

**SKRIPSI**

***REVIEW DESAIN GEDUNG MOTHER AND CHILD  
HEALTHCARE CENTER RSUP HASAN SADIKIN BANDUNG***

**Disusun dan diajukan oleh:**

**ADRIAN  
D011 19 1064**



**PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

***REVIEW DESAIN GEDUNG MOTHER AND CHILD HEALTHCARE  
CENTER RSUP HASAN SADIKIN BANDUNG***

Disusun dan diajukan oleh

**Adrian  
D011 19 1064**

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

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST, M.T  
NIP 197206192000122001

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Eng. Rudy Djamaluddin, ST, M.Eng  
NIP 197011081994121001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST  
NIP 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Adrian  
NIM : D011191064  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Review Desain Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin Bandung}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, September 2023

Yang Menyatakan



## ABSTRAK

**ADRIAN.** *Review Desain Gedung Mother And Child Healthcare Center RSUP Hasan Sadikin Bandung* (dibimbing oleh Prof. Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST.,MT. dan Prof. Dr. Eng. Rudy Djamaluddin,ST.,M.Eng.)

Rumah sakit merupakan salah satu fasilitas umum yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin Bandung berlokasi di Jl, Pasteur No. 38, Bandung, Jawa Barat. Perencanaan gedung MCHC dibuat dengan standar yang berlaku pada tahun 2018 khususnya standar pembebanan yang masih menggunakan SNI 1727:2018. Pada tahun 2020 telah diluncurkan SNI terbaru terkait beban minimum gedung dan struktur lain SNI 1727:2020. Berdasarkan hal tersebut perlu diadakan *review* terkait analisa komponen struktur pada Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin Bandung. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan *review* terhadap gedung MCHC RSUP Hasan Sadikin Bandung berdasarkan SNI 1727:2020. *Review* elemen struktur berfokus pada elemen pelat, balok dan kolom. Gedung MCHC RSUP Hasan Sadikin Bandung terdiri dari delapan lantai yang di desain menggunakan beton bertulang. Lokasi gedung MCHC RSUP Hasan Sadikin Bandung masuk pada kategori desain seismik D dengan analisis respon spektrum mengacu pada peta gempa 2019 dan SNI 1726:2019. Sistem struktur yang digunakan adalah dual system dinding geser beton khusus dengan Sistem Rangka Pemikul Momen dan analisis desain dilakukan dengan bantuan software ETABS dan spColumn. Dari hasil *review* menggunakan software ETABS dapat diketahui bahwa seluruh elemen struktur pelat, balok dan kolom dengan dimensi yang sama dan penambahan tulangan sudah mampu menahan beban gempa dan memikul beban-beban yang bekerja sesuai dengan standar SNI yang berlaku.

Kata Kunci: ETABS, Perencanaan Struktur, *Review* Desain

## ABSTRACT

**ADRIAN.** *Review Design Building of Mother And Child Healthcare Center RSUP Hasan Sadikin Bandung* (mentored by Prof.Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST.,MT. and Prof. Dr. Eng. Rudy Djamaluddin,ST.,M.Eng.)

The hospital is a public facility that provides health services to the community. The Mother And Child Healthcare Center building at Hasan Sadikin Hospital Bandung is located on Jl, Pasteur No. 38, Bandung, West Java. The planning for the MCHC building is designed according to standards that apply in 2018, especially loading standards that still use code SNI 1727:2018. In 2020 the latest code regarding the minimum load of buildings and other structures SNI 1727:2020 has been launched. Based on this, it is necessary to carry out a review related to the analysis of structural components in the Mother And Child Healthcare Center Building at Hasan Sadikin General Hospital Bandung. In this Final Project, a review is carried out on the MCHC building of Hasan Sadikin General Hospital Bandung based on SNI 1727:2020. Review of structural elements focuses on slab, beam and column elements. The MCHC building at Hasan Sadikin Hospital Bandung consists of eight stories which are designed using reinforced concrete. The location of the MCHC building at Hasan Sadikin Hospital Bandung is included in the seismic design category D with spectrum response analysis referring to the 2019 earthquake map and SNI 1726:2019. The structural system used is a dual system, a special concrete shear wall with a Moment Resisting Frame System and design analysis is carried out with using the ETABS and spColumn software. From the results of the review using the ETABS software, it can be seen that all structural elements of plates, beams and columns with the same dimensions and additions of reinforcement are able to withstand earthquake loads and carry loads that work according to code references.

Keywords: ETABS, Structural Planning, Design Review

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan.....	2
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Pembebanan Struktur .....	3
2.1.1 Beban Mati.....	3
2.1.2 Beban Hidup .....	3
2.1.3 Beban Gempa.....	3
2.2 Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	4
2.2.1 Kategori Risiko Bangunan.....	5
2.2.2 Parameter Percepatan Spektral Desain .....	7
2.2.3 Kategori Desain Seismik .....	9
2.2.4 Sistem Struktur .....	10
2.2.5 Periode Fundamental Pendekatan.....	11
2.2.6 Gaya Geser Dasar Seismik .....	12
2.2.7 Distribusi Gaya Seismik .....	13

2.2.8 Simpangan Antar Lantai .....	13
2.2.9 Pengaruh P-delta .....	13
2.3 Kombinasi Pembebanan .....	14
2.4 Perencanaan Elemen Struktur .....	14
2.4.1 Balok .....	14
2.4.2 Kolom .....	16
2.4.3 Dinding Struktural .....	17
2.4.4 Pelat .....	17
<b>BAB 3 METODE PERANCANGAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	19
3.2 Gambar Struktur Gedung .....	19
3.3 Standar dan Rujukan Yang Digunakan .....	22
3.4 Metode Desain Struktur .....	22
3.5 Spesifikasi Material .....	23
3.6 Beban-Beban Yang Bekerja .....	24
3.6.1 Beban Mati .....	24
3.6.2 Beban Hidup .....	24
3.6.3 Beban Gempa .....	25
3.7 Pendefinisian Penampang Retak Beton .....	32
3.8 Kombinasi Pembebanan .....	34
3.9 Pemodelan Struktur .....	34
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 <i>Run Analysis</i> Awal .....	39
4.2 Analisis Mode Ragam .....	39
4.3 Analisis Statik Ekuivalen .....	41
4.3.1 Penentuan Periode Fundamental .....	41
4.3.2 Gaya Geser Dasar Seismik .....	43
4.3.3 Kontrol Skala Desain .....	44
4.3.4 Distribusi Gaya Gempa .....	45
4.4 Kontrol Batas Simpangan Antar Lantai .....	48
4.5 Kontrol Kestabilan Bangunan / Efek P-Delta .....	49

4.6 Pengecekan <i>Dual System</i> Dinding Geser Beton Khusus dengan Sistem Rangka Pemikul Momen.....	51
4.7 <i>Design/Check</i> Struktur .....	51
4.7 Kontrol Komponen Struktur .....	53
4.7.1 Pelat .....	53
4.7.2 Balok.....	60
4.7.3 Kolom .....	77
4.8 Perbandingan Perencanaan dan <i>Review</i> .....	88
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>97</b>
5.1 Kesimpulan .....	97
5.2 Saran.....	97
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>98</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Penelitian .....	19
Gambar 2. Denah Lantai 1 .....	20
Gambar 3. Denah lantai 2-4 .....	20
Gambar 4. Denah Lantai 5-7 .....	21
Gambar 5. Denah Atap.....	21
Gambar 6. Denah Atap Lift.....	22
Gambar 7. Diagram Alir .....	23
Gambar 8. Spektrum Respon Desain .....	26
Gambar 9. <i>Property Modifier</i> Kolom.....	32
Gambar 10. <i>Property Modifier</i> Balok .....	33
Gambar 11. <i>Property Modifier</i> Pelat Lantai .....	33
Gambar 12. Input Data Jarak Grid Bangunan .....	34
Gambar 13. Input Data Jumlah Lantai dan Ketinggian Tiap Lantai .....	35
Gambar 14. Input Data Properti Data Material .....	35
Gambar 15. Pendefinisian Tumpuan Sebagai Jepit.....	36
Gambar 16. Pendefinisian Penampang .....	36
Gambar 17. Pendefinisian Beban .....	37
Gambar 18. Tampak Depan Gedung MCHC RSUP Hasan Sadikin.....	37
Gambar 19. Tampak Samping Gedung MCHC RSUP Hasan Sadikin.....	38
Gambar 20. Tampak Perspektif Gedung MCHC RSUP Hasan Sadikin.....	38
Gambar 21. Periode sumbu Y mode 1 .....	41
Gambar 22. Periode sumbu X mode 2 .....	42
Gambar 23. Periode Sumbu Z mode 3 .....	42
Gambar 24. Grafik gaya Geser Tingkat Untuk Statik Ekvivalen.....	48
Gambar 25. Grafik simpangan antar tingkat .....	49
Gambar 26. Grafik P-Delta Gempa.....	50
Gambar 27. Pengecekan Struktur Gedung .....	52
Gambar 28. Verifikasi Struktur Gedung .....	52
Gambar 29. Diagram Gaya Dalam Pada Pelat .....	53
Gambar 30. Diagram Gaya Dalam Pada Balok .....	62
Gambar 31. Diagram Gaya Dalam Pada Kolom .....	79
Gambar 32. Input Gaya-Gaya Dalam Ke spColumn .....	80
Gambar 33. Diagram Interaksi Kolom.....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kategori Risiko .....	5
Tabel 2. Klasifikasi Situs .....	7
Tabel 3. Koefisien Situs $F_a$ .....	8
Tabel 4. Koefisien Situs $F_v$ .....	9
Tabel 5. Kategori Desain Seismik Berdasarkan $S_{DS}$ .....	9
Tabel 6. Kategori Desain Seismik Berdasarkan $S_{D1}$ .....	10
Tabel 7. Sistem Struktur Panahan Gaya Seismik.....	10
Tabel 8. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	12
Tabel 9. Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	12
Tabel 10. Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a$ .....	13
Tabel 11. Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	15
Tabel 12. Beban Hidup .....	24
Tabel 13. Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa .....	25
Tabel 14. Faktor Keutamaan Gempa .....	26
Tabel 15. Parameter Desain Spektra .....	27
Tabel 16. Koefisien Situs $F_a$ .....	27
Tabel 17. Koefisien Situs $F_v$ .....	27
Tabel 18. Kategori Desain Seismik Berdasarkan $S_{DS}$ .....	28
Tabel 19. Kategori Desain Seismik Berdasarkan $S_{D1}$ .....	28
Tabel 20. Sistem Struktur Panahan Gaya Seismik.....	29
Tabel 21. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	30
Tabel 22. Nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	30
Tabel 23. Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a$ .....	31
Tabel 24. Momen inersia dan luas penampang yang diizinkan untuk analisis elastis pada level beban terfaktor .....	32
Tabel 25. <i>Modal Participating Ratio</i> .....	39
Tabel 26. <i>Modal Participating Loads</i> .....	41
Tabel 27. Hasil Periode Getar .....	42
Tabel 28. Berat Gedung .....	44
Tabel 29. Kontrol skala desain awal .....	45
Tabel 30. Kontrol Skala Desain Baru .....	45
Tabel 31. Gaya Geser Tiap Tingkat ( <i>Story Shear</i> ).....	45
Tabel 32. Nilai Eksponen yang Terkait dengan Perioda Struktur.....	46
Tabel 33. Distribusi Arah X.....	47
Tabel 34. Distribusi Arah.....	47
Tabel 35. Simpangan antar lantai.....	48
Tabel 36. Cek kestabilan P delta akibat gempa.....	50
Tabel 37. Pengecekan Gaya Geser Desain Diserap kolom 25% .....	51
Tabel 38. Rekapitulasi Momen Maksimum pelat .....	53
Tabel 39. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pelat.....	59
Tabel 40. Rekapitulasi Hasil Analisis Balok Lantai 1-4 .....	60
Tabel 41. Rekapitulasi Hasil Analisis Balok Lantai 5-Atap .....	61
Tabel 42. Rekapitulasi Perhitungan Balok Lt 1-4.....	74
Tabel 43. Rekapitulasi Perhitungan Balok Lt 5-8.....	75

Tabel 44. Rekapitulasi Hasil Analisis Kolom .....	77
Tabel 45. Hasil Mn Kolom Pada spColumn .....	81
Tabel 46. Hasil Mpr Kolom Pada spColumn .....	81
Tabel 47. Rekapitulasi Nilai Mn dan Mpr Kolom .....	81
Tabel 48. Rekapitulasi Pengecekan Strong Column-Weak Beam .....	82
Tabel 49. Rekapitulasi Perhitungan Kolom .....	87
Tabel 50. Perbandingan Tulangan Pelat .....	88
Tabel 51. Perbandingan Tulangan Balok Lantai 1-4 .....	89
Tabel 52. Perbandingan Tulangan Balok Lantai 5-Atap.....	92
Tabel 53. Perbandingan Tulangan Kolom .....	96

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
$a$	Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
$a_{pr}$	Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
$A_b$	Luas setiap tulangan
$A_{ch}$	Luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal
$A_{cp}$	Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton
$A_g$	Luas bruto penampang beton
$A_l$	Luas tulangan longitudinal untuk menahan torsi
$A_o$	Luas bruto yang dilingkupi oleh lintasan alir geser
$A_{oh}$	Luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar
$A_s$	Luas tulangan tarik longitudinal
$A_{sh}$	Luas penampang total tulangan transversal (termasuk ikat silang)
$A_t$	Luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan torsi
$A_v$	Luas tulangan geser
$b$	Lebar komponen struktur
$b_c$	Dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal pada arah sumbu lemah komponen struktur
$c_1$	Dimensi kolom yang diukur dalam arah bentang dimana momen ditentukan
$c_2$	Dimensi kolom yang diukur yang diukur dalam arah Tegak lurus terhadap $c_1$
$C_d$	Faktor pembesaran simpangan lateral
$C_s$	Koefisien respons seismik

---

$C_u$	Koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
$C_{vx}$	Faktor distribusi vertikal
$d$	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal
$D$	Diameter tulangan deform/sirip
$f'c$	Kekuatan tekan beton
$F_a$	Koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik
$F_i$	Bagian dari gaya geser dasar, $V$ , pada tingkat- $i$
$F_v$	Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
$F_x$	Gaya seismik lateral di level- $x$
$f_y$	Kekuatan leleh tulangan
$f_{yt}$	Kekuatan leleh tulangan torsi
$f_{yv}$	Kekuatan leleh tulangan transversal
$g$	Percepatan gravitasi
$h$	Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur
$h_c$	Dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal pada arah sumbu kuat komponen struktur
$h_n$	Batasan tinggi struktur
$h_{sx}$	Tinggi tingkat di bawah level- $x$
$I_e$	Faktor keutamaan gempa
$l_0$	Panjang penanaman tambahan melewati garis pusat tumpuan atau titik belok
$L$	Panjang komponen struktur
$L_n$	Bentang bersih komponen struktur
$M_n$	Kekuatan lentur nominal pada penampang
$M_{nb}$	Kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint

---

$M_{nc}$	Kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam join
$M_u$	Momen terfaktor pada penampang
$M_{pr}$	Kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka joint yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan longitudinal sebesar paling sedikit $1,25f_y$
$n$	Jumlah tulangan
$N_u$	Gaya tekan aksial terkecil
$P_{cp}$	Keliling luar penampang beton
$P_h$	Keliling garis tengah terluar sengkang tertutup
$P_u$	Gaya aksial terfaktor
$R$	Koefisien modifikasi respons
$Rn$	Faktor Tahanan Momen
$s$	Spasi tulangan transversal
$sb$	Selimut bersih tulangan
$S$	Spasi tulangan longitudinal
$S_{DS}$	Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek
$S_{DI}$	Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik
$S_S$	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek
$S_I$	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik
$T$	Periode fundamental
$T_a$	Periode fundamental pendekatan
$T_{th}$	Ambang batas torsi
$T_n$	Kekuatan momen torsi nominal
$T_u$	Momen torsi terfaktor pada penampang

---

$V$	Geser desain total di dasar struktur
$V_c$	Tahanan geser beton
$V_e$	Gaya geser desain untuk kombinasi pembebanan termasuk pengaruh gempa
$V_g$	Gaya geser akibat beban gravitasi
$V_s$	Kekuatan geser nominal yang diberikan oleh penulangan geser
$V_{sway}, V_{pr}$	Gaya geser akibat goyangan struktur
$V_u$	Gaya geser terfaktor penampang
$V_x$	Geser seismik desain di tingkat x
$W$	Berat bangunan
$\beta_1$	Faktor bentuk distribusi tegangan beton
$\Delta$	Simpangan antar tingkat desain
$\Delta_a$	Simpangan antar tingkat yang diizinkan
$\delta_x$	Defleksi pusat massa di tingkat x
$\lambda$	Faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan
$\theta$	Koefisien stabilitas untuk pengaruh P-Delta
$\rho$	Faktor redundansi struktur
$\rho$	Rasio tulangan
$\phi$	Faktor reduksi kekuatan
$\emptyset$	Diameter tulangan polos
$\Omega_0$	Faktor kuat lebih

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar Diagram Momen
- Lampiran 2 Gambar Kontur Hasil Program *Software* Lusas
- Lampiran 3 Gambar Struktur



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil‘aalamin, atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan oleh Allah Subhanahu wata’ala, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda **H. Makkarenu Rahimahullaah**, dan ibunda **Hj. Kamatang**, beserta seluruh keluarga, atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spritiual maupun materi.
2. **Bapak Prof Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., IPM., ASEAN.Eng.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. **Bapak Dr. Eng. Bambang Bakri, ST., MT.**, selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
5. **Ibu Prof. Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT.** selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
6. **Bapak Prof. Dr. Eng. Rudy Djamaluddin, ST., M.Eng.** selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Seluruh keluarga besar **DS Fazil, Yayat, Bombom, Iot, Tapa, King, Mikey, Condriano, Aztec, Didi, Hc, Davinci, Alex, Aman dan Yuno**, yang

senantiasa memberikan warna yang sangat begitu indah, dukungan yang tiada henti, semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini

9. Rekan-rekan seperjuangan di kepengurusan **HMS FT-UH** yang telah memberi warna dan kesan yang luar biasa selama berkuliah di Fakultas Teknik.
10. Rekan-rekan seperjuangan di **Laboratorium Riset Perkuatan**, terkhususnya **Musdalifa dan Afdal** yang menjadi patner bertukar pikiran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Saudara-saudari **PORTLAND 2020** yang memberikan begitu banyak warna dan pengalaman yang sangat berharga.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dengan semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan hingga terselesainya penyusunan tugas akhir ini

Tiada kata yang dapat mendeskripsikan rasa terimakasih penulis selain memohon kepada Tuhan Yang Maha Esa agar selalu melimpahkan berkatnya kepada kita semua. Akhir kata, penulis menyadari setiap karya manusia tiada yang sempurna. Oleh karena itu saran dan masukan yang membangun diharapkan penulis untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Semoga karya ini dapat bermanfaat.

Gowa, September 2023

Penulis

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Rumah sakit merupakan salah satu fasilitas umum yang memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin Bandung berlokasi di Jl, Pasteur No. 38, Bandung, Jawa Barat. Gedung *Mother And Child Healthcare Center* (MCHC) dibangun pada tanggal 17 November 2022. Gedung MCHC memiliki 8 lantai dengan 1 basemen dan total luasan 24.000 m<sup>2</sup>. Pembangunan gedung MCHC bertujuan untuk meningkatkan kondisi kesehatan dan penghidupan masyarakat dengan memperkuat dan meningkatkan rujukan kesehatan dan infrastruktur dan fasilitas kesehatan rumah sakit vertikal di seluruh Indonesia dengan penekanan khusus pada kesehatan ibu dan anak.

Rumah sakit merupakan bangunan yang bervariasi sehingga pembebanan atau beban yang diterapkan pada gedung rumah sakit juga bervariasi tergantung pada jenis dan fungsi dari bagian gedung tersebut. Pembebanan yang diterapkan pada struktur bangunan sangat mempengaruhi ketahanan dan kestabilan dari bangunan tersebut. Perencanaan pembebanan harus berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Perencanaan gedung MCHC dibuat dengan standar yang berlaku pada tahun 2018 khususnya standar pembebanan yang masih menggunakan SNI 1727:2018. Pada tahun 2020 telah diluncurkan SNI terbaru terkait beban minimum gedung dan struktur lain SNI 1727:2020.

Berdasarkan hal tersebut perlu diadakan *review* terkait analisa komponen struktur pada Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin Bandung. Oleh karena itu penulis mengangkat judul “***Review Desain Gedung Mother And Child Healthcare Center RSUP Hasan Sadikin Bandung***”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah tugas akhir ini adalah bagaimana perencanaan komponen struktur Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin

Bandung yang tahan, aman dan stabil setelah adanya pembaharuan SNI terkait beban minimum.

### **1.3 Tujuan Perancangan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mereview terkait analisa komponen struktur Gedung *Mother And Child Healthcare Center* RSUP Hasan Sadikin Bandung terhadap pembaharuan SNI 1727:2018 ke SNI 1727:2020.

### **1.4 Manfaat Perancangan**

Dari penelitian diharapkan dapat menambah wawasan pembaca dalam mendesain dan menganalisis bangunan gedung sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terbaru.

### **1.5 Asumsi Perancangan**

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah:

1. Perencanaan gedung hanya pada konstruksi beton bertulang pelat, balok dan kolom.
2. Standar acuan yang digunakan antara lain:
  - a. Persyaratan beton struktural untuk gedung (SNI 2847:2019)
  - b. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)
  - c. Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020)
3. Pada perencanaan gedung ini menggunakan *preliminary design* dari data proyek sebelumnya.
4. Perencanaan gedung hanya pada struktur atas dan tidak melakukan perencanaan struktur bawah.
5. Material yang digunakan adalah beton dengan mutu  $f'c$  30 Mpa untuk balok dan pelat dan beton dengan mutu  $f'c$  35 Mpa untuk kolom
6. Permodelan detailing dan analisis struktur menggunakan Autodesk Autocad 2020 dan Csi Etabs V19.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pembebanan Struktur**

Berdasarkan SNI 1727:2020, bangunan dan struktur lain dan semua bangunan harus dirancang dan dibangun dengan kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk memberikan stabilitas struktural, melindungi komponen non-struktural dan sistem, dan memenuhi persyaratan layan. Pada struktur bangunan beban yang bekerja terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin, beban hujan dan beban gempa.

#### **2.1.1 Beban Mati**

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

#### **2.1.2 Beban Hidup**

Menurut SNI 1727:2020 beban hidup adalah 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.

#### **2.1.3 Beban Gempa**

Gempa adalah fenomena yang diakibatkan oleh benturan atau gesekan lempeng tektonik (plate tectonic) bumi yang terjadi di daerah patahan (fault zone). Pada saat terjadi benturan antara lempeng-lempeng aktif tektonik bumi, akan terjadi pelepasan energi gempa yang berupa gelombang energi yang merambat ke dalam atau di permukaan bumi (Himawan I, 2009). Tingkat kekuatan gempa bervariasi mulai dari getaran yang ringan, sedang, sampai getaran kuat yang dapat dirasakan sampai ribuan kilometer. Akibat kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa akan menyebabkan jatuhnya korban jiwa dan kerugian harta benda dalam jumlah yang banyak (Salim, M. A. dan Siswanto, A. B. 2018).

Beban gempa direncanakan mengacu pada peraturan 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 beban dinamik. 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.

## 2.2 Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Beban gempa merupakan beban yang sangat tidak dapat diperkirakan baik besarnya, arahnya, maupun saat terjadinya. Besarnya beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan, tergantung dari banyak variabel. Gaya horisontal, gaya vertikal dan momen torsi yang terjadi akibat gempa pada struktur, sangat tergantung pada berat dan kekakuan material struktur, konfigurasi dan sistem struktur, periode atau waktu getar struktur, kondisi tanah dasar, wilayah kegempaan, serta perilaku gempa itu sendiri. Beberapa hal yang harus diperhatikan sebagai acuan untuk merencanakan tata letak struktur bangunan di daerah rawan gempa menurut Salim, M. A. dan Siswanto, A. B. (2018) adalah:

1. Struktur bangunan harus mempunyai bentuk yang sederhana, kompak dan simetris.
2. Struktur bangunan tidak boleh terlalu langsing, baik pada denahnya maupun potongannya, serta mempunyai kekakuan yang cukup.
3. Distribusi dari massa, kekakuan dan kekuatan di sepanjang tinggi bangunan diusahakan seragam dan menerus.
4. Elemen-elemen vertikal dari struktur (kolom) harus dibuat lebih kuat dari elemen-elemen horisontal dari struktur (balok), agar sendi plastis terbentuk terlebih dahulu pada balok-balok (*strong column – weak beam*).

Standar acuan yang digunakan untuk perencanaan bangunan tahan gempa dapat dilihat di SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung.

### 2.2.1 Kategori Risiko Bangunan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki risiko tinggi terhadap peristiwa gempa bumi. Hal ini akibat interaksi antara tiga lempeng raksasa yang mengelilingi Indonesia, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia dan Lempeng Samudera Pasifik (Setiawan, A. 2016).

Kategori risiko adalah pengelompokan bangunan-bangunan gedung atau struktur-struktur lainnya untuk menentukan besaran beban-beban gempa berdasarkan risiko terjadinya kegagalan struktur baik kerugian materi maupun kerugian jiwa serta dampaknya. Berdasarkan fungsi atau pemanfaatannya bangunan tahan gempa terbagi menjadi empat kategori risiko bangunan terdapat pada SNI 1726:2019 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Risiko

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul>	
<p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul>	III
<p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> </ul>	IV



Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat.</li> </ul>	

### 2.2.2 Parameter Percepatan Spektral Desain

Untuk desain struktur tahan gempa, terdapat dua parameter percepatan spectral yaitu parameter percepatan spectral untuk periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan parameter percepatan spectral untuk periode satu detik ( $S_{D1}$ ). Parameter tersebut didapatkan dengan menentukan lokasi dan kelas situs tanah dari bangunan yang direncanakan. Kelas situs ditentukan dari kondisi tanah yang diatur di SNI 1726:2019 yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari kelas situs itu didapatkan koefisien situs ( $F_a$  dan  $F_v$ ) berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Klasifikasi Situs

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50

Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Indeks plastisitas,  $PI > 20$ ,
2. Kadar air,  $w > 40\%$ ,
3. Kuat geser niralir  $\bar{s}_u < 25$  kPa

SF (tanah khusus, yang Membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m)</li> <li>- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan indeks plastisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>- Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan <math>H &gt; 35</math> m dengan <math>\bar{s}_u &lt; 50</math> kPa</li> </ul>
---	---

Tabel 3. Koefisien Situs  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS					

Tabel 4. Koefisien Situs  $F_v$ 

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS					

Adapun parameter percepatan gempa di batuan dasar pada perioda pendek ( $S_s$ ) dan pada perioda 1 detik ( $S_1$ ) diperoleh dari peta Gambar 15 dan Gambar 16 pada SNI 1726:2019 atau dari situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

### 2.2.3 Kategori Desain Seismik

Setiap struktur diklasifikasikan dalam salah satu dari enam kategori desain seismik (KDS) yang mencakup KDS A, B, C, D, E, dan F. Kategori KDS A adalah untuk struktur yang memiliki risiko seismik terendah, sementara KDS F untuk struktur yang memiliki risiko seismik tertinggi. Penentuan kategori desain seismik didasarkan dari nilai  $S_{DS}$ ,  $S_{D1}$ , dan kategori risiko bangunan yang dapat ditentukan dengan melihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 yang diambil dari SNI 1726:2019.

Tabel 5. Kategori Desain Seismik Berdasarkan  $S_{DS}$ 

Nilai $S_{DS}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 6. Kategori Desain Seismik Berdasarkan  $S_{D1}$ 

Nilai $S_{D1}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

## 2.2.4 Sistem Struktur

Sistem struktur penahan gaya gempa lateral dan vertikal ditentukan berdasarkan KDS-nya serta ketinggian struktur. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur ( $h$ ) modifikasi respons ( $R$ ), faktor kuat lebih sistem ( $\Omega_0$ ), dan faktor pembesaran simpangan lateral ( $C_d$ ) yang sesuai harus digunakan dalam penentuan geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antar tingkat desain.

Setiap sistem pemikul gaya seismik yang dipilih harus didesain dan detailkan sesuai dengan persyaratan khusus. Pada tugas akhir ini digunakan sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa yang ditetapkan, sehingga terdapat 13 pilihan sistem struktur yang dapat digunakan dengan parameter-parameter yang telah ditentukan, seperti disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Sistem Struktur Panahan Gaya Seismik

Sistem Penahan Gaya Seismik	$R$	$\Omega_0$	$C_d$	Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, $h$ (m)				
				Kategori Desain Seismik				
				B	C	D	E	F
<b>Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan</b>								
Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2,5	4	TB	TB	TB	TB	TB
Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2,5	5,5	TB	TB	TB	TB	TB

Sistem Penahan Gaya Seismik	R	$\Omega_0$	Cd	Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, $h$ (m)				
				Kategori Desain Seismik				
				B	C	D	E	F
Dinding geser beton bertulang khusus	7	2,5	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
Dinding geser beton bertulang biasa	6	2,5	5	TB	TB	TI	TI	TI
Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2,5	4	TB	TB	TB	TB	TB
Rangka baja dan beton komposit dengan bresing kosentris khusus	6	2,5	5	TB	TB	TB	TB	TB
Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7,5	2,5	6	TB	TB	TB	TB	TB
Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7	2,5	6	TB	TB	TB	TB	TB
Dinding geser baja dan beton bertulang biasa	6	2,5	5	TB	TB	TI	TI	TI
Dinding geser batu bata bertulang khusus	5,5	2,5	5	TB	TB	TB	TB	TB
Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3,5	TB	TB	TI	TI	TI
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2,5	5	TB	TB	TB	TB	TB
Dinding geser pelat baja khusus	8	2,5	6,5	TB	TB	TB	TB	TB

\*Keterangan

TB : Tidak dibatasi

TI : Tidak diijinkan

### 2.2.5 Periode Fundamental Pendekatan

Menurut SNI 1727:2019 periode fundamental struktur ( $T$ ), dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan sifat struktur dan karakteristik deformasi elemen pemikul dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur ( $T$ ), tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ). Periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ), dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$T_a = C_t h_n^x$$

Tabel 8. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan spectral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 9. Nilai parameter periode pendekatan  $C_t$  dan  $x$ 

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan breasing terkekang terhadap tekut	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

### 2.2.6 Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar seismik adalah total dari seluruh gaya lateral akibat gempa yang diterima oleh bangunan gedung yang sedang ditinjau dan merupakan total dari gaya lateral gempa yang diterima setiap lantainya. Besarnya gaya geser dasar sebagai berikut:

$$V = C_s \times W$$

### 2.2.7 Distribusi Gaya Seismik

Distribusi gaya vertical diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.8.3. Distribusi gaya vertical atau  $F_x$  (kN) yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$F_x = C_{vx} \times V$$

Sedangkan distribusi gaya horizontal diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.8.4. distribusi gaya geser disemua tingkat ( $V_x$ ) diambil dari bagian penjumlahan gaya geser yang timbul pada tiap tingkat.

### 2.2.8 Simpangan Antar Lantai

Menurut SNI 1726:2019, penentuan simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin ( $\Delta_a$ ) seperti didapatkan dari Tabel 20 untuk semua tingkat.

Tabel 10. Simpangan antar tingkat izin,  $\Delta_a$

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,125h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

### 2.2.9 Pengaruh P-delta

Berdasarkan SNI 1726:2019, pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas ( $\theta$ ) sama dengan atau kurang dari 0,10. Koefisien stabilitas didapat dari persamaan berikut.

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d}$$

### 2.3 Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI 1727:2020, struktur, komponen, dan fondasi harus didesain sedemikian rupa sehingga kekuatan desainnya sama atau melebihi efek beban-beban terfaktor dalam kombinasi berikut.

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)
5. 1,2D + 1,0E + 1,0L
6. 0,9D + 1,0W
7. 0,9D + 1,0E

Untuk kombinasi 5 dan 7 dengan beban gempa diatur oleh SNI 1726:2019, faktor dan kombinasi beban, yaitu sebagai berikut:

1.  $(1,2 + 0,2S_{DS}) D + 1,0L \pm 0,3 \rho EX \pm 1,0 \rho EY$
2.  $(1,2 + 0,2S_{DS}) D + 1,0L \pm 1,0 \rho EX \pm 0,3 \rho EY$
3.  $(0,9 + 0,2S_{DS}) D \pm 0,3 \rho EX \pm 1,0 \rho EY$
4.  $(0,9 + 0,2S_{DS}) D \pm 1,0 \rho EX \pm 0,3 \rho EY$

## 2.4 Perencanaan Elemen Struktur

### 2.4.1 Balok

#### a. Perencanaan Balok Terhadap Lentur

Dalam SNI 2847:2019, 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 11 berikut.



Tabel 11. Tinggi Minimum Balok Nonprategang

<b>Kondisi Perlekatan</b>	<b>Minimum <math>h</math></b>
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sis	$l/21$
Kantilever	$l/8$

Menurut SNI 2847:2019, setiap penampang yang membutuhkan tulangan tarik harus memiliki luas tulangan lentur minimum  $A_{S_{min}}$  yang sesuai analisis. Ketentuan ini bertujuan untuk mencapai kekuatan lentur yang lebih tinggi daripada kekuatan retak dengan cukup besar. Hal ini dimaksudkan agar balok tetap mampu bertahan setelah mengalami retakan lentur dengan retakan dan lendutan yang terlihat, sehingga dapat memberikan peringatan terhadap potensi kelebihan beban.

#### **b. Perencanaan Balok Terhadap Geser**

Menurut Edward G. Nawy (2010), kekuatan tarik beton jauh lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya maka desain balok terhadap geser merupakan hal yang sangat penting dalam struktur beton. Perilaku beton bertulang pada keadaan runtuh karena geser sangat berbeda dengan keruntuhan karena lentur. Balok tersebut langsung hancur tanpa adanya peringatan terlebih dahulu. Juga retak diagonalnya jauh lebih lebar dibandingkan dengan retak lentur.

Gaya geser  $V_u$  yang dihasilkan oleh beban terfaktor harus kurang atau sama dengan kuat geser nominal dikalikan dengan faktor reduksi  $\phi$  atau dapat ditulis dalam persamaan berikut

$$V_u \leq \phi V_n$$

Dengan  $V_u$  adalah gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau dan  $V_n$  adalah kuat geser nominal yang dihitung dari

$$V_n = V_c + V_s$$

Kekuatan geser nominal yang disediakan beton  $V_c$  dapat dihitung dengan persamaan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d$$

Kemudian hasilnya jika  $V_n > V_c$ , maka tulangan yang digunakan adalah tulangan geser struktural. Atau  $V_n \leq V_c$  tetapi  $\geq 0,5 \cdot V_c$ , maka tulangan yang digunakan adalah tulangan geser minimum.

### c. Perencanaan Balok Terhadap Torsi

Menurut Edward G. Nawy (2010), torsi terjadi pada konstruksi beton monolit, terutama apabila beban bekerja pada jarak yang tidak nol dari sumbu memanjang batang struktural. Balok ujung dari panel lantai, balok tepi (spandrel beam) yang menerima beban dari satu sisi, atap kanopi dari halte bus yang ditumpu oleh sistem balok di atas kolom, balok keliling pada lubang lantai, dan juga tangga melingkar, semuanya merupakan contoh elemen struktural yang mengalami momen puntir.

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 22.7 tulangan torsi harus diterapkan pada komponen struktur jika  $T_u \geq \phi T_{th}$  dimana  $\phi$  pada Tabel 21.2.1 untuk tulangan torsi sebesar 0,75.

### 2.4.2 Kolom

Kolom adalah suatu elemen struktural vertikal yang difungsikan untuk menahan beban dari struktur bangunan di atasnya dan menyalurkan beban tersebut ke pondasi. Menurut Agus Setiawan (2016), kolom memikul beban aksial tekan dan momen lentur pada saat yang bersamaan. Momen lentur dapat timbul pada kolom yang merupakan bagian dari portal gedung, karena harus memikul momen lentur yang berasal dari balok atau juga yang ditimbulkan akibat gaya-gaya lateral seperti angin dan gempa. Maka dari itu, dalam proses desain kolom harus diperhitungkan terhadap aksi simultan antara beban aksial dan momen lentur.

Berdasarkan SNI 2847:2019, untuk setiap kombinasi beban terfaktor yang ditetapkan, kekuatan desain pada semua penampang tidak boleh lebih besar daripada kuat rencana penampang, yaitu:

1.  $\phi P_n \geq P_u$
2.  $\phi M_n \geq M_u$
3.  $\phi V_n \geq V_u$
4.  $\phi T_n \geq T_u$

### 2.4.3 Dinding Struktural

Menurut Agus Setiawan (2016), dinding struktural atau yang dikenal sebagai dinding geser (*shear wall*) merupakan bagian dari sistem struktur yang memikul beban-beban gravitasi maupun beban lateral yang bekerja pada struktur. Sebuah dinding struktural memiliki kekakuan yang lebih baik dibandingkan dengan struktur rangka pemikul momen terbuka (*open frame*) sehingga pada saat memikul beban gempa dinding struktural akan menunjukkan kinerja yang baik.

### 2.4.4 Pelat

Pelat beton bertulang adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan panjang atau lebar bidangnya (Ali Asroni, 2010).

Agus Setiawan (2016) mengklasifikasikan pelat ke dalam tiga jenis sebagai berikut:

1. Pelat satu arah

Apabila pelat tertumpu di keempat sisinya dan rasio bentang panjang terhadap bentang pendek lebih besar atau sama dengan 2, maka hampir 95% beban akan dilimpahkan dalam arah bentang pendek dan pelat menjadi sistem pelat satu arah. Pada pelat satu arah, tulangan utama berada sejajar dengan arah panjang pelat, dan tulangan sekunder berada sejajar dengan arah lebar pelat. Hal ini membuat pelat satu arah mampu menahan beban pada arah panjang pelat dengan lebih efektif daripada beban pada arah lebar pelat.

2. Sistem pelat rusuk (*joint construction*)

Sistem pelat rusuk tersiri dari pelat dengan ketebalan 50 sampai 100 mm, yang ditopang oleh sejumlah rusuk dengan jarak beraturan. Rusuk mempunyai lebar minimum 100 mm dan mempunyai tinggi tidak lebih dari 3,5 kali lebar minimumnya. Sistem pelat rusuk cocok digunakan untuk struktur pelat dengan bentang 6-9 m serta memikul beban hidup sebesar 3,5-5,5 kN/m<sup>2</sup>.

### 3. Pelat dua arah

Apabila struktur pelat ditopang di keempat sisinya dan rasio antara bentang panjang terhadap bentang pendeknya kurang dari 2, maka pelat tersebut dikategorikan sebagai sistem pelat dua arah. Pada pelat dua arah, tulangan utama dan sekunder dipasang sejajar pada arah yang berbeda, membentuk jaringan tulangan yang saling berpotongan.