan balok | kN | 75 |
| α | Faktor pengendali, untuk joint SRPMK | - | 75 |
| A_{s1} | Luas tulangan tarik balok | mm ² | 75 |
| $A_{s,s1}$ | Luas tulangan atas plat | mm ² | 75 |
| $A_{s,s2}$ | Luas tulangan bawah plat | mm ² | 75 |
| T_{b2} | Gaya Tarik akibat tulangan tekan balok | kN | 75 |
| A_{s2} | Luas tulangan tekan balok | mm ² | 75 |

| Lambang | Nama | Satuan | Pemakaian pertama kali pada halaman |
|----------------|--------------------------|---------------|--|
| x | Lebar di luar joint | mm | 77 |
| b_j | Luas joint efektif | mm | 77 |
| h_j | Tinggi joint efektif | mm | 77 |
| h_{c2} | Lebar kolom terbesar | mm | 77 |
| h_c | Lebar kolom sisi Panjang | mm | 77 |
| f_u | Kuat tarik minimum | MPa | 94 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----------|
| <i>Keyplan Tie Beam</i> | STR-01-01 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.2 | STR-01-02 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.3 | STR-01-03 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.4 | STR-01-04 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.5 | STR-01-05 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.6 | STR-01-06 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.7 | STR-01-07 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.8 | STR-01-08 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.9 | STR-01-09 |
| <i>Keyplan</i> Balok LT.10 | STR-01-10 |
| <i>Keyplan</i> Balok Atap Dak Elv. +38.00 | STR-01-11 |
| <i>Keyplan</i> Balok Atap Dak Elv +39.80 | STR-01-12 |
| Detail Balok | STR-01-13 |
| Detail Balok | STR-01-14 |
| Denah Kolom Lt.01 | STR-02-01 |
| Denah Kolom Lt.02 | STR-02-02 |
| Denah Kolom Lt.03 | STR-02-03 |
| Denah Kolom Lt.04 | STR-02-04 |
| Denah Kolom Lt.05 | STR-02-05 |
| Denah Kolom Lt.06 | STR-02-06 |
| Denah Kolom Lt.07 | STR-02-07 |
| Denah Kolom Lt.08 | STR-02-08 |
| Denah Kolom Lt.09 | STR-02-09 |
| Denah Kolom Lt.10 | STR-02-10 |
| Denah Kolom Lt.Dak Elv. +38.00 | STR-01-11 |
| Detail Kolom | STR-01-12 |
| Denah Plat Lt.01 | STR-03-01 |
| Denah Plat Lt.02 | STR-03-02 |
| Denah Plat Lt.03 | STR-03-03 |
| Denah Plat Lt.04 | STR-03-04 |
| Denah Plat Lt.05 | STR-03-05 |
| Denah Plat Lt.06 | STR-03-06 |
| Denah Plat Lt.07 | STR-03-07 |
| Denah Plat Lt.08 | STR-03-08 |
| Denah Plat Lt.09 | STR-03-09 |
| Denah Plat Lt.10 | STR-03-10 |
| Denah Plat Lt.Atap Dak Elv. +38.00 | STR-03-11 |
| Denah Plat Lt.Atap Dak Elv. +39.80 | STR-03-12 |
| Perhitungan Struktur Balok Induk | STR-04-01 |
| Perhitungan Struktur Balok Anak dan <i>Tie Beam</i> | STR-04-02 |
| Perhitungan Struktur Kolom | STR-04-03 |
| Perhitungan Struktur Hubungan Balok Kolom | STR-04-04 |
| Perhitungan Pembebanan | STR-04-05 |