

**TUGAS AKHIR**

**REVIEW DESAIN STRUKTUR ATAS STUDENT CENTER  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

***REVIEW DESIGN UPPER STRUCTURE OF STUDENT  
CENTER FACULTY OF ENGINEERING HASANUDDIN  
UNIVERSITY***

**RICHARD KURNIA BUNGA'  
D011 17 1525**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2022**

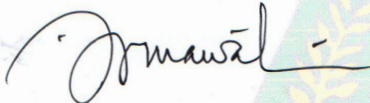
**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)****REVIEW DESAIN STRUKTUR ATAS STUDENT CENTER FKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN****Disusun dan diajukan oleh:****RICHARD KURNIA BUNGA'****D011 17 1525**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 26 Januari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

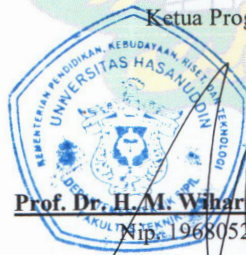


**Dr.Eng.Hj. Rita Irmawaty,ST,MT**  
NIP. 197206192000122001



**Ir.H.Achmad Bakri Muhiddin,MSc,Ph.D**  
NIP. 196007301986031003

Ketua Program Studi,



**Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng**  
Nip. 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Richard Kurnia Bunga', dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Review Desain Struktur Atas Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 26 Januari 2023

Yang bertanda tangan dibawah ini



*Richard Kurnia Bunga'*  
Richard Kurnia Bunga'

NIM : D011171525

## KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera untuk kita semua, Shalom.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan kuasa yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Review Desain Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin”.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi strata satu pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini karena keterbatasan yang ada. Oleh karena itu penulis berharap sumbangsih pikiran berupa kritikan serta saran yang membangun.

Selanjutnya dalam penyusunan laporan ini, penulis tak lupa menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materil, khususnya kepada:

1. Kepada orang tua tercinta Bpk Matius Paa Bunga’ S.T. dan Ibu Ester Datu S.Pd serta saudara-saudara dan keluarga saya, atas kasih sayang yang diberikan dan atas bantuan sekaligus dukungan baik secara moril maupun materi.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M. Eng. Selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

4. Ibu Dr.Eng. Hj. Rita Irmawaty, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan banyak waktu serta memberi bimbingan, saran, dan nasihat mulai dari awal penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing II, atas kesabaran dan waktu yang diluangkan untuk memberi bimbingan dan pengarahan hingga selesainya tugas akhir ini.
6. Bapak Dr.Eng Fakhruddin, S.T., M.Eng selaku dosen sekaligus kakak yang banyak memberi bimbingan untuk anggota Lab Riset Struktur Perkuatan.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
8. Kepada HMS FT-UH sebagai wadah mengembangkan diri serta banyak memberi warna dalam berdinamika dikampus merah hitam.
9. Kepada seluruh teman-teman seperjuangan di mukim Perkuatan Naen, Amen, Andrew, Dayat ,Dede, Alif dan yang lainnya atas segala pikiran dan dukungannya.
10. Kepada KEDDY FAM yang telah menjadi tempat untuk berbagi tawa dan canda dalam segala hal.
11. Kepada REDISCOVER YOU dan KMKO SIPIL 17 yang telah banyak memberikan warna-warni dalam menjalankan perkuliahan di Fakultas Teknik UNHAS ini.
12. Kepada kakak-kakak penghuni E18 yang telah mengajarkan banyak hal kepada penulis.
13. Kepada Dede, Alif dan Ryni yang telah banyak Membantu.

14. Kepada penghuni pondok meranti yang telah menyediakan tempat nongkrong untuk melepas penat.
15. Kepada D011 19 1007 yang selalu ada dalam memberikan masukan serta dukungan yang tak henti-hentinya
16. Kepada seluruh anggota DNA7 yang selalu jadi motivator bagi penulis.
17. Kepada teman-teman PLASTIS 2018 yang selalu bersama dalam melukis cerita pada kanvas yang tiada habisnya.
18. Kepada pengurus HMS FT-UH Periode 2019/2020 dengan segala dinamikayang ada.
19. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhirini yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain doa kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, agar melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua,Amin. Akhir kata saya berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia keteknik sipilan dan kita semua.

## ABSTRAK

Gedung Student Center yang berada di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin adalah gedung yang dibangun untuk menunjang kegiatan organisasi internal kampus. Gedung ini digunakan sebagai pusat seluruh himpunan dan UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa) dari segala jurusan yang berada di Fakultas Teknik. Pada gedung ini terdapat ruang himpunan, sekret UKM serta ruang rapat.

Dalam Tugas Akhir ini berisi tentang analisis desain struktur gedung Student Center yang meliputi kolom, balok, pelat, serta rangka atap.

Gedung Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terdiri dari tiga lantai yang di desain menggunakan beton bertulang serta rangka atap baja. Lokasi gedung Student Center masuk pada kategori desain seismik B dengan analisis respon spektrum mengacu pada peta gempa 2019 dan SNI 1726:2019. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SPRMM) dan analisis desain dilakukan dengan bantuan *software* ETABS C 19.1.0.

Dari hasil analisis menggunakan *software* ETABS C 19.1.0 dapat diketahui bahwa seluruh elemen struktur kolom, balok, pelat, rangka atap baja aman dalam memikul beban-beban yang bekerja sesuai dengan acuan standar dan ketentuan yang berlaku.

Kata Kunci: ETABS, Student Center, Elemen Struktur, SNI

## **ABSTRACT**

*The Student Center building located at the Hasanuddin University Faculty of Engineering is a building built to support campus internal organizational activities. This building is used as the center for all associations and UKM (Student Activity Units) from all majors in the Faculty of Engineering. In this building there are association rooms, UKM secretariat and meeting rooms.*

*This Final Project contains an analysis of the structural design of the Student Center building which includes columns, beams, slabs, and roof trusses. The Hasanuddin University Faculty of Engineering Student Center building consists of three floors designed using reinforced concrete and steel roof trusses. The location of the Student Center building is included in the seismic design category B with spectrum response analysis referring to the 2019 earthquake map and SNI 1726:2019. The structural system used is the Intermediate Moment Resisting Frame System (SPRMM) and the design analysis was carried out with the help of ETABS C 19.1.0 software.*

*From the results of the analysis using the ETABS C 19.1.0 software, it can be seen that all structural elements of columns, beams, plates, steel roof trusses are safe in carrying the loads that work in accordance with the reference standards and applicable regulations.*

*Keywords: ETABS, Student Center, Structural Elements, SNI*



## DAFTAR ISI

<b>TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	1
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Batasan Masalah.....	2
E. Manfaat Penelitian .....	2
F. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
A. Pembebanan Struktur .....	4
A.1. Beban Hidup (Live Load) .....	4
A.2. Beban Mati (Dead Load).....	4
A.3. Beban Air Hujan .....	4
A.4. Beban Gempa.....	5
B. Perancangan Struktur .....	5
B.1. Kategori Resiko Bangunan .....	6

B.2. Parameter Percepatan Spektral Desain.....	6
B.3. Kategori Desain Seismik.....	7
B.4. Sistem Struktur.....	7
C. Kombinasi Pembebanan.....	8
D. Perencanaan Elemen Struktur Atas.....	9
D.1. Balok.....	9
D.2. Kolom.....	10
D.3. Pelat.....	12
D.4. Rangka atap.....	14
<b>BAB 3 GAMBARAN UMUM DAN METODE PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
A. Gambaran Umum.....	17
B. Denah dan Potongan.....	18
C. Standar dan Rujukan Yang Digunakan.....	22
D. Metode Analisis Struktur.....	23
E. Spesifikasi Material.....	24
F. Beban-Beban Yang Bekerja.....	25
F.1 Beban Hidup.....	25
F.2 Beban Mati.....	25
F.3 Beban Hujan.....	26
F.4 Beban Gempa.....	26
G. Permodelan Struktur.....	33
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
A. Preliminary Design.....	35
A.1. Balok Induk.....	35
A.2. Balok Anak.....	35
A.3. Balok Kantilever.....	36
A.4. Pelat.....	36
A.5. Kolom.....	38
B. Run Analisis.....	39
C. Desain Penulangan.....	41

C.1. Kolom.....	42
C.2. Balok .....	45
C.3. Pelat.....	56
C.4. Baja Profil .....	62
D. Perbandingan Perencanaan dan Review.....	71
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>73</b>
A. Kesimpulan .....	73
B. Saran.....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>75</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

### DAFTAR SIMBOL

Simbol	Defenisi
D	Beban mati persatuan luas (N/mm <sup>2</sup> )
L	Beban hidup persatuan luas (N/mm <sup>2</sup> )
W	Beban angin (N/mm <sup>2</sup> )
L <sub>r</sub>	Live roof (N/mm <sup>2</sup> )
R	Beban air hujan persatuan luas (N/mm <sup>2</sup> )
E	Beban gempa
$I$	Modulus penampang arah y (mm <sup>3</sup> )
A	Luas penampang (mm <sup>2</sup> )
M <sub>u</sub>	Beban Maksimum (Nmm)
M <sub>n</sub>	Beban Nominal (Nmm)
P <sub>u</sub>	Beban maksimum (N)
I <sub>b</sub>	Momen inersia penampang bruto balok terhadap sumbu pusat (mm <sup>2</sup> )
I <sub>s</sub>	Momen inersia penampang bruto plat terhadap sumbu pusat (mm <sup>2</sup> )
E <sub>cb</sub>	Modulus elastisitas balok beton (Mpa)
E <sub>cs</sub>	Modulus elastisitas plat beton (Mpa)
$\alpha_f$	Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel di sebelahnya (jika ada) pada setiap sisi balok
$\alpha_{fm}$	Nilai rata-rata dari $\alpha_f$
$\phi$	Koefisien reduksi
A <sub>g</sub>	Luas penampang kotor (mm <sup>2</sup> )
A <sub>e</sub>	Luas penampang efektif (mm <sup>2</sup> )
f <sub>y</sub>	Kuat tekan material (Mpa)
f <sub>u</sub>	Kuat tarik material (Mpa)

Lk	panjang penghubung geser kanal (mm)
$\lambda_c$	Koefisien untuk parameter kelangsingan
$\omega$	faktor tekuk berdasarkan kelangsingan
Te	Tebal efektif (mm)
tw	tebal las (mm <sup>2</sup> )
Mx	Beban arah x (Nmm)
My	Beban arah y (Nmm)

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar 1.</b> Lokasi Student Center .....	17
<b>Gambar 2.</b> Denah Lantai Dasar .....	18
<b>Gambar 3.</b> Denah Lantai 1.....	18
<b>Gambar 4.</b> Denah Lantai 2.....	19
<b>Gambar 5.</b> Potongan Struktur X.....	19
<b>Gambar 6.</b> Potongan Struktur Y .....	20
<b>Gambar 7.</b> Tampak Depan.....	20
<b>Gambar 8.</b> Tampak Samping kiri .....	21
<b>Gambar 9.</b> Tampak Samping Kanan .....	21
<b>Gambar 10.</b> Tampak Belakang .....	22
<b>Gambar 11.</b> Metode Analisis Struktur.....	23
<b>Gambar 12.</b> Permodelan Struktur Student Center .....	34
<b>Gambar 13.</b> Pelat Yang Ditinjau .....	36
<b>Gambar 14.</b> Model 3D Struktur Kantin Siap Dilakukan <i>Running</i> .....	40
<b>Gambar 15.</b> Kombinasi Pembebanan .....	41
<b>Gambar 16.</b> Seluruh elemen telah melewati proses <i>design check</i> .....	42

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Tinggi Minimum Balok Nonprategang .....	9
<b>Tabel 2.</b> Nilai $\beta_1$ Untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekuivalen .....	10
<b>Tabel 3.</b> Tebal minimum plat lantai .....	13
<b>Tabel 4.</b> Perhitungan lendutan izin maksimum .....	16
<b>Tabel 5.</b> Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 .....	26
<b>Tabel 6.</b> Faktor Keutamaan Gempa berdasarkan SNI 1726:2019 .....	29
<b>Tabel 7.</b> Respons spektrum .....	30
<b>Tabel 8.</b> Koefisien Situs $F_a$ berdasarkan SNI 1726:2019 .....	30
<b>Tabel 9.</b> Koefisien Situs $F_v$ berdasarkan SNI 1726:2019 .....	31
<b>Tabel 10.</b> Kategori Desain Seismik berdasarkan $S_{DS}$ .....	32
<b>Tabel 11.</b> Kategori Desain Seismik berdasarkan $S_{D1}$ .....	32
<b>Tabel 12.</b> Faktor $R$ , $\Omega_0$ , $C_d$ dan untuk Sistem Penahan Gaya Gempa .....	33
<b>Tabel 13.</b> Dimensi Balok Induk Yang Digunakan .....	35
<b>Tabel 14.</b> Dimensi Balok Anak Yang Digunakan .....	36
<b>Tabel 15.</b> Dimensi Balok Kantilever Yang Digunakan .....	36
<b>Tabel 16.</b> Perhitungan Nilai $\alpha_1$ .....	37
<b>Tabel 17.</b> Perhitungan Nilai $\alpha_2$ .....	37
<b>Tabel 18.</b> Perhitungan Tebal Pelat .....	38
<b>Tabel 19.</b> Perhitungan Beban tiap lantai .....	38
<b>Tabel 20.</b> Rekap Dimensi Kolom .....	39
<b>Tabel 21.</b> Kontrol Kolom Rencana .....	39

<b>Tabel 22.</b> Rekapitulasi analisis tulangan kolom .....	42
<b>Tabel 23.</b> Tulangan logitudinal .....	43
<b>Tabel 24.</b> Rekapitulasi Transversal logitudinal Kolom.....	44
<b>Tabel 25.</b> Rekapitulasi Perhitungan ETABS .....	45
<b>Tabel 26.</b> Kontrol Luas Tulangan Minimum.....	46
<b>Tabel 27.</b> Luas Tulangan Logitudinal .....	51
<b>Tabel 28.</b> Rekap Tulangan Logitudinal .....	51
<b>Tabel 29.</b> Gaya Geser Balok.....	54
<b>Tabel 30.</b> Luas Tulangan Geser Perlu ( $A_v$ ).....	54
<b>Tabel 31.</b> Tulangan Geser Terpasang.....	55
<b>Tabel 32.</b> Tulangan Torsi Pada Balok .....	55
<b>Tabel 33.</b> Rekapitulasi Tulangan.....	56
<b>Tabel 34.</b> Nilai Maksimum Pelat.....	56
<b>Tabel 35.</b> Rekapitulasi Penulangan Pelat .....	61
<b>Tabel 36.</b> Rekapitulasi end plate .....	65
<b>Tabel 37.</b> Perbandingan Balok .....	71
<b>Tabel 38.</b> Perbandingan Kolom.....	72



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Kampus baru Fakultas Teknik UNHAS dibangun sejak tahun 2009 dan saat ini masih dalam tahap pembangunan gedung dan penambahan fasilitas salah satunya adalah gedung Student Center. Gedung Student Center (SC) merupakan suatu tempat yang menjadi pusat dari kegiatan mahasiswa. Dengan kata lain, gedung ini dapat digunakan untuk berbagai aktivitas, seperti diskusi ilmiah, rapat, dan juga untuk mengembangkan bakat-bakat dari mahasiswa itu sendiri dengan adanya sejumlah ruangan untuk Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) di gedung ini.

Gedung Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dirancang bersamaan dengan gedung lainnya yang mana di dalam perencanaannya menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang lama. Pada Tahun 2019 telah diluncurkan SNI terbaru yang tentunya terdapat perbedaan standar bangunan terutama SNI beton 2847:2019 dan SNI gempa 1726:2019.

Atas pertimbangan diatas sehingga perlu diadakan analisis untuk mengevaluasi komponen struktur pada gedung Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Maka penulis mengangkat Tugas Akhir dengan judul **“Review Desain Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin”**.

#### **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah tugas akhir ini adalah bagaimana ketahanan dan kestabilan dari komponen struktur gedung Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin setelah adanya perubahan SNI.

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis elemen struktur gedung Student Center Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terhadap perubahan standar acuan dari SNI 1726:2016 ke SNI 1726:2019.

### **D. Batasan Masalah**

Dari rumusan masalah yang telah dipaparkan diatas diperoleh gambaran permasalahan yang cukup luas. Namun menyadari akan keterbatasan waktu dan kemampuan, maka penulis memandang perlu memberi batasan masalah agar jelas dan terfokus. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis struktur bangunan difokuskan pada rangka atap utama, elemen kolom, balok dan pelat serta masing-masing dimensi tulangnya.
2. Tidak menghitung detail gording, namun berat gording diperhitungkan dalam rangka utama atap.
3. Tidak menghitung pondasi dan detail pondasi.
4. Permodelan dan analisis struktur dilakukan dengan menggunakan software Autodesk Autocad 2018 dan Csi ETABS

### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pembaca dalam mendesain dan menganalisis bangunan yang memenuhi syarat peraturan SNI yang berlaku.

**F. Sistematika Penulisan****BAB 1. PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dan batasan masalah dan manfaat yang diharapkan akan dicapai.

**BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas tentang teori dasar dan prinsip dasar. Diharapkan dengan adanya data tersebut dapat diperoleh pemecahan masalah, hasil penelitian yang baik dan maksimal.

**BAB 3. METODE PENELITIAN**

Bab ini memuat tentang gambaran umum penelitian, tahap-tahap penelitian serta cara pengolahan data penelitian.

**BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini merupakan penjabaran dari hasil-hasil penelitian yang menyajikan data penelitian dan membahas analisis dari data tersebut.

**BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai analisa hasil yang diperoleh saat penelitian yang disertai dengan saran-saran yang di usulkan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pembebanan Struktur**

Menurut peraturan pembebanan SNI 1727:2020, bangunan dan struktur lain dan semua bagiannya, harus dirancang dan dibangun dengan kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk memberikan stabilitas struktural, melindungi komponen nonstruktural dan sistem. Pembebanan struktur pada tugas akhir ini secara umum terdiri dari beban mati, beban hidup, beban air hujan, dan beban gempa.

##### **A.1. Beban Hidup (Live Load)**

Menurut SNI 1727:2020 yang dimaksud dengan beban hidup beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

##### **A.2. Beban Mati (Dead Load)**

Menurut SNI 1727:2020 yang dimaksud dengan beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material.

##### **A.3. Beban Air Hujan**

Dalam SNI 1727:2020 disebutkan bahwa setiap bagian dari atap harus dirancang untuk mampu menahan beban dari air hujan yang terakumulasi. Air hujan

yang jatuh pada atap diasumsikan sebagai beban merata yang akan dipikul oleh rangka atap itu sendiri.

#### **A.4. Beban Gempa**

Beban gempa direncanakan mengacu pada SNI 1726: 2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Pembebanan akibat dari pengaruh gerakan tanah dapat dimodelkan dengan beban statik ataupun bebandinamik. Analisis gempa dinamik yang biasa digunakan adalah analisis respon spektrum atau analisis riwayat waktu (*time history*). Pada tugas akhir ini analisis yang digunakan adalah analisis respon spektrum yang didapatkan dari <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

### **B. Perancangan Struktur**

Perancangan bangunan akibat beban gempa berbeda dengan konsep perancangan akibat beban statis, sehingga beban gempa menjadi perhatian khusus dalam perencanaan struktur bangunan. Besarnya tingkat pembebanan gempa berbeda-beda dari satu wilayah dengan wilayah yang lain, yang tergantung pada keadaan seismotektonik, geografi, dan geologi setempat. Analisa gempa pada bangunan tinggi perlu dilakukan karena pertimbangan keamanan struktur dan kenyamanan penghuni bangunan. Konsep dasar bangunan tahan gempa menurut (Moestopo M, 2012) secara umum adalah sebagai berikut:

1. Bangunan tidak boleh rusak komponen struktural maupun nonstruktural ketika mengalami gempa kecil yang sering terjadi.
2. Bangunan tidak boleh rusak komponen strukturalnya ketika mengalami

gempa sedang yang hanya terjadi sesekali.

3. Bangunan tidak boleh runtuh ketika mengalami gempa besar yang sangat jarang terjadi.

### **B.1. Kategori Resiko Bangunan**

Bangunan tahan gempa terbagi menjadi empat kategori risiko bangunan berdasarkan jenis pemanfaatan atau fungsi dari bangunan tersebut. Singkatnya, semakin penting kegunaan dari bangunan tersebut maka bangunan tersebut akan masuk ke dalam kategori risiko yang lebih tinggi. Hal tersebut dimaksudkan agar beban gempa yang diperhitungkan menjadi lebih besar dan risiko kerusakan dari bangunan dengan fungsi penting menjadi lebih rendah. Pembagian kategori risiko bangunan terdapat pada Tabel 3 SNI 1726:2019. Dari kategori risiko yang didapatkan, dapat ditentukan faktor keutamaan gempa,  $I_e$ , sebagai salah satu parameter seismik struktur yang merupakan faktor amplifikasi beban gempa. Penentuan faktor keutamaan gempa diambil berdasarkan Tabel 4 SNI 1726:2019.

### **B.2. Parameter Percepatan Spektral Desain**

Terdapat dua parameter percepatan spektral desain yang diperlukandalam perencanaan struktur tahan gempa, yaitu untuk perioda pendek (SDS) dan untuk perioda 1 detik (SD1). Kedua parameter tersebut ditentukan oleh lokasi dan kelas situs tanah dari bangunan yang direncanakan.

1. Percepatan gempa di batuan dasar pada perioda pendek (SS) dan pada perioda 1 detik (S1) diperoleh dari peta Gambar 15 dan Gambar 16 SNI 1726:2019 atau

dari situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.

2. Kelas situs ditentukan berdasarkan kondisi tanah tempat bangunan didirikan dan telah diatur pada Tabel 5 SNI 1726:2019 tentang klasifikasi situs. Dari kelas situs tersebut, dapat ditentukan koefisien situs ( $F_a$  dan  $F_v$ ) berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 SNI 1726:2019.

### **B.3. Kategori Desain Seismik**

Setelah mendapatkan kategori risiko dan nilai parameter percepatan spektral desain dari bangunan yang direncanakan, bangunan tersebut diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori desain seismik. Menurut Tabel 8 dan Tabel 9 SNI 1726:2019, Kategori Desain Seismik ditentukan berdasarkan SDS, SD1, dan kategori risiko bangunan.

### **B.4. Sistem Struktur**

Berdasarkan Tabel 12 SNI 1726:2019, sistem struktur pemikul gaya seismik terbagi ke dalam banyak jenis. Akan tetapi pada tugas akhir ini digunakan sistem struktur rangka beton pemikul momen, sehingga hanya terdapat tiga pilihan sistem struktur yang dapat digunakan, yaitu:

- Sistem Rangka Beton Pemikul Momen Biasa
- Sistem Rangka Beton Pemikul Momen Menengah
- Sistem Rangka Beton Pemikul Momen Khusus

Ketiga sistem struktur pemikul momen tersebut memiliki kesamaan, yaitu energi gempa yang dipikul oleh struktur bangunan tidak sepenuhnya dilawan oleh

kekuatan dari struktur, tetapi juga akan diakomodasi oleh deformasi pada struktur. Agar struktur-struktur bangunan dapat berdeformasi maksimum, maka perlu perancangan sendi-sendi plastis yang akan terjadi pada daerah-daerah yang dapat menunjang tujuan desain bangunan tahan gempa. Dalam perencanaannya, sendi sendi plastis terjadi pada kedua ujung balok-balok dan kaki kolom lantai dasar. Konsep struktur yang memiliki karakteristik seperti ini adalah konsep kolom kuatbalok lemah atau yang sering disebut sebagai “ *strong column weak beam* ”. Melalui konsep struktur ini, maka pada saat mekanisme keruntuhan, sendi plastis terjadi pada balok terlebih dahulu baru pada tahap-tahap akhir plastis terjadi pada ujung-ujung bawah kolom. Hal ini dilakukan agar sejumlah besar sendi plastis terbentuk pada struktur secara duktail yang dapat memencarkan 7 energy melalui proses pelelehan struktur dan diharapkan dapat menyerap beban gempa.

### C. Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1726:2019, struktur dan komponen-elemen strukturserta elemen-elemen fondasi harus dirancang sedemikian hingga kuatrencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut.

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6LL + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
3.  $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4.  $1,2D + 1,0W + LL + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
5.  $1,2D + 1,0E + 1,0 LL$
6.  $0,9D + 1,0W$



7.  $0,9D + 1,0E$

## D. Perencanaan Elemen Struktur Atas

### D.1. Balok

Untuk balok nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan keseluruhan pelat  $h$  tidak boleh kurang dari batas minimum pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tinggi Minimum Balok Nonprategang

Kondisi Perletakan	$h_{min}$
Balok dengan satu ujung menerus	$l/18$
Balok dengan dua ujung menerus	$l/21$
Balok tumpuan sederhana	$l/16$
Balok kantilever	$l/8$

Batasan dalam Tabel 1 berlaku untuk keseluruhan tinggi balok komposit nonprategang ditopang perancah selama konstruksi sehingga setelah dukungan sementara dihilangkan, beban mati ditahan oleh penampang komposit penuh. Pada konstruksi yang tidak ditopang perancah, tinggi balok tersebut bergantung pada lendutan yang terjadi sebelum atau sesudah aksi komposit yang efektif tercapai. Lendutan tambahan akibat rangkai dan susut berlebih disebabkan oleh pembebanan awal harus dipertimbangkan. Ini sangat penting pada usia dini ketika kadar air tinggi dan kekuatannya rendah. Transfer dari geser horizontal oleh lekatan langsung adalah penting jika lendutan berlebihan dari slip harus dicegah. Kunci geser (*shear key*) menyediakan sarana untuk mentransfer geser namun tidak akan berperan hingga terjadi slip.

1. Regangan maksimum untuk serat tekan terjauh pada beton diasumsikan sama dengan 0,003.
2. Kekuatan tarik beton diabaikan dalam perhitungan kekuatan lentur dan kuat aksial.
3. Hubungan antara tegangan dan regangan tekan beton dinyatakan dengan bentuk persegi, trapesium, parabolik atau bentuk lain yang memprediksikan kekuatan yang sesuai dengan hasil tes.
  - a. Tegangan beton  $0,85 f_c'$  diasumsikan terdistribusi rata terhadap zona tekan ekuivalen yang dibatasi ujung penampang dan garis yang paralel terhadap sumbu netral, yang terletak pada jarak  $a$  dari serat tekan terjauh, seperti persamaan berikut:

$$a = \beta_1 c$$

- b. Jarak dari serat tekan terjauh sampai ke sumbu netral  $c$ , diukur secara tegak lurus dari sumbu netral.
- c. Nilai  $\beta_1$  dinyatakan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai  $\beta_1$  Untuk Distribusi Tegangan Beton Persegi Ekuivalen

$f_c', \text{MPa}$	$\beta_1$
$17 \leq f_c' \leq 28$	0,85
$28 < f_c' < 55$	$0,85 - \frac{0,05(f_c' - 28)}{7}$
$f_c' \geq 55$	0,65

## D.2. Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke

elevasi yang lebih di bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan, dan juga runtuh batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya. (Nawy Edward, 1998)

Seperti halnya balok, kekuatan kolom di evaluasi berdasarkan prinsip-prinsip dasar sebagai berikut:

1. Distribusi regangannya linier diseluruh tebal kolom.
2. Tidak ada gelincir antara beton dengan tulangan baja.
3. Regangan beton maksimum yang diizinkan pada keadaan gagal adalah 0,003 .Kekuatan tarik beton diabaikan dan tidak digunakan dalam perhitungan.  
Adapun prosedur untuk desain kolom tidak langsing (kolom pendek) apabila perilaku kolom tersebut ditentukan oleh kegagalan material.
1. Hitunglah beban aksial luar rencana  $P_u$  dan momen rencana  $M_u$ . Hitunglah eksentrisitas  $e = M_u/P_u$ .
2. Asumsikan ukuran penampang kolom dan jenis tulangan lateral yang akan digunakan. Dimensi kolom yang berupa pecahan (bukan bilangan bulat) sebaiknya dihindari.
3. Asumsikan angka penulangan  $\rho$  antara 1% dan 4%, dan peroleh luas tulangannya.
4. Hitunglah  $P_{nb}$  untuk penampang yang diasumsikan ini, dan tentukan jenis keruntuhannya, apakah diawali dengan lelehnya tulangan tarikataukah dengan hancurnya beton tertekan.
5. Cek apakah penampang tersebut sudah memenuhi. Apabila penampang tersebut

tidak dapat memikul beban rencana atau terlalubesar, ubah ukuran kolomnya dan/atau tulangnya, kemudian ulangi langkah 4 dan 5.

## 6. Desain penulangan lateralnya

### D.3. Pelat

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya kerangka vertikal dari sistem struktur. Pelat dipakai pada struktur arsitektur, jembatan, struktur hidrolik, perkerasan jalan, pesawat terbang, kapal, dan lain sebagainya. (Sudarmoko, 1996)

Pelat merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau mendekati sejajar. Pelat ditumpu oleh gelagar atau balok (biasanya menjadi satu kesatuan dengan gelagar tersebut) oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh 11 batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom atau tertumpu secara menerus oleh tanah.

Sistem perencanaan tulangan pelat pada dasarnya dibagi menjadi dua macam, yaitu sistem perencanaan pelat dengan satu arah (*one way slab*) dan sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah (*two way slab*).

1. Pelat satu arah adalah pelat yang panjangnya dua kali atau lebih besar dari pada lebarnya, maka dari itu pelat satu arah didukung hanya pada dua sisi tumpuan yang berlawanan, sehingga akan terjadinya defleksi atau lendutan pada pelat dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan
2. Persyaratan jenis pelat lantai dua arah jika perbandingan dari bentang panjang terhadap bentang pendek kurang dari dua, maka dari itu beban pelat lantai pada

jenis ini disalurkan ke empat sisi pelat atau ke empat balok pendukung, sehingga lendutan pelat mempunyai kelengkungan ganda. Perlu tulangan utama pelat pada kedua arah sisi pelat.

Adapun langkah-langkah perhitungan tebal pelat yaitu sebagai berikut:

1. Hitung nilai  $\alpha_1$  dan  $\alpha_2$  sesuai dengan SNI 2847:2019 pasal 8.10.2.7

sebagai berikut:

$$\alpha_f = \frac{E_c b l b}{E_c s I_s} \dots\dots\dots 1$$

2. Menghitung nilai  $\alpha_{fm}$  (nilai rata-rata  $\alpha$ ).
3. Menghitung tebal plat lantai sesuai dengan acuan SNI 2847:2019 atau dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini

**Tabel 3.** Tebal minimum plat lantai

$\alpha_{fm}$ [1]	<b><i>h</i> minimum, mm</b>	
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku	
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$
		125
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$
		90

4. Menentukan momen statis total rencana pada kedua arah yang saling tegak lurus dan lakukan pemeriksaan sekali lagi dengan memasukkan nilai ke dalam persamaan tebal minimum pelat.

5. Mendistribusikan momen desain total rencana untuk mendesain penampang terhadap momen negatif dan positif.
6. Mendistribusikan momen desain negatif dan positif ke jalur kolom, jalur tengah, dan balok (apabila ada). Jalur kolom mempunyai lebar 25% dari lebar portal ekuivalen pada masing-masing sisi pusat dari kolom, sedangkan jalur tengah adalah sisanya.
7. Merencanakan ukuran dan distribusi penulangan kedua arah yang saling tegak lurus tersebut.

#### **D.4. Rangka atap**

Pada tugas akhir ini desain rangka atap dan entrance menggunakan struktur baja profil. Menurut SNI 1726:2020 tujuan dari perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, kuat, mampu memikul batas layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomis dan kemudahan pelaksanaan. Suatu struktur disebut stabil jika tidak mudah terguling, miring, atau tergeser selama umur rencana bangunan. Pada struktur baja terdapat dua jenis batang yaitu batang tarik dan batang tekan.

##### **D.4.1 Perencanaan Komponen Struktur Tarik**

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor  $N_u$  harus memenuhi persyaratan  $N_u \leq \phi N_n$  dengan  $N_n$  adalah kuat tarik rencana yang diambil sebagai nilai terendah dari dua perhitungan dengan  $\phi$  dibawah ini

$$\phi = 0,9 \text{ untuk kondisi leleh}$$

$$\phi = 0,75 \text{ untuk kondisi fraktur}$$

- Untuk kondisi leleh

Bila kondisi leleh yang menentukan, maka  $N_n$  dari batang tarik adalah

$$N_n = A_g \times f_y \dots\dots\dots 2$$

- Untuk kondisi fraktur

Bila kondisi fraktur yang menentukan, maka  $N_n$  dari batang tersebut adalah

$$N_n = A_e \times f_u \dots\dots\dots 3$$

#### D.4.2 Perencanaan Komponen Struktur Tekan

Perencanaan akibat gaya tekan harus memperhitungkan parameter kelangsingan ( $\lambda_c$ ) yang sesuai dengan persamaan berikut

$$\lambda_c = \frac{Lk}{r\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} \dots\dots\dots 4$$

Daya dukung nominal struktur tekan yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebal lebih kecil daripada nilai  $\lambda_c$  maka daya dukung nominal dihitung sesuai dengan persamaan berikut

$$N_n = A_g \times \frac{f_y}{\omega}$$

Untuk  $\lambda_c \leq 0,25$  , maka  $\omega = 1$

Untuk  $0,25 \leq \lambda_c \leq 1,2$  , maka  $\omega = \frac{1,43}{1,6-0,67\lambda_c}$

Untuk  $\lambda_c > 1,2$  , maka  $\omega = 1,25 \lambda_c^2$

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor ( $N_u$ ) harus memenuhi syarat  $N_u \leq \phi N_n$  .

### D.4.3 Kontrol lendutan

Komponen struktur yang mengalami lentur harus direncanakan agar mempunyai kekakuan yang cukup untuk membatasi defleksi atau deformasi apapun yang dapat memperlemah kekuatan ataupun mengurangi kemampuan layan struktur pada beban kerja. Menurut (SNI 2847:2019) untuk membatasi defleksi atau lendutan pada struktur maka perlu untuk menghitung besar lendutan izinnnya yang dapat dihitung sesuai dengan yang tertera pada Tabel 4 sebagai berikut

**Tabel 4.** Perhitungan lendutan izin maksimum

Jenis komponen struktur	Kondisi		Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Atap datar	Tidak memikul atau tidak disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar		Lendutan seketika akibat $L_r$ dan $R$ maksimum	$\ell/180^{[1]}$
Lantai	Tidak akan rusak akibat lendutan yang besar		Lendutan seketika akibat $L$	$\ell/360$
Atap atau lantai	Memikul atau disatukan dengan elemen-elemen nonstruktural	Mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan elemen nonstruktural, yaitu jumlah dari lendutan jangka panjang akibat semua beban tetap dan lendutan seketika akibat penambahan beban hidup <sup>[2]</sup>	$\ell/480^{[3]}$
		Tidak akan rusak akibat lendutan yang besar		$\ell/240^{[4]}$