

**ANALISA PERBANDINGAN RESPON STRUKTUR BANGUNAN  
TERHADAP BEBAN GEMPA MENURUT SKBI-1.3.53-1987  
DENGAN SK SNI 03-1726-2002**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

Oleh :

**NATALISMAN SIMANJUNTAK  
NIM : 10.811.0043**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

**2013**

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERBANDINGAN RESPON STRUKTUR BANGUNAN  
TERHADAP BEBAN GEMPA MENURUT SKBI-1.3.53-1987  
DENGAN SK SNI 03-1726-2002**

SKRIPSI

Oleh:

**NATALISMAN SIMANJUNTAK**

**NIM : 10.811.0043**

Disetujui :

Pembimbing I,

(Ir. H.Edy Hermanto, MT)

Pembimbing II,

(Ir. H.Sabur Panjaitan, MT)

Mengetahui :

Dekan,

(Ir. Hj. Haniza, MT)

Ka.Program Studi,

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

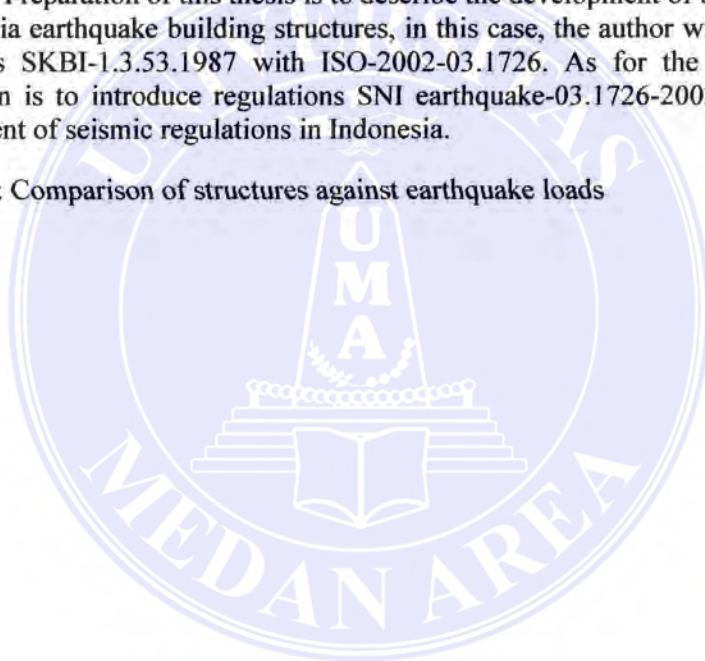
Seiring dengan bertambahnya populasi penduduk, maka akan memacu pembangunan terhadap tempat tinggal ataupun tempat beraktifitas untuk manusia semakin meningkat, sementara itu kita mengetahui bahwa luas lahan yang tersedia adalah tetap. maka solusi yang bisa dilakukan adalah pembangunan ke arah vertikal. dalam merencanakan suatu bangunan bertingkat selain faktor estetika dan keekonomisan faktor keamanan dan kenyamananlah yang harus lebih diutamakan. Karena hal ini menyangkut keselamatan dan kebetahan pengguna struktur yang akan dibangun. Apalagi struktur yang akan dibangun pada daerah rawan gempa dimana harus diberikan perhatian yang lebih karena pada saat terjadi gempa, maka gaya-gaya yang terjadi pada tiap segmen bangunan akan meningkat secara mendadak sesuai dengan kekuatan gempa yang terjadi, dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka kemampuan manusia untuk menganalisa gaya gempa dan merencanakan bangunan yang aman terhadap gempa pun semakin meningkat. di Indonesia telah dibuat suatu peraturan yang mengikat dan untuk mempermudah pelaksanaan pembangunan bangunan gempa di Indonesia. Penyusunan tugas akhir ini adalah untuk menjabarkan perkembangan peraturan pembangunan struktur bangunan gempa di Indonesia, Dalam hal ini, penulis akan memnbandingkan peraturan gempa SKBI-1.3.53.1987 dengan SNI-03.1726-2002. adapun kegunaan perbandingan ini adalah untuk memperkenalkan peraturan gempa SNI-03.1726-2002 dan melihat bagaimana perkembangan peraturan gempa di Indonesia.

**Kata kunci : Perbandingan struktur bangunan terhadap beban gempa**

## ***ABSTRACT***

Along with the increase in population, it will spur the development of the place of residence or place of human activity is increasing, while we know that the area of land available is fixed, the possible solutions is the construction of the vertical direction. In planning for a multi-storey building in addition to aesthetics and economics factors of safety and comfort that has to take precedence. Because it involves the safety and longevity user structures to be built. Moreover, the structure of which will be built in earthquake-prone areas which should be given due attention in the event of an earthquake, then the forces that occur in each segment of the building will be a sudden increase in accordance with the strength of the earthquake, with the development of science and technology, then human ability to analyze and plan the seismic forces secure building against earthquakes is increasing. in Indonesia has made a binding regulations and to facilitate the implementation of the construction of buildings earthquake in Indonesia. Preparation of this thesis is to describe the development of building regulations in Indonesia earthquake building structures, in this case, the author will compare seismic regulations SKBI-1.3.53.1987 with ISO-2002-03.1726. As for the usefulness of this comparison is to introduce regulations SNI earthquake-03.1726-2002 and see how the development of seismic regulations in Indonesia.

**Keywords:** Comparison of structures against earthquake loads



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah, berkat dan karunia-Nya hingga terselesaikannya tugas akhir ini dengan judul **“Analisa Perbandingan Respon Struktur Bangunan Terhadap Beban Gempa Menurut SKBI-1.3.53-1987 dengan SK SNI 03–1726-2002”**.

Tugas akhir ini disusun untuk diajukan sebagai syarat dalam ujian sarjana teknik sipil bidang studi struktur pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis menyadari bahwa isi dari tugas akhir ini masih banyak kekurangannya. Hal ini disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kurangnya pemahaman penulis. Untuk penyempurnaannya, saran dan kritik dari bapak dan ibu dosen serta rekan mahasiswa sangatlah penulis harapkan.

Penulis juga menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang senantiasa penulis cintai yang dalam keadaan sulit telah memperjuangkan hingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini.

Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Drs. H. M. Erwin Siregar MBA sebagai ketua badan pengurus harian Yayasan Pendidikan Haji Agus Salim ( YPHAS ) Universitas Medan Area;
2. Bapak Prof. DR. H.A Ya'kub Matondang MA, selaku Rektor Universitas

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
Medan Area;

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

3. Ibu Ir. Hj. Haniza, MT Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT Selaku Ketua Program Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
5. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
6. Bapak Ir. Subur Panjaitan, MT Selaku Dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir;
7. Bapak/Ibu staf pengajar jurusan teknik sipil Universitas Medan Area;
8. Seluruh pegawai administrasi yang telah memberikan bantuan dan kemudahan dalam penyelesaian administrasi;
9. Orang tua tercinta dan adik dan teman-teman yang telah memberi motivasi yang tiada henti-hentinya selama proses penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, April 2013

NATALISMAN SIMANJUNTAK  
NIM: 10.811.0043

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan .....	3
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Pembahasan.....	3
1.6. Sistematika Penulis.....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Umum .....	6
2.2. Pengaruh Gempa Terhadap Struktur .....	10
2.3. Elastisitas Material.....	12
2.4. Kekakuan Kolom .....	14
2.5. Spektrum Respon.....	14
<b>UNIVERSITAS MEDAN AREA</b> .....	16

2.7. Daktilitas.....	16
2.8. Faktor Jenis Struktur.....	17
2.9. Simpangan Akibat Gaya Gempa .....	17
<b>BAB III.TATA CARA PERENCANAAN.....</b>	<b>19</b>
3.1. Dasar Perencanaan.....	19
3.1.1. Menghitung Berat Total Bangunan .....	19
3.1.2. Berat Total Akibat Beban Mati.....	19
3.1.3. Berat Total Akibat Beban Hidup .....	20
3.1.4. Reduksi Beban Hidup.....	22
3.1.5. Menentukan Massa per Lantai.....	24
3.1.6. Menentukan Kekakuan Kolom.....	24
3.2. Peraturan Gempa SKBI-1.3.53.1987.....	26
3.2.1. Waktu Getar Struktur.....	26
3.2.2. Spektrum Respon.....	27
3.2.3. Jenis Tanah untuk Penentuan Koefisien Gempa Dasar .....	30
3.2.4. Faktor Keutamaan (I).....	31
3.2.5. Jenis Struktur (K).....	32
3.2.6. Beban Geser Dasar Akibat Gempa.....	33
3.2.7. Pembagian Beban Geser Dasar Akibat Gempa .....	33
UNIVERSITAS MEDAN AREA Waktu Getar Struktur dengan T Rayleigh .....	35





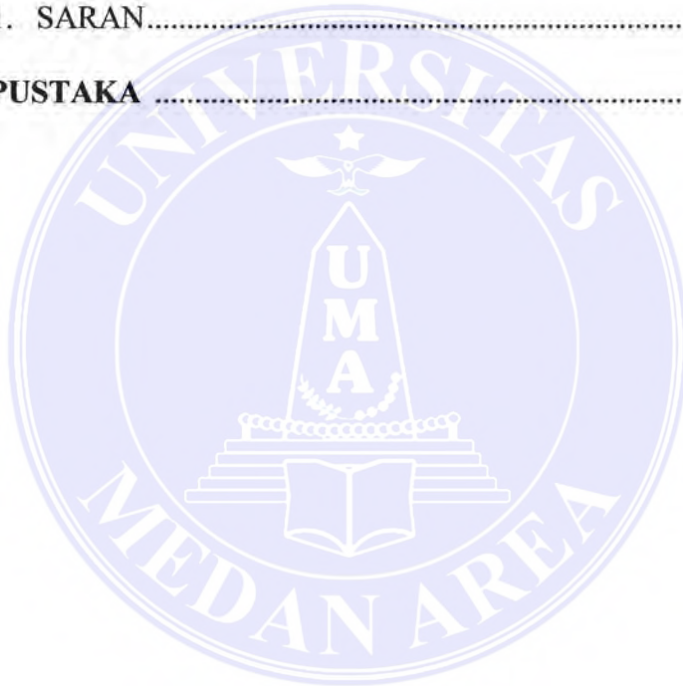
3.3. Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002 .....	36
3.3.1. Waktu Getar Struktur.....	36
3.3.2. Spektrum Respon.....	37
3.3.3. Jenis Tanah untuk Penentuan Koefisien Gempa Dasar .....	40
3.3.4. Faktor Keutamaan (I).....	41
3.3.5. Daktilitas (R) .....	42
3.3.6. Beban Geser Dasar Akibat Gempa .....	45
3.3.7. Pembagian Beban Geser Dasar Akibat Gempa .....	45
3.3.8. Waktu Getar Struktur dengan T Rayleigh .....	46
<b>BAB IV. PEMBAHASAN</b> .....	<b>48</b>
4.4. Data-Data Perencanaan .....	48
4.4.1. Menghitung Berat Total Bangunan .....	50
4.4.2. Analisa Statik Berdasarkan SKBI-1.3.53.1987 .....	55
4.4.3. Analisa Statik Berdasarkan SNI 03-1726-2002.....	62
4.4.4. Hasil Analisa Beban Gempa .....	70
4.4.5. Perbandingan Analisa Beban Gempa Pada Gedung.....	71

4.4.6. Prinsip Perhitungan Gaya Gempa Antara SKBI-1.3.53-1987 dengan SNI 03-1726-2002.....	74
4.4.7. Ketentuan-ketentuan yang berubah dari SKBI-1.3.53-1987 dengan SNI 03-1726-2002.....	83
4.4.8. Ketentuan baru yang terdapat dalam SNI 03-1726-2002 .....	90

**BAB V. PENUTUP**

5.5. KESIMPULAN .....	93
5.5.1. SARAN.....	94

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	95
-----------------------------	----



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Bagian Alur Penulisan .....	5
Gambar 2.1. Peta tektonik dan gunung berapi di indonesia .....	9
Gambar 2.2. Gaya inersia .....	11
Gambar 2.3. Gerakan yang diakibatkan gempa pada bangunan bertingkat banyak.....	12
Gambar 2.4. Desain Spektrum Respon.....	15
Gambar 3.1. Kekakuan kolom jepit-jepit dan jepit-sendi.....	25
Gambar 3.2. Peta Wilayah Gempa Indonesia.....	28
Gambar 3.3. Spektrum Respon untuk masing – masing daerah gempa .....	29
Gambar 3.3. Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun .....	38
Gambar 3.4. Spektrum respon gempa rencana.....	39
Gambar 4.1. Tampak samping kanan gedungS .....	48
Gambar 4.2. Tampak depan dan denah lantai satu gedung .....	49
Gambar 4.3. Portal melintang bangunan .....	50
Gambar 4.4. Spektrum respon untuk wilayah gempa 4.....	56
Gambar 4.5. Distribusi gaya gempa horizontal akibat gempa.....	58
Gambar 4.6. Simpangan untuk tiap lantai .....	60
Gambar 4.7. Spektrum respon untuk wilayah gempa 3.....	63
Gambar 4.8. Distribusi gaya gempa horizontal akibat gempa.....	65
Gambar 4.9. Output Joint Displacement hasil analisis SAP 2000 .....	67

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Nilai elastisitas .....	13
Tabel 3.1. Beban hidup untuk tiap fungsi bangunan.....	20
Tabel 3.2. Koefisien reduksi beban hidup.....	22
Tabel 3.3. Ketentuan Jenis Tanah Lunak .....	30
Tabel 3.4. Faktor Keutamaan I Berbagai Jenis Gedung.....	31
Tabel 3.5. Faktor Jenis Struktur K .....	32
Tabel 3.6. Koefisien $\zeta$ yang membatasi waktu getar alami.....	36
Tabel 3.7. Ketentuan jenis- jenis tanah .....	40
Tabel 3.8. Faktor Keutamaan I Berbagai Jenis Gedung.....	42
Tabel 3.9. Faktor Daktilitas.....	43
Tabel 4.1. Pembagian gaya geser horizontal.....	58
Tabel 4.2. Output joint displacement hasil analisis SAP 2000 .....	60
Tabel 4.3. Simpangan tiap tingkat.....	61
Tabel 4.4. Pembagian gaya geser horizontal.....	65
Tabel 4.5. Output joint displacement hasil analisis SAP 2000 .....	67
Tabel 4.6. Simpangan tiap tingkat.....	68
Tabel 4.7. Hasil beban gempa berdasarkan SKBI-1.3.53.1987 dan SNI 03-1726-2002.....	70
Tabel 4.8. Perbandingan analisa pada gedung .....	72
Tabel 4.9. Perbedaan Reduksi beban hidup .....	74
Tabel 4.10. Perbedaan Waktu Getar Struktur .....	75

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tabel 4.11. Perbedaan kondisi tanah..... Document Accepted 27/6/24

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/7/24

Tabel 4.12. Perbedaan koefisien gempa dasar C.....	78
Tabel 4.13. Perbedaan wilayah gempa.....	78
Tabel 4.14. Perbedaan spektrum respon .....	79
Tabel 4.15. Perbedaan faktor keutamaan .....	80
Tabel 4.16. Perbedaan jenis dan bahan struktur.....	81
Tabel 4.17. Perbedaan beban geser dasar.....	82
Tabel 4.18. Perubahan dari SKBI – 2.3.53.1987 pada SNI 03-1726-2002.....	83
Tabel 4.19. Ketentuan Baru yang terdapat dalam SNI 03-1726-2002.....	90



## DAFTAR NOTASI

- A = Amplitudo simpangan, luas permukaan bidang
- C = Koefisien gempa dasar yang didapatkan dari spektrum respon
- c = Redaman
- Cu = Kuat geser tanah
- [C] = Matriks redaman
- E = Elastisitas kolom
- $\varepsilon$  = Regangan
- F = Frekuensi alami dalam hertz
- $F_{ij}$  = Gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke-i akibat mode ke-j
- $F_i\{\ddot{Y}\}$  = Vektor percepatan
- g = Percepatan gravitasi yaitu 9.81 m/det<sup>2</sup>
- H = Tinggi kolom
- $h_i$  = Tinggi lantai ke-i terhadap dasar lantai
- I = Inersia kolom atau faktor keutamaan
- K = Faktor struktur atau kekakuan tiap tingkat
- [K] = Matriks kekakuan struktur
- Lo = Panjang awal
- m = Massa tiap lantai
- [M] = Matriks massa struktur
- $\bar{N}$  = Nilai hasil test penetrasi standard rata-rata
- P = Gaya yang bekerja tegak lurus dengan permukaan bidang
- $\{P(t)\}$  = Vektor beban

- $R$  = Daktilitas  
 $R_m$  = Faktor reduksi minimum  
 $\overline{Su}$  = Kuat geser niralir rata-rata (kPa)  
 $T$  = Waktu getar struktur  
 $u_m$  = Faktor reduksi maksimum  
 $V$  = Beban geser dasar  
 $V_s$  = Kecepatan gelombang geser  
 $W$  = Berat bangunan tiap lantai  
 $W_D$  = Beban hidup  
 $W_i$  = Total berat beban mati dan beban hidup pada lantai ke- $i$   
 $W_L$  = Beban mati  
 $W_{tot}$  = Jumlah beban total akibat beban mati dan beban hidup  
 $Y_{ij}$  = Simpangan untuk tingkat ke- $i$ , pada *mode* ke- $j$   
 $\{Y\}$  = Vektor simpangan  
 $\{\dot{Y}\}$  = Vektor kecepatan  
 $Z_j$  = Modal amplitudo pada mode ke  $j$   
 $\Delta L$  = Perubahan panjang yang terjadi  
 $\delta_i$  = Simpangan horizontal pada tingkat ke- $i$  akibat beban  
 $\phi_{ij}$  = mode bangunan ke- $j$  pada lantai ke- $i$   
 $\Gamma_j$  = Partisipasi mode ke- $j$   
 $\zeta$  = Koefisien yang membatasi waktu getar alami pada SNI-03-1726-2002  
 $\omega$  = Frekuensi sudut (angular frequency) dalam rad/detik

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia konstruksi sipil dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat di berbagai bidang, misalnya gedung-gedung, jembatan, tower dan sebagainya. Kemajuan dunia konstruksi sipil ini di dorong oleh perkembangan mutu serta ketentuan teknis-teknis perencanaan pada perbandingan pelaksanaan struktur bangunan yang memiliki kesamaan karakter dengan struktur bangunan gedung.

Pada saat terjadi gempa, maka struktur akan menerima gaya-gaya dalam yang lebih besar dari pada yang seharusnya ia terima, pada saat ini bangunan-bangunan yang ada telah semakin berkembang. Seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk, maka bangunan sebagai tempat tinggal dan melakukan aktivitas lainnya semakin diperlukan, maka untuk itu dalam merencanakan bangunan yang berada di daerah rawan gempa diperlukan suatu aturan atau tata cara perhitungan di daerah rawan gempa.

Pada awalnya tata cara perhitungan gaya gempa yang biasa dilakukan adalah mengikuti peraturan perhitungan gempa yang lama yang dibahas penulis adalah Standard Konstruksi Bangunan Indonesia nomor 1.3.53-1987 (SKBI-1.3.53-1987) sedangkan peraturan perhitungan gempa yang baru diberikan oleh Standard Nasional Indonesia nomor 03-1726-2002 (SNI 03-1726-2002).

Analisis gaya gempa yang biasa digunakan dalam perencanaan suatu bangunan yang biasanya didasarkan atas peraturan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24



ilmu pengetahuan serta gaya gempa yang terjadi di wilayah Indonesia semakin besar, maka para ahli gempa di Indonesia mulai memperbaharui tata cara perhitungan struktur beton bertulang untuk bangunan gedung.

Karena perubahan-perubahan tata cara perhitungan gaya gempa ini, maka sudah sepantasnya dilakukan perubahan besar-besaran agar bangunan-bangunan yang akan dibangun hendaknya direncanakan berdasarkan peraturan-peraturan gempa yang baru.

Pada zaman sekarang, beberapa software komputer juga telah dikeluarkan untuk membantu perhitungan gaya gempa yang diakibatkan oleh gaya gempa. Oleh karena itu, untuk menganalisis bangunan yang rumit sekalipun, waktu yang digunakan pun menjadi sangat singkat dan efisien. Hal ini sangat memberikan kemudahan bagi dunia konstruksi sekarang ini.

## 1.2. Permasalahan

Pada saat ini banyak bangunan-bangunan mengikuti peraturan-peraturan yang lama dengan adanya perbaikan / perubahan terhadap aturan lama. diharapkan aturan baru dapat digunakan dengan membandingkan aturan yang lama terhadap aturan yang baru dan masyarakat dapat lebih paham alasan penggunaan aturan yang telah direvisi.

Adapun peraturan perhitungan gempa yang lama yang dibahas penulis adalah Standard Konstruksi Bangunan Indonesia nomor 1.3.53-1987 (SKBI-1.3.53-1987) sedangkan peraturan perhitungan gempa yang baru diberikan oleh Standard Nasional Indonesia nomor 03-1726-2002 (SNI 03-1726-2002).

dengan adanya perubahan-perubahan tata cara perhitungan gaya gempa ini, maka

UNIVERSITAS MEDAN AREA

sudah sepantasnya dilakukan perubahan besar-besaran agar bangunan-bangunan

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/7/24

yang akan dibangun hendaknya direncanakan berdasarkan peraturan-peraturan gempa yang baru.

### 1.3. Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan penulisan dari tugas akhir ini adalah untuk membandingkan hasil analisis struktur dari suatu bangunan yang direncanakan terhadap beban gempa yang dianalisis dengan menurut SKBI-1.3.53.1987 dengan SK SNI 03-1726-2002. Sehingga diperoleh suatu tata cara perhitungan yang lebih mendekati kondisi sesungguhnya yang terjadi pada struktur bangunan.

### 1.4. Pembatasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Daerah gempa yang diambil adalah Kota Medan dimana pada peraturan Gempa SKBI 1.3.53.1987 terdapat pada wilayah gempa 4 dan wilayah gempa 3 pada SNI 03-1726-2002.
2. Model bangunan yang direncanakan digunakan untuk mengetahui hasil perbandingan analisis. Dalam melakukan analisa, beban yang bekerja pada struktur untuk kedua jenis peraturan gempa dianggap sama yaitu sesuai dengan yang tercantum dalam SKBI 1.3.53.1987 UDC: 624.042.
3. Analisis perbandingan berdasarkan pada syarat-syarat yang ada dalam SKBI 1.3.53.1987 dan SNI 03-1726-2002.

### 1.5. Metodologi Pembahasan

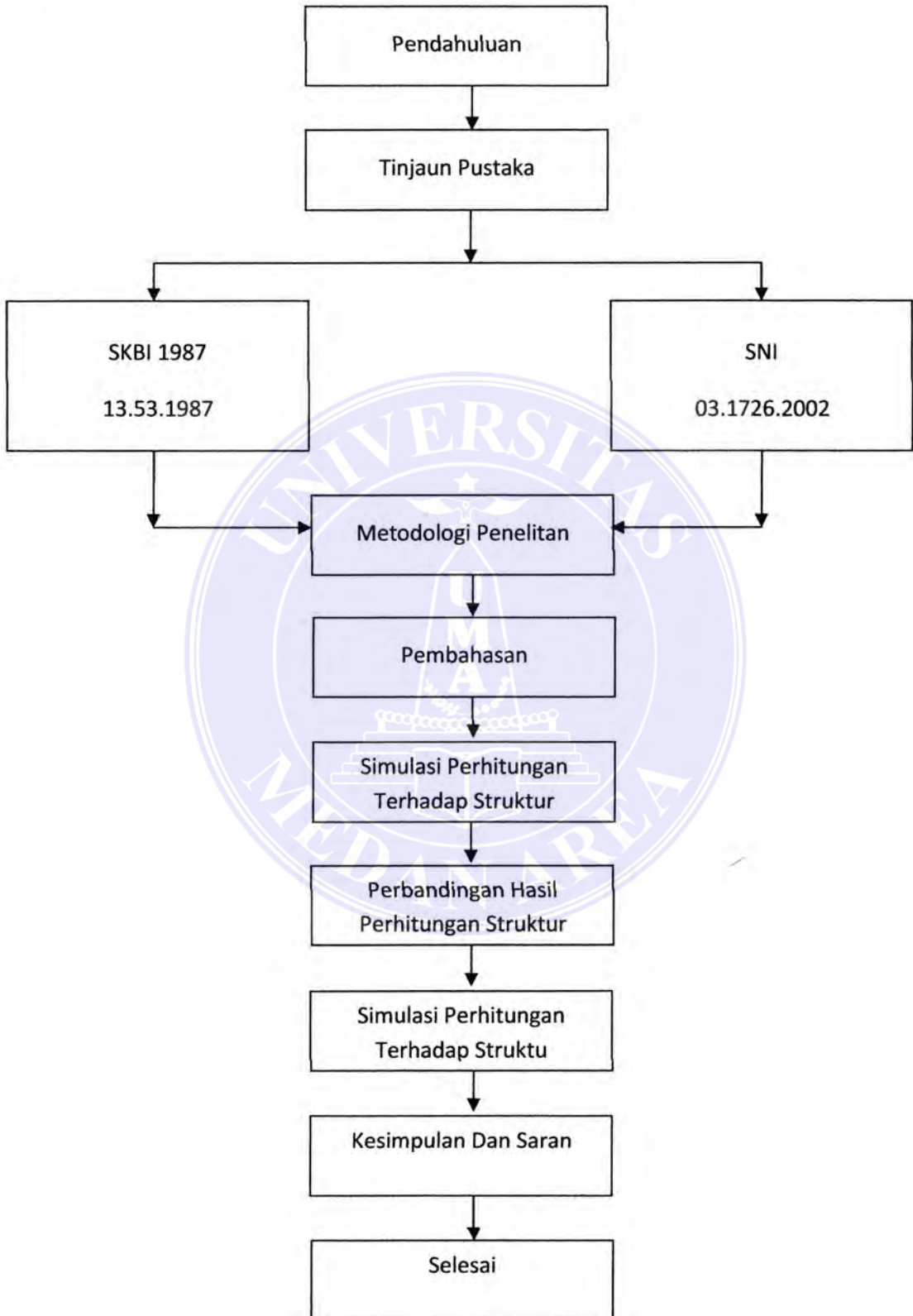
Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah literatur yaitu dengan mengumpulkan data-data dan keterangan dari buku-buku yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA membahas pada tugas akhir ini serta masukan-masukan

dari dosen pembimbing. Untuk analisis struktur dalam menghitung gaya-gaya dalam yang terjadi dalam struktur dilakukan dengan bantuan program komputer yaitu program SAP 2000 untuk mempercepat perhitungan.

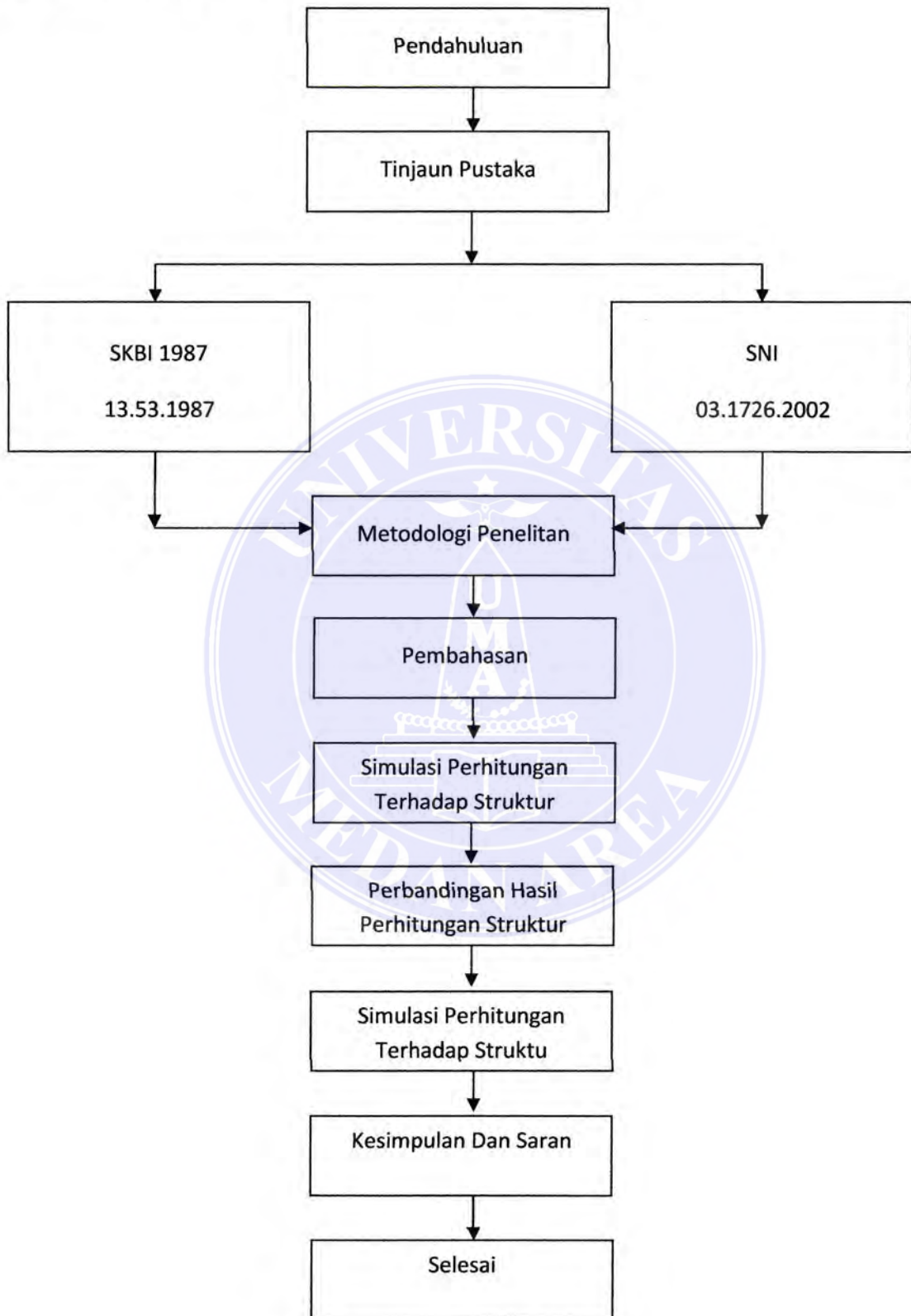


### 1.6. Sistematika Penulis



UNIVERSITAS MEDAN AREA Gambar 1.1. Bagian Alur Penulisan

### 1.6. Sistematika Penulis



UNIVERSITAS MEDAN AREA Gambar 1.1. Bagian Alur Penulisan

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umum

Gempa bumi adalah getaran di tanah yang disebabkan oleh gerakan pada permukaan bumi. Walaupun bumi padat, lapisannya selalu bergerak dan akan terjadi gempa apabila tekanan yang terjadi karena pergerakan itu sudah terlalu besar untuk dapat ditahan.

Gempa bumi dapat terjadi setiap hari di bumi, namun kebanyakan kecil dan tidak menyebabkan kerusakan apa-apa. Gempa bumi kecil juga dapat mengiringi gempa bumi besar, dan dapat terjadi sesudah, sebelum ataupun selepas gempa bumi besar tersebut.

Permukaan bumi terbentuk dari lapisan bebatuan paling luar yang disebut kerak bumi. Kerak bumi terbentuk dari besi dan nikel dengan bagian padat di tengahnya. Ketebalan kerak bumi dapat mencapai 70 km. kebanyakan gempa bumi berasal dari kerak bumi yang tidak jauh dari bawah tanah. Kerak bumi yang pecah membentuk potongan-potongan besar yang saling berpasangan. Potongan-potongan inilah yang disebut dengan lempeng. Tumbukan antara dua lempeng menyebabkan salah satu lempeng kerak akan terdorong ke bawah. Biasanya lempeng samudera di laut menumbuk lempeng benua yang lebih tipis di darat. Hal inilah yang kemudian akan menyebabkan gempa bumi.

Saat kedua lempeng bertabrakan, akan terjadi pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Semakin lama tekanan itu kian membesar dan akhirnya mencapai pada keadaan dimana

tekanan tersebut tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan. Pada saat itulah gempa bumi terjadi.

Tekanan yang ditimbulkan akibat gerakan lempengan-lempengan ini bahkan dapat memecahkan batuan. Tempat batuan pecah itu disebut sebagai patahan (*fault*) dan alur akibat pecahan batuan disebut alur patahan. Alur patahan yang besar dapat sampai ke bebatuan di bawah tanah yang dalam dan merentang sepanjang benua. Alur patahan terbesar di dunia sama seperti gempa bumi terkuat dan dapat ditemukan di dekat tepi lempeng. Beberapa patahan besar juga membelah tanah saat bergerak, mendorong naik wilayah daratan atau membuat ambles. Setelah gempa bumi, saat energi sudah dilepaskan, kumpulan batuan di kedua sisi patahan terkunci menjadi satu di posisi yang baru. Tekanan dan tegangan yang menyebabkan gempa bumi pertama sering terulang dan terus bertambah hingga menyebabkan gempa lain.

Menurut teori Lempeng Tektonik, lapisan terluar bumi kita terbuat dari suatu lempengan tipis dan keras yang masing-masing saling bergerak relatif terhadap yang lain. Gerakan ini terjadi secara terus-menerus sejak bumi ini tercipta hingga sekarang. Teori Lempeng Tektonik berhasil menjelaskan berbagai peristiwa geologis, seperti gempa bumi, tsunami, dan meletusnya gunung berapi, juga tentang bagaimana terbentuknya gunung, benua, dan samudra.

Lempeng tektonik terbentuk oleh *kerak benua (continental crust)* ataupun *kerak samudra (oceanic crust)*, dan lapisan batuan teratas dari mantel bumi. Kerak benua dan kerak samudra, beserta lapisan teratas mantel ini dinamakan *litosfer*. Kepadatan material pada kerak samudra lebih tinggi

dibanding kepadatan pada kerak benua. Demikian pula, elemen-elemen zat pada kerak samudra lebih berat dibanding elemen-elemen pada kerak benua

Di bawah litosfer terdapat lapisan batuan cair yang dinamakan *atmosfer*. Karena suhu dan tekanan di lapisan atmosfer ini sangat tinggi, batu-batuan di lapisan ini bergerak mengalir seperti cairan.

Berdasarkan arah pergerakannya, perbatasan antara lempeng tektonik yang satu dengan lainnya terbagi dalam 3 jenis, yaitu *divergen*, *konvergen*, dan *transform*. Selain itu ada jenis lain yang cukup kompleks namun jarang, yaitu *pertemuan simpang tiga* dimana tiga lempeng kerak bertemu.

1. Batas Divergen terjadi pada dua lempeng tektonik yang bergerak saling memberai. Ketika sebuah lempeng tektonik pecah, lapisan litosfer menipis dan terbelah, membentuk batas divergen. Pada lempeng samudra, proses ini menyebabkan pemekaran dasar laut. Sedangkan pada lempeng benua, proses ini menyebabkan terbentuknya lembah retakan akibat adanya celah antara kedua lempeng yang saling menjauh tersebut.
2. Batas Konvergen terjadi apabila dua lempeng tektonik tertelan ke arah kerak bumi, yang mengakibatkan keduanya bergerak saling menumpu satu sama lain. Wilayah dimana suatu lempeng samudera terdorong ke bawah lempeng benua atau lempeng samudera lain disebut dengan zona tunjaman. Di zona tunjaman inilah sering terjadi gempa. Pematang gunung-api dan parit samudera juga terbentuk di wilayah ini.
3. Batas Transform terjadi bila dua lempeng tektonik bergerak saling menggelangsar (*slide each other*), yaitu bergerak sejajar namun





Pertemuan antara dua lempeng menyebabkan terbentuknya deretan gunung berapi dan parit samudra. Demikian pula subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia menyebabkan terbentuknya deretan gunung berapi yang tak lain adalah *Bukit Barisan* di Pulau Sumatera dan deretan gunung berapi di sepanjang Pulau Jawa, Bali dan Lombok, serta parit samudra yang tak lain adalah *Parit Jawa (Sunda)*.

Lempeng tektonik terus bergerak. Suatu saat gerakannya mengalami gesekan atau benturan yang cukup keras. Bila ini terjadi, timbullah gempa dan tsunami, dan meningkatnya kenaikan magma ke permukaan. Jadi, tidak heran bila terjadi gempa yang bersumber dari dasar Samudera Hindia, yang seringkali diikuti dengan tsunami, aktivitas gunung berapi di sepanjang pulau Sumatera dan Jawa juga turut meningkat.

## 2.2. Pengaruh Gempa Terhadap Struktur

Peristiwa gempa merupakan salah satu aspek yang sangat menentukan dalam merencanakan struktur. Struktur yang direncanakan harus mempunyai ketahanan terhadap gempa dengan tingkat keamanan yang dapat diterima.

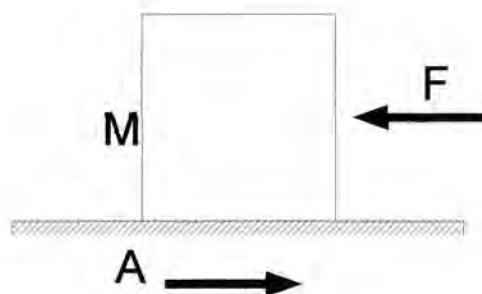
Aspek penting gerakan tanah akibat gempa bumi adalah pengaruhnya terhadap struktur yaitu berupa tegangan (*stress*) dan deformasi atau banyaknya kerusakan yang akan terjadi. Ini tentu saja sangat tergantung pada kekuatan dari gempa bumi. Kekuatan dari gerakan tanah yang ditinjau dari beberapa tempat disebut sebagai intensitas gempa (*earthquake intensity*). Tiga komponen dari gerakan tanah yang dicatat oleh alat pencatat gempa *accelerograph* untuk respon struktur adalah amplitudo, frekuensi, dan durasi.

Selama terjadi gempa, struktur mengalami gerakan vertikal dan gerakan horizontal. Gaya gempa, baik itu dalam arah vertikal maupun arah horizontal akan timbul di nod – nod pada massa struktur. Dari kedua gaya ini, gaya dalam arah vertikal hanya sedikit mengubah gaya gravitasi yang bekerja pada struktur, sedangkan struktur biasanya dirancang terhadap gaya vertikal dan faktor keamanan yang mencukupi. Oleh karena itu, struktur umumnya jarang sekali runtuh karena gaya gempa vertikal.

Sebaliknya gempa horizontal bekerja pada nod – nod lemah pada struktur yang kekuatannya tidak mencukupi dan akan menyebabkan keruntuhan (*failure*). Karena keadaan ini, prinsip utama dalam perencanaan tahan gempa (*earthquake resistant design*) adalah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya horizontal yang umumnya tidak mencukupi.

Gerakan permukaan bumi menimbulkan gaya inersia pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan massa bangunan (struktur) untuk mempertahankan dirinya. Besar gaya inersia mendatar  $F$  tergantung pada massa bangunan  $M$ , percepatan (*acceleration*) permukaan  $A$  dan sifat struktur apabila bangunan dan pondasinya kaku (*stiff*). Sehingga mengikuti rumus Newton dimana

$$F=M.A$$



Gambar 2.2. Gaya inersia

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
Sumber: Respon Dinamik Struktur Elastik, Widodo (2000)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

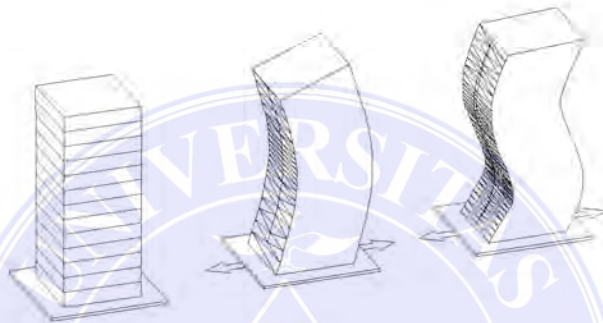
Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/7/24

Tetapi dalam kenyataannya tidaklah demikian, karena semua struktur tidaklah benar – benar sebagai massa yang kaku tetapi fleksibel. Suatu bangunan bertingkat banyak dapat melakukan berbagai bentuk getaran karena gaya gempa yang dapat menyebabkan lantai pada berbagai tingkat mempunyai percepatan dalam arah yang berbeda – beda.



Gambar 2.3. Gerakan yang diakibatkan gempa pada bangunan bertingkat banyak  
Sumber: *Rekayasa Gempa Untuk Teknik Sipil*, Agus (2002)

### 2.3. Elastisitas Material

Apabila gaya luar menghasilkan perubahan bentuk pada sebuah bahan dan perubahan bentuk hilang sesudah gaya dilepaskan, maka bahan tersebut dapat disebut elastis. Maka elastisitas dapat diartikan sebagai sifat benda yang mengalami perubahan bentuk atau deformasi secara tidak permanen.

Elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan suatu material dan regangannya. Dimana tegangan ( $\sigma$ ) pada suatu penampang diberikan oleh:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$P$  = Gaya yang bekerja tegak lurus dengan permukaan bidang

$A$  = Luas permukaan bidang

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Sedangkan regangannya ( $\epsilon$ ) diberikan oleh :

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/7/24

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$\Delta L$  = perubahan panjang yang terjadi

$L_0$  = Panjang awal

Maka elastisitas material tersebut adalah :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Hampir semua bahan teknik memiliki sifat elastisitas, berikut ini nilai elastisitas dari berbagai jenis material benda padat :

Tabel 2.1. Nilai elastisitas

Bahan	Elastisitas (N/mm <sup>2</sup> )
Baja	200 x 10 <sup>9</sup>
Besi	100 x 10 <sup>9</sup>
Kuningan	100 x 10 <sup>9</sup>
Aluminium	70 x 10 <sup>9</sup>
Marmer	50 x 10 <sup>9</sup>
Granit	45 x 10 <sup>9</sup>
Batu-bata	14 x 10 <sup>9</sup>
Nilon	5 x 10 <sup>9</sup>

Sumber : Buku Teknik Sipil, Sunggono (1995)

Sedangkan untuk bahan yang terbuat dari beton, nilai elastisitasnya tergantung pada mutu betonnya. Nilai elastisitas untuk beton diberikan oleh :  $E = 4700\sqrt{f_c'}$ . Dimana  $f_c'$  adalah mutu beton dalam satuan Mpa.

#### 2.4. Kekakuan Kolom

Pada prinsip bangunan geser (*shear building*) balok pada lantai tingkat dianggap tetap horizontal baik sebelum maupun setelah terjadi penggoyangan. Adanya pelat lantai yang menyatu secara kaku dengan balok diharapkan dapat membantu kekakuan balok sehingga anggapan tersebut tidak terlalu kasar. Pada prinsip desain bangunan tahan gempa dikehendaki agar kolom lebih kuat daripada balok. Namun rasio tersebut tidak selalu linear dengan kekakuannya. Dengan prinsip *shear building* maka dimungkinkan pemakaian *lumped mass* model. *Lumped mass* adalah model diskretisasi massa dimana massa dianggap menggumpal pada tempat-tempat tertentu. Pada prinsip ini kekakuan setiap kolom dapat dihitung berdasarkan rumus standard.

Struktur yang kaku bila dibuat dengan baik dapat meredam getaran gempa dengan baik. Kekakuan struktur dapat menghindarkan kemungkinan bangunan runtuh saat gempa terjadi.

#### 2.5. Spektrum Respon

Spektrum respon adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antara periode getar struktur  $T$  dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (*spektrum displacement SD*), kecepatan maksimum (*spektrum velocity SV*) atau percepatan maksimum (*spektrum acceleration SA*)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

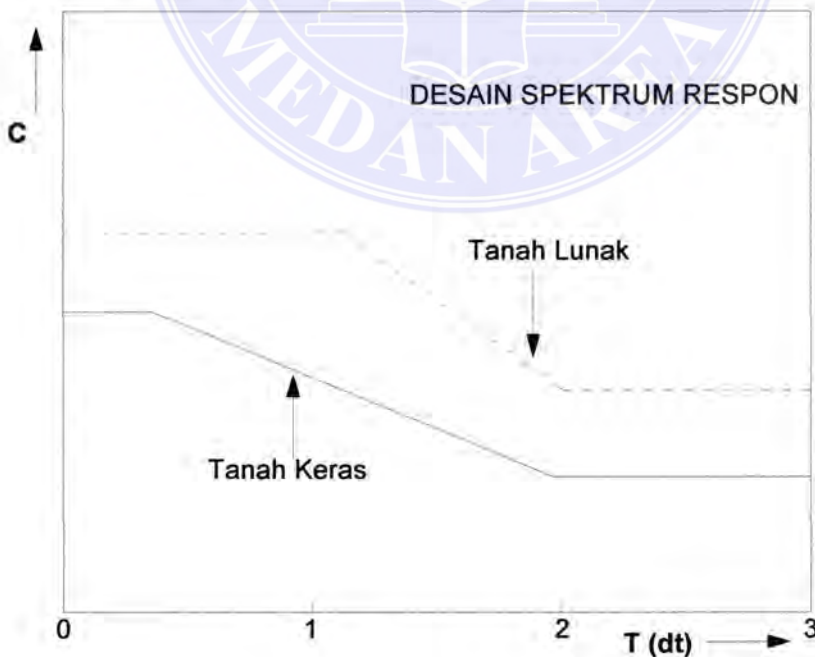
© Hak Cipta dan Masa Struktur

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/7/24

Terdapat dua macam respon spektrum yang ada yaitu spektrum elastik dan spektrum inelastik. Spektrum elastik adalah suatu spektrum yang didasarkan atas respon elastik struktur, sedangkan spektrum inelastik (juga disebut desain spektrum respon) adalah spektrum yang di *scale down* dari spektrum elastik dengan nilai daltilitas tertentu. Nilai spektrum dipengaruhi oleh periode getar, rasio redaman, tingkat daktalitas dan jenis tanah.

Namun desain spektrum yang paling umum dipakai adalah desain akselerasi spektrum respon. Alasan mengapa spektrum yang paling sering dipakai adalah akselerasi respon spektrum, yaitu karena desain bangunan tahan gempa yang dianut adalah berdasar pada *strength based design*. Spektrum percepatan akan berhubungan dengan gaya geser maksimum yang bekerja pada dasar struktur.



Gambar 2.4. Desain spektrum respon  
Sumber: *Respon Dinamik Struktur Elastik*, Widodo (2000)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Gambar 2.4. adalah akselerasi spektrum respon dalam bentuk umum untuk keperluan desain kebutuhan kekuatan struktur. Nilai-nilai spektrumnya sudah relatif kecil karena sudah diperhitungkan faktor daktilitas struktur. Disamping itu juga disajikan spektrum untuk tanah lunak. Spektrum untuk tanah lunak umumnya lebih besar daripada spektrum untuk tanah keras.

## 2.6. Faktor Keutamaan

Setiap bangunan umumnya didirikan dengan maksud pemakaian tertentu. Pada tiap-tiap jenis pemakaian, suatu bangunan harus memiliki kemampuan minimum untuk melindungi pemakainya. Tingkat resiko terhadap kerusakan untuk bangunan-bangunan tersebut tentu saja berbeda. Bangunan yang lebih penting harus mempunyai tingkat kerusakan yang lebih kecil

Jadi faktor keutamaan adalah suatu koefisien yang diadakan untuk memperpanjang waktu ulang dari kerusakan struktur-struktur gedung yang relatif lebih utama untuk mengamankan penanaman modal yang relatif besar pada gedung tersebut. Gedung-gedung yang demikian adalah gedung monumental atau gedung-gedung yang diperuntukkan untuk penyediaan fasilitas-fasilitas yang harus tetap berfungsi setelah suatu gempa terjadi.

## 2.7. Daktilitas

Daktilitas merupakan suatu kemampuan struktur untuk mengalami deformasi (simpangan) plastis secara berulang-ulang dan bolak-balik di atas keadaan leleh pertamanya sambil mempertahankan sebagian besar kemampuan awalnya untuk memikul beban.



## 2.8. Faktor Jenis Struktur

Suatu konstanta yang menggambarkan suatu kemampuan respon inelastik struktur akibat bekerjanya gaya gempa, yang merupakan fungsi dari tipe struktur dan kemampuan daktilitas bahan dari komponen struktur yang berfungsi sebagai pemancar energi. Makin tinggi nilai  $K$  maka makin rendah kemampuan daktilitasnya.

Faktor jenis struktur  $K$  juga dimaksudkan untuk menampung perbedaan dalam perilaku gempa dari sistem gedung yang berbeda. Besarnya nilai  $K$  bergantung pada kemampuan dari sistem struktur dan bahan bangunan yang bersangkutan untuk memancarkan energi di dalam sejumlah siklus pembebanan. Nilai  $K$  juga bergantung pada derajat kehiperstatikan struktur dengan anggapan bahwa sebagian besar dari Unsur-unsur pemancar energi yang telah dipilih di dalam sistem penahan gempa dari jenis struktur yang diberikan berpartisipasi dalam pemancaran energi gempa.

## 2.9. Simpangan Akibat Gaya Gempa

Simpangan (*drift*) diartikan sebagai perpindahan lateral relatif antara 2 tingkat bangunan atau dapat dikatakan sebagai simpangan mendatar tiap-tiap tingkat bangunan (James Ambrose, 1990). Simpangan lateral dari suatu sistem struktur akibat beban gempa dapat dilihat dari tiga pandangan yang berbeda.

- Kestabilan struktur (*structural stability*).
- Kesempurnaan arsitektural (*architectural integrity*) dan potensi kerusakan bermacam – macam komponen buka struktur.

## BAB III

### TATA CARA PERENCANAAN

#### 3.1. Dasar Perencanaan

Dalam menentukan gaya gempa yang terjadi pada tiap lantai dalam sebuah struktur gedung, kita harus mengetahui parameter-parameter yang berpengaruh dalam gaya gempa horizontal tersebut.

##### 3.1.1. Menghitung Berat Total Bangunan

Adapun berat total bangunan adalah jumlah kumulatif dari semua beban beban yang bekerja baik itu beban mati, beban hidup beban angin ataupun beban gempa itu sendiri dalam satuan berat. Untuk mencari gaya gempa, diperlukan beban mati dan beban hidup yang bekerja pada bangunan tersebut, karena beban ini bekerja pada arah yang sama.

##### 3.1.2. Berat Total Akibat Beban Mati

Beban mati adalah beban dengan besar yang konstan dan berada pada posisi yang sama setiap saat. Beban ini terdiri dari berat sendiri struktur dan beban lain yang melekat pada struktur secara permanen. Termasuk dalam beban mati adalah berat rangka, dinding, lantai, atap, plafon, dll.

Untuk beban mati lantai ke-*i*, perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Balok} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times (\text{lebar balok}) \times (\text{panjang balok}) \times (\text{tinggi balok})$$

$$\text{Kolom} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times (\text{lebar kolom}) \times (\text{panjang kolom}) \times (\text{tinggi kolom})$$

$$\text{Pelat} = 2400 \text{ kg/m}^3 \times (\text{lebar pelat}) \times (\text{panjang pelat}) \times (\text{tinggi pelat})$$

$$\text{Plafon + Rangka} = 18 \text{ kg/m}^2 \times (\text{luas plafon})$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

- Spesie =  $21 \text{ kg/m}^2 \times (\text{luas spesie})$
- Keramik =  $24 \text{ kg/m}^2 \times (\text{luas keramik})$

---

- WD = Berat mati pada lantai ke i

### 3.1.3. Berat Total Akibat Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang besar dan posisinya dapat berubah-ubah. Beban hidup yang dapat bergerak dengan tenaganya sendiri disebut beban bergerak, seperti kendaraan, manusia, dan crane. Sedangkan beban yang dapat dipindahkan antara lain furniture, material dalam gudang, dll. Besarnya beban hidup pada struktur bergantung pada fungsi bangunan tersebut. Adapun nilai beban hidup akibat fungsi bangunan dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 3.1. Beban hidup untuk tiap fungsi bangunan

Fungsi Bangunan	Beban Hidup per Meter	
		Luas
a Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b		200 $\text{kg/m}^2$
b Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang – gudang yang tidak penting yang bukan untuk toko atau ruang kerja		150 $\text{kg/m}^2$
c Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel dan asrama		250 $\text{kg/m}^2$
d Lantai ruang olah raga		400 $\text{kg/m}^2$
e Tangga, bordes, tangga dan gang dari yang		300 $\text{kg/m}^2$

	disebut dalam c	
f	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
g	Lantai dan balkon – balkon dari ruang – ruang untuk pertemuan, tidak termasuk yang disebut dari a sampai f, seperti gereja, ruang konser, ruang pertunjukan, ruang rapat, bioskop dan sebagainya, juga panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m <sup>2</sup>
h	Panggung penonton tempat berdiri atau dengan tempat duduk tidak tetap	500 kg/m <sup>2</sup>
i	Tangga, bordes tangga, lantai dan gang ruang – ruang yang disebut dalam d, f, g, dan h	500 kg/m <sup>2</sup>
j	Lantai ruang pelengkap dari ruang – ruang yang disebut dalam c, d, f, dan g	250 kg/m <sup>2</sup>
k	Untuk lantai – lantai ruang kerja, gudang, garasi, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat – alat dan mesin dan lain – lain muatan hidup harus ditentukan tersendiri sesuai dengan muatan hidup maksimum yang dapat diharapkan, akan tetapi tidak boleh kurang dari nilai pada kolom di samping	400 kg/m <sup>2</sup>
l	Balkon – balkon yang menjorok bebas ke luar harus diperhitungkan terhadap muatan hidup	300 kg/m <sup>2</sup>

dari lantai dalam yang berbatasan dan nilainya tidak boleh kurang dari nilai pada kolom di sebelah

Sumber : *Pedoman Perencanaan untuk Rumah dan gedung*, Departemen PU (1987)

Total beban hidup untuk lantai ke-i adalah beban hidup per satuan luas dikalikan dengan luas pelat. Selanjutnya beban hidup ini disebut WL, yaitu beban mati pada lantai ke-i

#### 3.1.4. Reduksi Beban Hidup

Pada Peraturan Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987 telah dijelaskan bahwa peluang untuk tercapainya suatu persentase tertentu dari beban hidup yang membebani struktur pemikul suatu gedung selama umur gedung tersebut, bergantung pada penggunaan gedung tersebut untuk apa beban hidup yang akan ditinjau. Berhubung peluang untuk terjadinya beban hidup penuh yang bekerja membebani semua bagian dan unsur struktur secara serempak selama umur gedung tersebut adalah sangat kecil maka beban hidup yang ada dianggap tidak bekerja sepenuhnya, sehingga beban hidup terbagi rata yang ditentukan dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi berdasarkan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan gedung	Koefisien Reduksi Beban Hidup
<b>PERUMAHAN</b>	
Rumah tinggi, asrama, hotel, rumah sakit	0.3
<b>PENDIDIKAN</b>	
Sekolah, ruang kuliah	0.5
<b>UNIVERSITAS MEDAN AREA</b>	0.5

---

Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang

dansa, ruang pagelaran

---

KANTOR

0.3

Kantor, bank

---

PERDAGANGAN

0.8

Toko, toserba, pasar

---

PENYIMPANAN

0.8

Gudang, perpustakaan, ruang arsip

---

INDUSTRI

0.9

Pabrik, bengkel

---

TEMPAT KENDARAAN

0.5

Garasi, gudang parker

---

GANG DAN TANGGA

0.3

- Perumahan
  - Penghunian, pendidikan, kantor
  - pertemuan umum, perdagangan ,  
penyimpanan, industri, tempat  
kendaraan
- 

Sumber : *Pedoman Perencanaan untuk Rumah dan gedung*, Departemen PU (1987)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24

### 3.1.5. Menentukan Massa per Lantai

Untuk menentukan metode spektrum respon maka harus diketahui terlebih dahulu massa tiap lantainya. Massa struktur pada umumnya terkonsentrasi pada masing-masing tingkat dan untuk menghitung massa pada tiap tingkat digunakan pendekatan *lumped mass*. *Lumped mass* adalah model diskretisasi massa dimana massa dianggap menggumpal pada tempat-tempat tertentu. menurut Carr (1993) untuk menghitung massa baik yang single lumped mass maupun multiple lumped mass maka dapat dipakai formulasi sederhana berikut:

$$m = \frac{W}{g}$$

dimana

m adalah massa tiap lantai

W adalah berat bangunan tiap lantai

g adalah percepatan gravitasi yaitu  $9.81 \text{ m/det}^2$

### 3.1.6. Menentukan Kekakuan Kolom

Dalam menentukan kekakuan struktur, kita harus berasumsi bahwa titik pertemuan antara balok dan kolom tidak berotasi agar balok tetap horizontal sebelum dan sesudah terjadi penggoyangan. Apabila asumsi ini digunakan, kondisi kolom dengan dukungan jepit-jepit akan diperoleh. Pada kondisi tersebut tentu saja kolom akan menjadi sangat kaku, karena rotasi pada kolom akan mengurangi kekakuan kolom.

Untuk menghitung kekakuan kolom, diambil model kolom jepit-jepit seperti

gambar di bawah:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

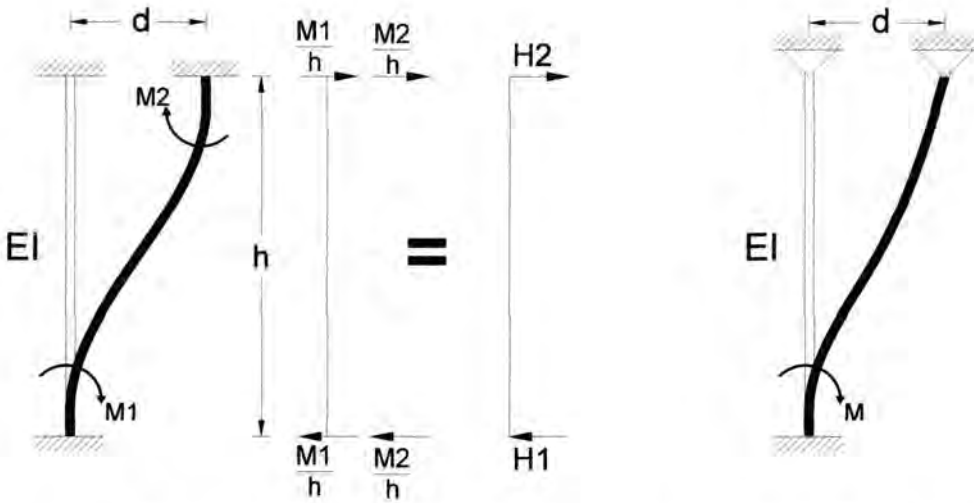
Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24



a) Kekakuan Kolom Jepit - Jepit                      b) Kekakuan Kolom Jepit - Sendi

Gambar 3.1. Kekakuan kolom jepit-jepit dan jepit-sendi  
 Sumber: *Respon Dinamik Struktur Elastik*, Widodo (2000)

Menurut prinsip mekanika, suatu kolom jepit-jepit sepanjang h dengan kekakuan lentur EI yang salah satu ujungnya mengalami perpindahan sebesar d, maka pada ujung – ujung elemen akan timbul momen sebesar :

$$M_1 = \frac{6 EI}{h^2} d \quad , \text{ dan } \quad M_2 = \frac{6 EI}{h^2} d$$

Dan karena elemen tersebut memiliki potongan yang prismatis maka  $M_1$  akan mempunyai besar yang sama dengan  $M_2$ . Selanjutnya gaya momen akan menimbulkan gaya geser yang bekerja pada tiap – tiap join yaitu sebesar  $H_1$  dan  $H_2$

$$H_1 = H_2 = \frac{M_1}{h} + \frac{M_2}{h} = \left[ \frac{6 EI}{h^3} + \frac{6 EI}{h^3} \right] d$$

$$H_1 = H_2 = \frac{12EI}{h^3} d$$

Kekakuan kolom akan didapatkan dengan membandingkan gaya horizontal terhadap perpindahan pada salah satu join, yaitu :

$$K = \frac{H}{d}$$



Dan dengan memasukkan nilai  $H = \frac{12EI}{h^3}d$  maka akan didapatkan nilai K untuk kondisi kolom dengan dukungan jepit-jepit.

$$K = \frac{12EI}{h^3}$$

Dengan mengikuti prinsip-prinsip mekanika di atas maka, kekakuan untuk kolom jepit – sendi akan diperoleh yaitu sebesar:

$$K = \frac{3EI}{h^3}$$

Dimana : E= Elastisitas Kolom

I= Inersia Kolom

h= Tinggi Kolom

### 3.2. Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987

#### 3.2.1. Waktu Getar Struktur

Waktu getar struktur (T) dapat ditentukan dengan rumus pendekatan berikut:

- Untuk struktur gedung berupa portal-portal tanpa unsur pengaku yang membatasi simpangan.

➤ Untuk portal baja

$$T = 0.085 H^{3/4}$$

➤ Untuk portal beton

$$T = 0.06 H^{3/4}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

• Untuk struktur gedung yang lain

Document Accepted 22/7/24

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

$$T = \frac{0.09 H}{\sqrt{B}}$$

Dimana :

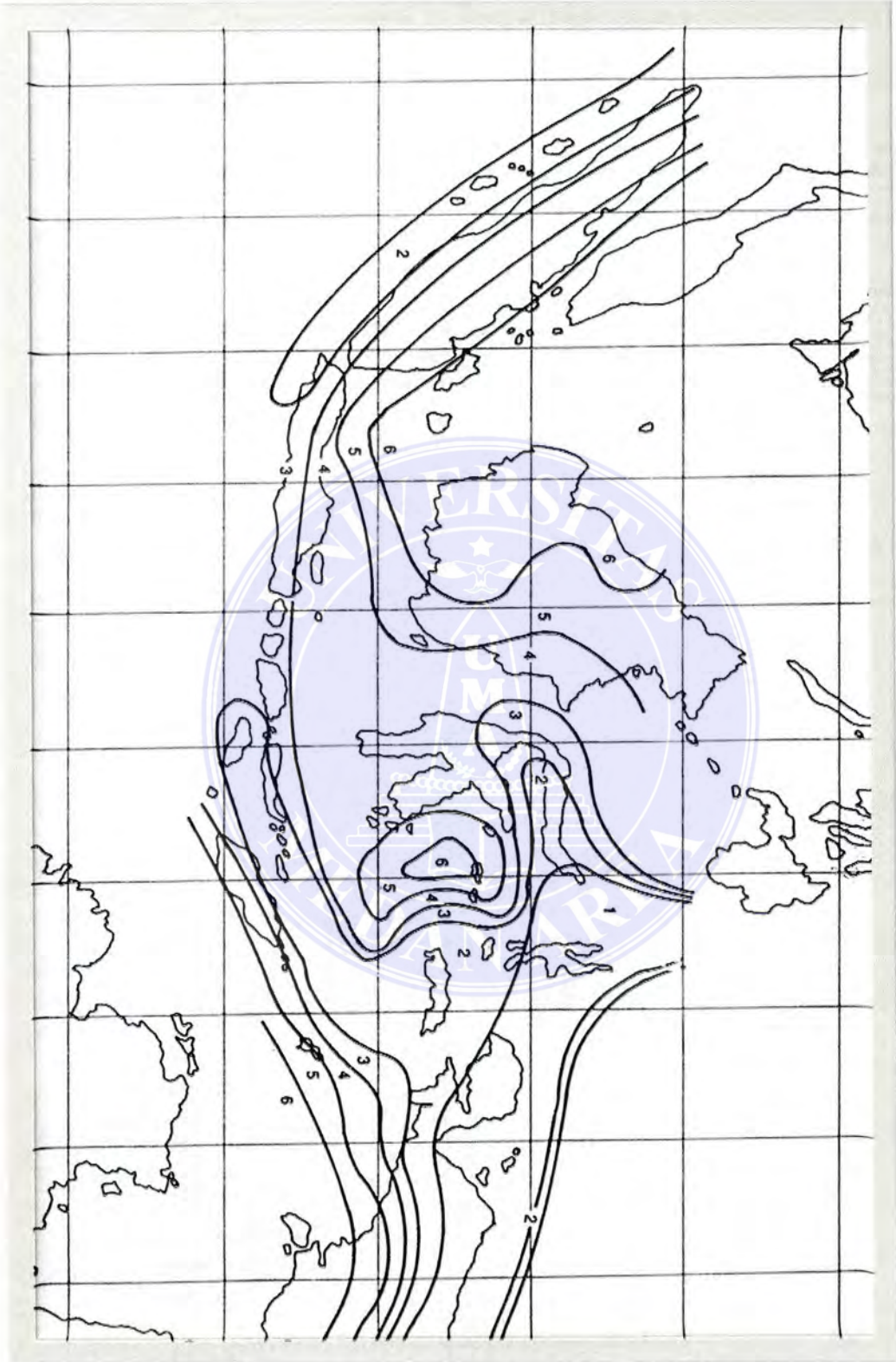
H= Ketinggian sampai puncak dari bagian utama gedung yang diukur dari taraf penjepitan lateral (dalam meter)

B= panjang seluruhnya dari denah struktur pada asalnya dalam arah yang ditinjau (dalam meter)

### 3.2.2. Spektrum Respon

Telah disajikan pada Peraturan Gempa SKBI-2.3.53/1987 bahwa di Indonesia terdapat 6 daerah gempa. Pembagian daerah gempa ini didasarkan pada frekuensi kejadian dan potensi daya rusak gempa yang terjadi di daerah tersebut. Daerah gempa I adalah daerah gempa terbesar sedangkan daerah gempa VI adalah daerah gempa yang paling kecil. Pembagian daerah gempa tersebut adalah seperti terlihat pada gambar 3.2 peta wilayah gempa Indonesia

Selanjutnya tiap-tiap daerah gempa akan mempunyai spektrum respon sendiri – sendiri. Spektrum respon akan diperlihatkan pada gambar 3.2. Spektrum ini adalah plot antara koefisien gempa dasar C dengan periode getar struktur secara umum dapat dikatakan bahwa koefisien gempa dasar C utamanya dipengaruhi oleh daerah gempa, periode getar struktur dan jenis tanah.



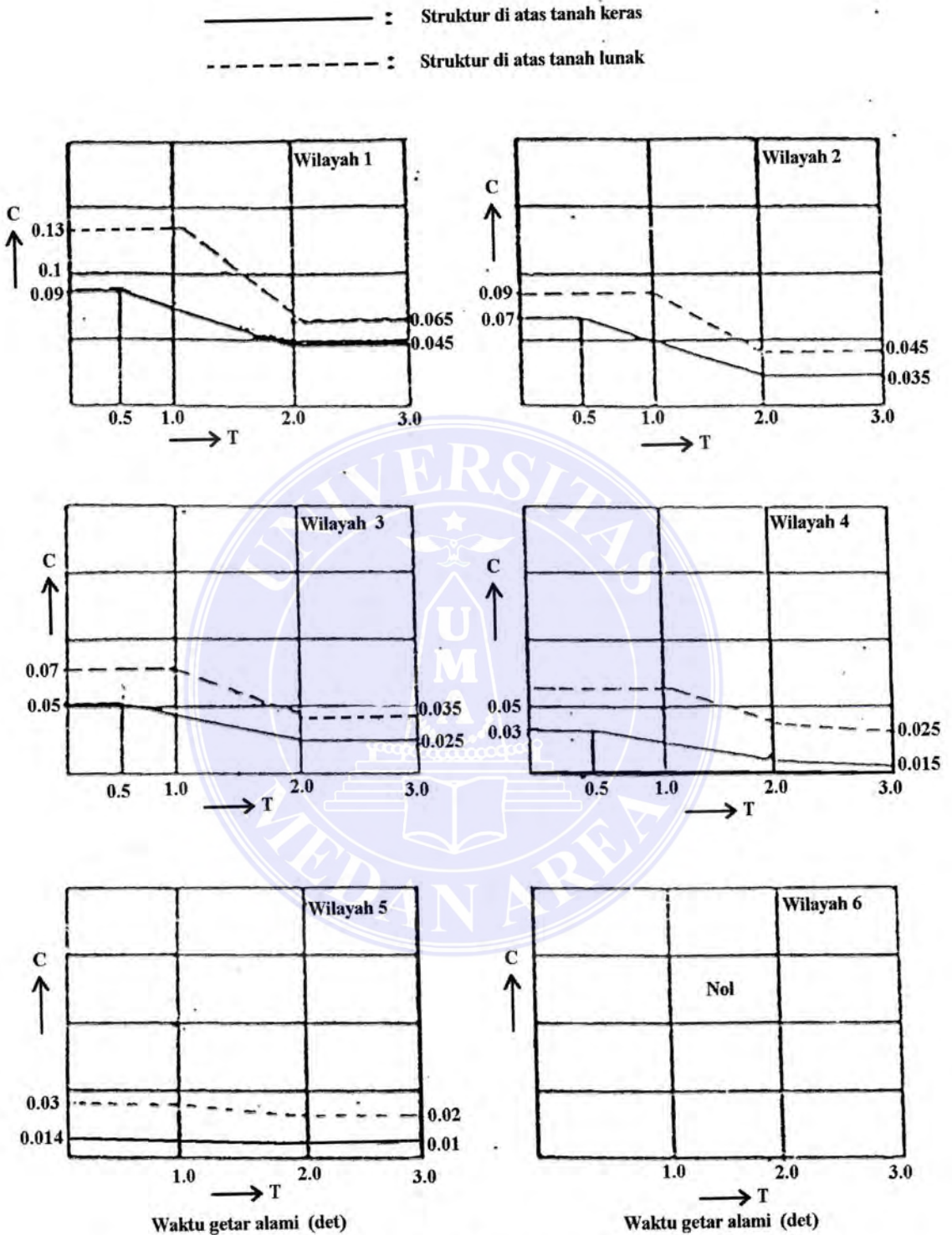
Gambar 3.2. Peta Wilayah Gempa Indonesia (Sumber: Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24



Gambar 3.2. Spektrum Respon untuk masing – masing daerah gempa  
 Sumber: Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987

### 3.2.3. Jenis Tanah untuk Penentuan Koefisien Gempa Dasar

Untuk setiap respon spektrum disajikan juga kondisi tanah, yaitu spektrum untuk tanah keras dan tanah lunak. Dalam buku Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987 dijelaskan bahwa suatu struktur harus dianggap tanah lunak apabila struktur tersebut terletak di atas endapan-endapan tanah dengan kedalaman-kedalaman yang melampaui nilai di bawah ini

Tabel 3.3. Ketentuan Jenis Tanah Lunak

Kondisi Tanah	Kedalaman Maksimal
Tanah kohesif dengan kekuatan geser pada pada kadar air tetap rata – rata tidak lebih dari $0.5\text{kg/cm}^2$	6 m
Untuk setiap tempat dimana lapisan yang menutupinya terdiri dari tanah kohesif pada kadar air tetap rata – rata mempunyai kekuatan geser $0.5\text{kg/cm}^2$ atau terdiri dari butiran tanah yang sangat padat	9 m
Tanah kohesif dengan kekuatan geser pada pada kadar air tetap rata – rata tidak lebih dari $1\text{kg/cm}^2$	12 m
Untuk tanah butiran terasmen yang padat	20 m

Sumber: *Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987*

Tanah bawah yang lebih dangkal dari pembatasan-pembatasan di atas harus dianggap sebagai tanah keras. Sementara itu, kedalaman harus diukur pada taraf dimana tanah sudah memberikan penjepitan lateral yang efektif kepada struktur

gedung.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24

### 3.2.4. Faktor Keutamaan (I)

Waktu ulang dari kerusakan struktur gedung akibat gempa akan diperpanjang dengan pemakaian suatu faktor keutamaan yang lebih besar dari 1. Suatu faktor yang lebih besar harus dipakai pada gedung-gedung pusat pelayanan utama yang penting bagi usaha penyelamatan setelah suatu gempa terjadi, gedung-gedung monumental dan gedung-gedung yang dapat mendatangkan bahaya luar biasa kepada masyarakat umum. Faktor keutamaan untuk jenis gedung harus diambil menurut tabel berikut ini

Tabel 3.4. Faktor Keutamaan I Berbagai Jenis Gedung

Jenis Gedung	Faktor Keutamaan I
Gedung – gedung monumental	1.5
Fasilitas – fasilitas yang penting dan harus tetap berfungsi setelah suatu gempa terjadi seperti:	
Rumah sakit	
Sekolah	
Bangunan penyimpanan bahan pangan	1.5
Pusat penyelamatan dalam keadaan darurat	
Pusat pembangkit tenaga	
Bangunan air minum	
Fasilitas radio dan televisi	
Tempat orang berkumpul	
Gedung – gedung yang menyimpan bahan yang berbahaya (seperi asam, bahan beracun, dll)	2.0
Gedung – gedung lain	1.0

### 3.2.5. Jenis Struktur (K)

Apabila dipakai lebih dari satu sistem struktur di dalam suatu gedung maka yang dipakai adalah faktor jenis struktur untuk sistem yang dominan dalam menghasilkan ketahanan terhadap gempa, tetapi kombinasi sistem-sistem struktur tersebut harus tetap ditinjau dalam perhitungan waktu getar alami dari struktur tersebut. Faktor jenis struktur untuk untuk berbagai jenis struktur dapat diambil menurut tabel.

Tabel 3.5. Faktor Jenis Struktur K

Jenis Struktur Rumah / Gedung	Bahan Bangunan	Faktor Jenis Struktur K
Portal daktail	Beton bertulang	1.0
	Beton pratekan	1.4
	Baja	1.0
	Kayu	1.7
Dinding geser berangka daktail	Beton bertulang	1.0
Dinding geser kantilever daktail	Beton bertulang	1.2
	Dinding berongga bertulang	2.5
	Kayu	2.0
Dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas	Beton bertulang	3.0
	Dinding berongga bertulang	2.5
	Kayu	2.5
Portal dengan ikatan diagonal	Beton bertulang	2.5
	Baja	2.5

	Kayu	3.0
Struktur kantilever tak bertingkat	Beton bertulang	2.5
	Baja	2.5
Cerobong, tanki kecil	Beton bertulang	3.0
	Baja	3.0

Sumber: *Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987*

### 3.2.6. Beban Geser Dasar Akibat Gempa

Setiap struktur gedung harus direncanakan dan dilaksanakan untuk menahan suatu beban gempa dasar akibat gempa ( $V$ ) dalam arah-arrah yang ditentukan menurut rumus Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987 berikut ini :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t$$

Dimana	C	=	Koefisien gempa dasar
	I	=	Faktor keutamaan bangunan
	K	=	Faktor jenis struktur
	$W_t$	=	Kombinasi dari seluruh beban mati dan beban hidup vertikal yang direduksi dan bekerja di atas taraf penjepitan lateral

### 3.2.7. Pembagian Beban Geser Dasar Akibat Gempa

Pembagian beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung pada umumnya tidak sederhana, karena gaya geser sepanjang tinggi gedung merupakan hasil superposisi gaya-gaya geser dari sejumlah ragam getaran. Sumbangan relatif dari masing – masing ragam getaran itu terhadap gaya-gaya geser total tergantung

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24



pada sejumlah faktor, pembagian massa dan kekakuan struktur sepanjang tinggi gedung.

Beban geser dasar akibat gempa ( $V$ ) harus dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horizontal terpusat yang bekerja pada masing – masing tingkat lantai menurut rumus Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987 berikut ini:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum_{i=1}^n W_i h_i} V$$

Dimana

- $F_i$  = Gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke- $i$   
 $h_i$  = Tinggi lantai ke- $i$  terhadap dasar lantai  
 $W_i$  = Total berat beban mati dan beban hidup pada lantai ke- $i$   
 $V$  = Beban geser dasar

Untuk  $h_n$  adalah ketinggian sampai tingkat tertinggi diukur dari penjepitan lateral dan ditentukan sebagai berikut :

- Apabila rasio antara tinggi struktur gedung dan ukuran denahnya dalam arah pembebanan gempa sama dengan atau melebihi 3, maka  $0,1 V$  harus dianggap sebagai beban horisontal terpusat yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat paling atas, sedangkan  $0,9 V$  sisanya harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal.
- Untuk cerobong -cerobong yang berdiri di atas tanah,  $0,2V$  harus dianggap sebagai beban terpusat di atasnya, sedangkan  $0,8V$  sisanya harus dibagikan menurut rumus di atas.

- c) Untuk tangki-tangki yang dinaikkan, beban  $F_i$  adalah sama dengan  $V$  dan bekerja pada titik berat seluruh struktur beserta isinya

### 3.2.8. Waktu Getar Struktur dengan T Rayleigh

Setelah melakukan analisa terhadap struktur, maka akan didapatkan besarnya simpangan yang terjadi akibat beban gempa untuk tiap lantai. Selanjutnya berdasarkan Peraturan Gempa SKBI-2.3.53.1987 waktu getar alami struktur setelah perencanaan harus ditentukan dengan rumus T Rayleigh.

$$T = 6.3 \sqrt{\frac{\sum W_i \delta_i^2}{g \sum F_i \delta_i^2}}$$

Dimana

- $F_i$  = Gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke-i  
 $W_i$  = Total berat beban mati dan beban hidup pada lantai ke-i  
 $\delta_i$  = Simpangan horizontal pada tingkat ke-i akibat beban  $F_i$   
 $g$  = Percepatan gravitasi

Kemudian waktu getar struktur T Rayleigh digunakan kembali untuk menghitung besarnya koefisien gempa dasar  $C$ . Jika waktu getar T Rayleigh lebih besar dari 80% T struktur, maka perhitungan yang dilakukan dapat diselesaikan. Tetapi apabila waktu getar T Rayleigh ternyata lebih kecil dari 80% T struktur, perhitungan akan dilanjutkan dengan memakai nilai T Rayleigh sebagai waktu getar alami struktur.

### 3.3. Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002

#### 3.3.1. Waktu Getar Struktur

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental  $T_1$  dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien  $\zeta$  untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya  $n$  menurut persamaan

$$T_1 < \zeta n$$

di mana koefisien  $\zeta$  ditetapkan menurut tabel

Tabel 3.6. Koefisien  $\zeta$  yang membatasi waktu getar alami

Wilayah Gempa	$\zeta$
1	0.20
2	0.19
3	0.18
4	0.17
5	0.16
6	0.15

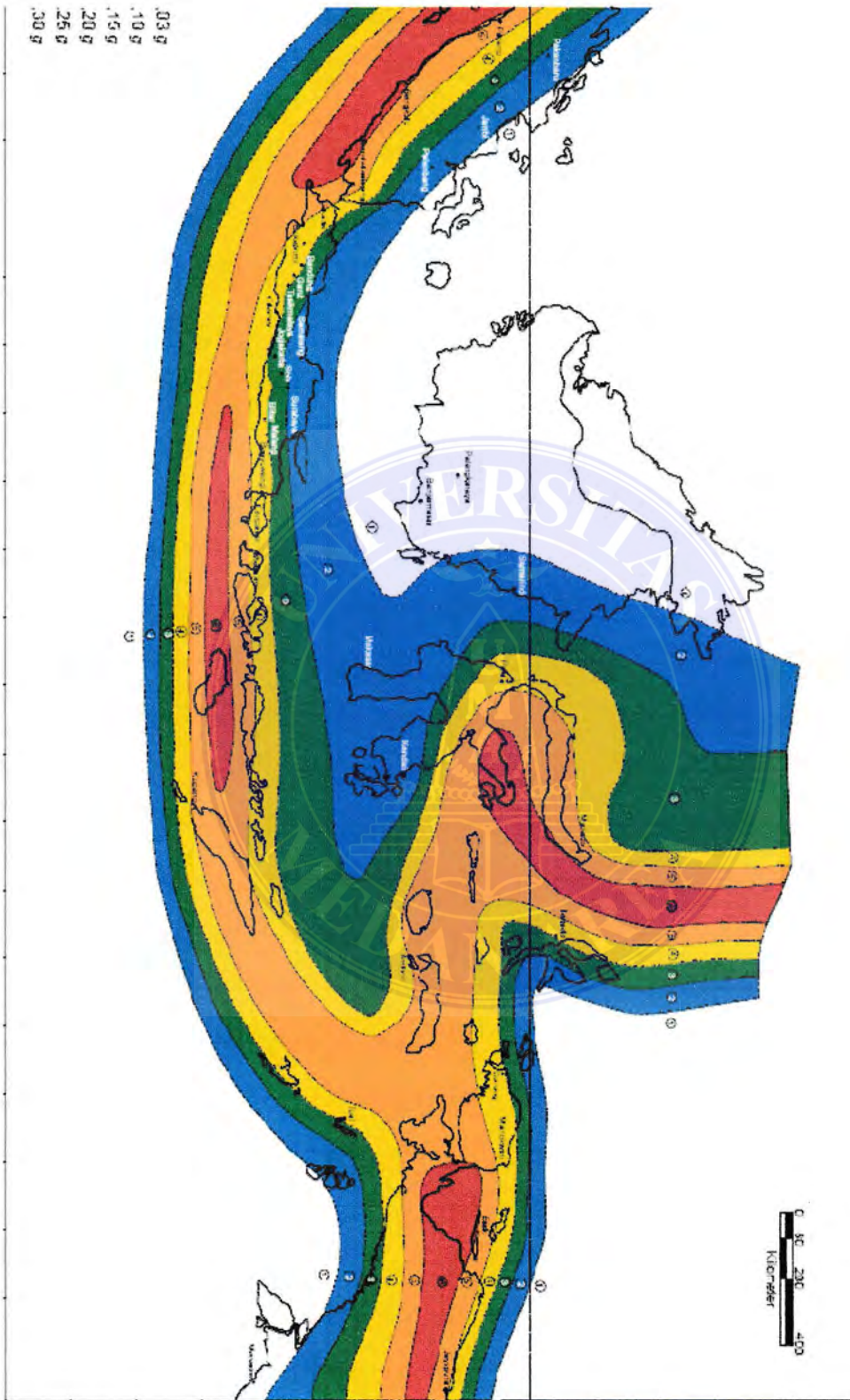
Sumber: Peraturan Gempa SNI 03- 1726- 2002

### 3.3.2. Spektrum Respon

Telah disajikan pada Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002 bahwa di Indonesia terdapat 6 daerah gempa. Pembagian daerah gempa ini didasarkan pada frekuensi kejadian dan potensi daya rusak gempa yang terjadi di daerah tersebut. Daerah gempa VI adalah daerah gempa terbesar sedangkan daerah gempa I adalah daerah gempa yang paling kecil. Pembagian daerah gempa tersebut adalah seperti terlihat pada gambar 3.3.

Selanjutnya tiap tiap daerah gempa akan mempunyai spektrum respon sendiri-sendiri. Spektrum respon akan diperlihatkan pada gambar Spektrum ini adalah plot antara koefisien gempa dasar  $C$  dengan periode getar struktur . secara umum dapat dikatakan bahwa koefisien gempa dasar  $C$  utamanya dipengaruhi oleh daerah gempa, periode getar struktur dan jenis tanah.

Untuk setiap respon spektrum disajikan juga pengaruh kondisi tanah, yaitu spektrum untuk tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras. Defenisi tanah lunak, tanah sedang dan tanah keras ini dapat didekati dengan beberapa kriteria. Kriteria yang dapat dipakai untuk menentukan jenis tanah ini diantaranya adalah jenis dan kedalaman tanah endapan, nilai  $N$ -SPT, nilai kuat geser tanah  $C_u$ , dan kecepatan gelombang geser  $V_s$ .



Gambar 3.3. Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Sumber: Peraturan Gempa SNI 03- 1726- 2002

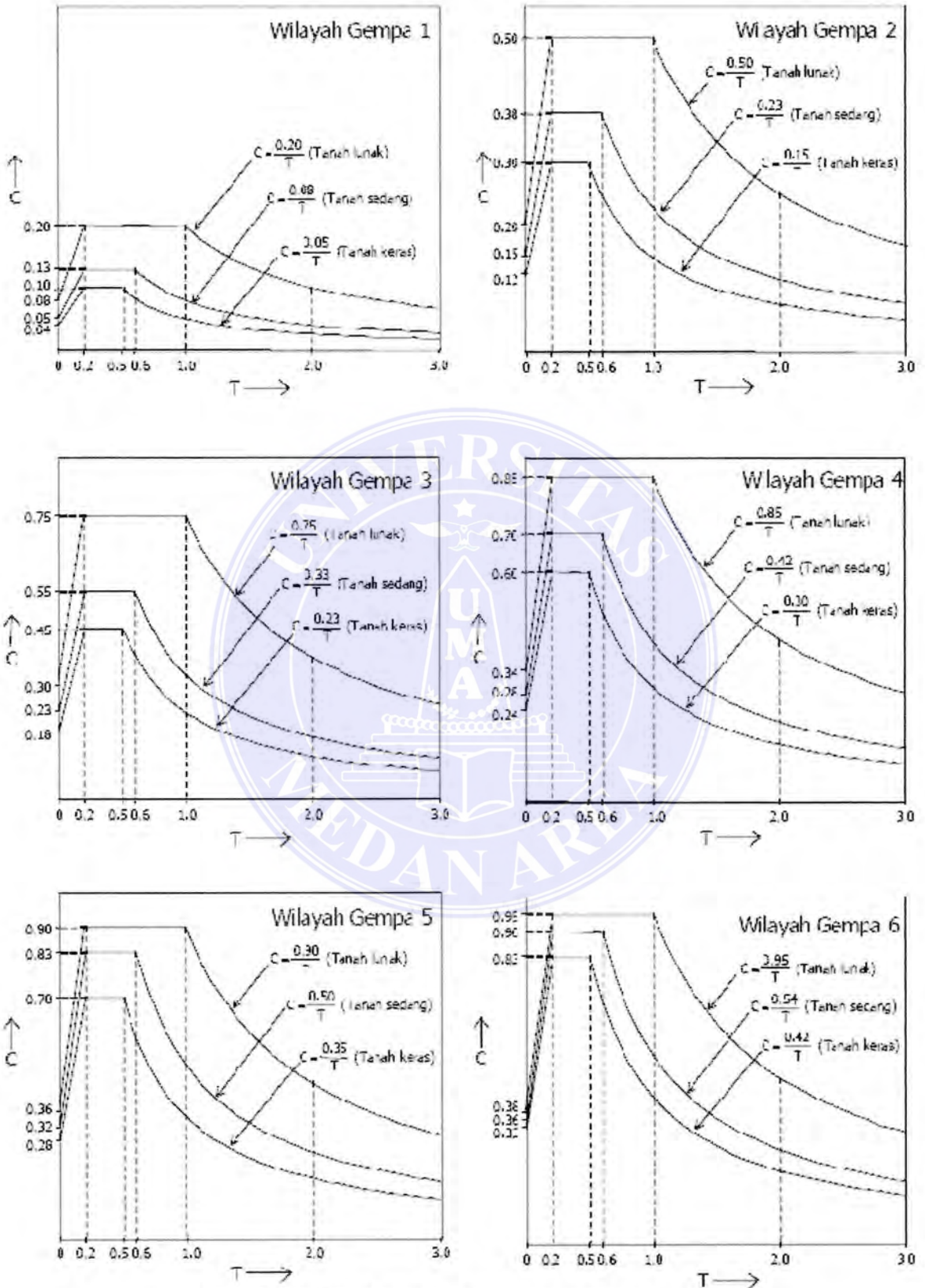
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



Gambar 3.4. Spektrum respon gempa rencana

Sumber: Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002

### 3.3.3. Jenis Tanah untuk Penentuan Koefisien Gempa Dasar

Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak, apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam Tabel berikut.

Tabel 3.7. Ketentuan jenis- jenis tanah

Jenis Tanah	Kecepatan Rambat Gelombang Geser rata – rata $\bar{V}_s$ (m/det)	Nilai Hasil Test Penetrasi Standard rata – rata $\bar{N}$	Kuat Geser Niralir rata- rata $\bar{S}_u$ (kPa)
Tanah Keras	$\bar{V}_s \geq 350$	$\bar{N} \geq 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq \bar{V}_s < 350$	$15 < \bar{N} < 50$	$50 \leq \bar{S}_u < 100$
Tanah Lunak	$175 < \bar{V}_s$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
Tanah Khusus	Atau, setiap profil dengan tanah lunak yang tebal total lebih dari 3 m dengan $PI > 20$ , $w_n > 40\%$ dan $S_u < 25$ kPa		
	Yang dimaksud dengan jenis Tanah Khusus adalah jenis tanah yang tidak memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam tabel di atas. Di samping itu, yang termasuk dalam jenis tanah khusus adalah juga tanah yang memiliki potensi likuifaksi yang tinggi, lempung sangat peka, pasir yang tersementasi rendah yang rapuh, tanah gambut, tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi dengan ketebalan lebih dari 3 m, lempung sangat lunak dengan $PI$ lebih dari 75 dan ketebalan lebih dari 10 m, lapisan lempung dengan $25 \text{ kPa} < S_u < 50 \text{ kPa}$ dan ketebalan lebih dari 30 m.		

Sumber: Peraturan Gempa SNI 03- 1726- 2002

### 3.3.4. Faktor Keutamaan (I)

Waktu ulang dari kerusakan struktur gedung akibat gempa akan diperpanjang dengan pemakaian suatu faktor keutamaan yang lebih besar dari 1. Standar ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Akibat pengaruh gempa rencana, struktur gedung secara keseluruhan harus masih berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi diambang keruntuhan. gempa rencana ditetapkan mempunyai perioda ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun.

Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung dan umur gedung tersebut yang diharapkan, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I menurut persamaan :

$$I = I_1 I_2$$

Dimana  $I_1$  adalah faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung, sedangkan  $I_2$  adalah faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut. Faktor-faktor keutamaan  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I$  ditetapkan menurut tabel



Tabel 3.8. Faktor Keutamaan I Berbagai Jenis Gedung

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I
Gedung umum seperti untuk perumahan, perniagaan dan perkantoran	1.0	1.0	1.0
Monumen dan bangunan monumental	1.0	1.6	1.6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televise	1.4	1.0	1.4
Gedung untuk penyimpanan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam dan bahan beracun	1.6	1.0	1.6
Cerobong, tangki di atas menara	1.5	1.0	1.5

Sumber: Peraturan Gempa SNI 03- 1726- 2002

### 3.3.5. Daktilitas (R)

Nilai faktor daktilitas struktur gedung R di dalam perencanaan struktur gedung dapat dipilih menurut kebutuhan, tetapi tidak boleh diambil lebih besar dari nilai faktor daktilitas maksimum  $\mu_m$  yang dapat dikerahkan oleh masing-masing

sisu Universitas Medan Area gedung.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/7/24

Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24

Dalam tabel ditetapkan nilai  $\mu_m$  yang dapat dikerahkan oleh beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung, berikut faktor reduksi maksimum  $R_m$  yang bersangkutan.

Tabel 3.9. Faktor Daktilitas dimana  $u_m$  adalah faktor reduksi maksimum dan  $R_m$  adalah faktor reduksi minimum

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	$\mu_m$	$R_m$
Sistem dinding penumpu (Sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing).	Dinding geser beton bertulang	2.7	4.5
	Dinding penumpu dengan rangka baja ringan dan bresing tarik	1.8	2.8
	Rangka bresing dimana bresingnya memikul beban gravitasi		
	Baja	2.8	4.4
	Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6)	1.8	2.8
Sistem rangka gedung (sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing)	Rangka bresing eksentris baja (RBE)	4.3	7.0
	Dinding geser beton bertulang	3.3	5.5
	Rangka bresing biasa		
	Baja	3.6	5.6
	Beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6)	3.6	5.6
	Rangka bresing konsentrik khusus		
	Baja	4.1	6.4
	Dinding geser beton bertulang berangkai daktail	4.0	6.5
	Dinding geser beton bertulang kantilever daktail penuh	3.6	6.0
Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3.3	5.5	
Sistem rangka pemikul momen (Sistem struktur yang pada dasarnya	Rangka pemikul momen khusus (SPRMK)		

memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur)	Baja	5.2	8.5
	Beton	5.2	8.5
	Rangka pemikul momen menengah beton (SPRMM)	3.3	5.5
	Rangka pemikul momen biasa (SPRMB)		
	Baja	2.7	4.5
	Beton bertulang	2.1	3.5
	Rangka batang baja pemikul momen khusus (SRBPMK)	4.0	6.5
Sistem ganda terdiri dari : 1) Rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi 2) Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang – kurangnya 25% dari seluruh beban lateral 3) Kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama – sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi/sistem ganda)	Dinding geser		
	Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5.2	8.5
	Beton bertulang dengan SRPMB baja	2.6	4.2
	Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4.0	6.5
	RBE baja		
	Dengan SRPMK baja	5.2	8.5
	Dengan SPRMB baja	2.6	4.2
	Rangka bresing biasa		
	Baja dengan SPRMK baja	4.0	6.5
	Baja dengan SPRMB baja	2.6	4.2
	Beton bertulang dengan SPRMK beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6)	4.0	6.5
	Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk wilayah 5 dan 6)	2.6	4.2
	Rangka bresing konsentrik khusus		
	Baja dengan SPRMK baja	4.6	7.5
Baja dengan SPRMB baja	2.6	4.2	
Sistem struktur gedung kantilever (sistem gedung yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral)	Sistem struktur kolom kantilever	1.4	2.2
Sistem interaksi dinding geser dengan rangka	Beton bertulang biasa (tidak untuk wilayah 3,4,5, dan 6)	3.4	5.5
Subsistem tunggal (subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan)	Rangka terbuka baja	5.2	8.5
	Rangka terbuka beton bertulang	5.2	8.5
	Rangka terbuka beton bertulang dengan balok beton pratekan (bergantung pada indeks baja total)	5.2	8.5
	Dinding geser beton bertulang berangkai daktail penuh	3.3	5.5
	Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	4.0	6.5

Sumber: Peraturan Gempa SNI 03- 1726- 2002

### 3.3.6. Beban Geser Dasar Akibat Gempa

Setiap struktur gedung harus direncanakan dan dilaksanakan untuk menahan suatu beban gempa dasar akibat gempa ( $V$ ) dalam arah horizontal dan Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002 memberikan rumus beban gempa dasar akibat gempa sebagai berikut:

$$V = \frac{CI}{R} W_t$$



Dimana

- $C$ = Koefisien gempa dasar
- $I$ = Faktor keutamaan bangunan
- $R$ = Faktor reduksi gempa
- $W_t$ = Kombinasi dari seluruh beban mati dan beban hidup vertikal dan bekerja di atas taraf penjepitan lateral

### 3.3.7. Pembagian Beban Geser Dasar Akibat Gempa

Pembagian beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung pada umumnya tidak sederhana, karena gaya geser sepanjang tinggi gedung merupakan hasil superposisi gaya-gaya geser dari sejumlah ragam getaran. Sumbangan relatif dari masing – masing ragam getaran itu terhadap gaya-gaya geser total tergantung pada sejumlah faktor, pembagian massa dan kekakuan struktur sepanjang tinggi gedung.

Beban geser dasar akibat gempa ( $V$ ) harus dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horizontal terpusat yang bekerja pada masing-masing tingkat lantai menurut rumus Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002 berikut ini:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum_{i=1}^n W_i h_i} V$$

Dimana

- $F_i$  = Gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke-i  
 $h_i$  = Tinggi lantai ke-i terhadap dasar lantai  
 $W_i$  = Total berat beban mati dan beban hidup pada lantai ke-i  
 $V$  = Beban geser dasar

### 3.3.8. Waktu Getar Struktur dengan T Rayleigh

Setelah melakukan analisa terhadap struktur, maka akan didapatkan besarnya simpangan yang terjadi akibat beban gempa untuk tiap lantai. Selanjutnya waktu getar alami struktur setelah perencanaan harus ditentukan dengan rumus T Rayleigh.

$$T = 6.3 \sqrt{\frac{\sum W_i \delta_i^2}{g \sum F_i \delta_i^2}}$$

Dimana

- $F_i$  = Gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke-i  
 $W_i$  = Total berat beban mati dan beban hidup pada lantai ke-i  
 $\delta_i$  = Simpangan horizontal pada tingkat ke-i akibat beban  $F_i$   
 $g$  = Percepatan gravitasi

Berdasarkan Peraturan Gempa SNI 03-1726-2002, nilai dari waktu getar alami fundamental T struktur gedung yang digunakan untuk penentuan besarnya koefisien gempa dasar tidak boleh menyimpang lebih dari 20% dari nilai yang dihitung menurut waktu getar struktur T Rayleigh. Dan apabila nilai waktu getar alami fundamental yang diperoleh menyimpang lebih 20% dari waktu getar T Rayleigh, maka besarnya koefisien gempa dasar harus diubah dengan menggunakan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

waktu getar  $T$  Rayleigh pada respons spektrum, sehingga akan didapatkan koefisien gempa dasar yang baru.



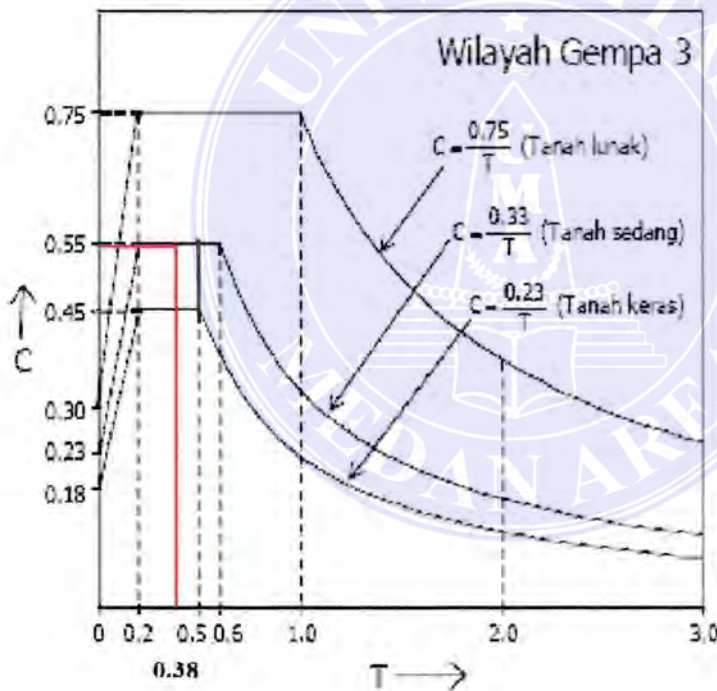
## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh antara lain sebagai berikut :

1. Untuk hasil Gedung yang direncanakan, diperoleh bahwa analisa berdasarkan Peraturan Gempa SNI-03-1726-2002 memberikan gaya horizontal rata-rata empat kali lipat lebih besar dari pada Peraturan Gempa SKBI-1.3.53.1987.



2. Dari hasil analisa gaya gempa baik Peraturan Gempa SNI-03-1726-2002 memberikan gaya gempa yang lebih besar pada tiap tingkatnya dari pada Peraturan Gempa SKBI-1.3.53.1987. Hal ini memperlihatkan bahwa Peraturan Gempa SNI-03-726-2002 lebih terperinci.

## 5.2. Saran

1. Penggunaan Peraturan Gempa SNI-03-1726-2002 sangat dianjurkan untuk perencanaan bangunan tahan gempa dewasa ini. Karena peraturan ini memberikan keakuratan yang lebih besar jika dibandingkan dengan Peraturan Gempa SKBI – 1.3.53.1987.
2. Adanya revisi dari Peraturan Gempa SNI-03-726-2002 akan lebih baik karena diperkirakan gaya gempa yang akan terjadi mungkin lebih besar dari gaya gempa rencana, dan hal ini tentu saja akan membahayakan keselamatan masyarakat pengguna bangunan tahan gempa tersebut.
3. Minimnya informasi dan penjelasan kedua standard dapat menyulitkan proses pemahaman dan interpretasi para pengguna buku peraturan gempa. Oleh karena itu sangat diharapkan pada standard-standard peraturan gempa yang akan datang perlu diberikan penjelasan dan referensi secara lebih detail.





## DAFTAR PUSTAKA

Agus.2002 *Rekayasa Gempa Untuk Teknik Sipil*. Bandung.

Anonim.1987 SKBI-2.3.53.1987. *Petunjuk Perencanaan Beton Bertulang dan Struktur Dinding Bertulang untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Departemen Pekerjaan Umum.1987 *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta: Penerbit PU.

Kusuma, Takim Andriono.1987 *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Panitia Teknik Standarisasi.2002 *SNI 03-1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, Bandung : Badan Standarisasi Nasional.

Purwono, Prof. Ir. Rachmat, M.Sc.2003 *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya : Penerbit Ipspress.

Sunggono v,1995 *Buku Teknik Sipil*, Bandung : Penerbit Nova.

Stroud, Dexter J Booth.2001 *Matematika Teknik*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Thimoshenko, JN Godier.1984 *Teori Elastisitas*, Jakarta: Penerbit Sapdodadi.

Wigroho, H.Y.2001 *Analisis dan Perancangan Struktur Frame Menggunakan SAP2000 Versi. 7.42*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)22/7/24