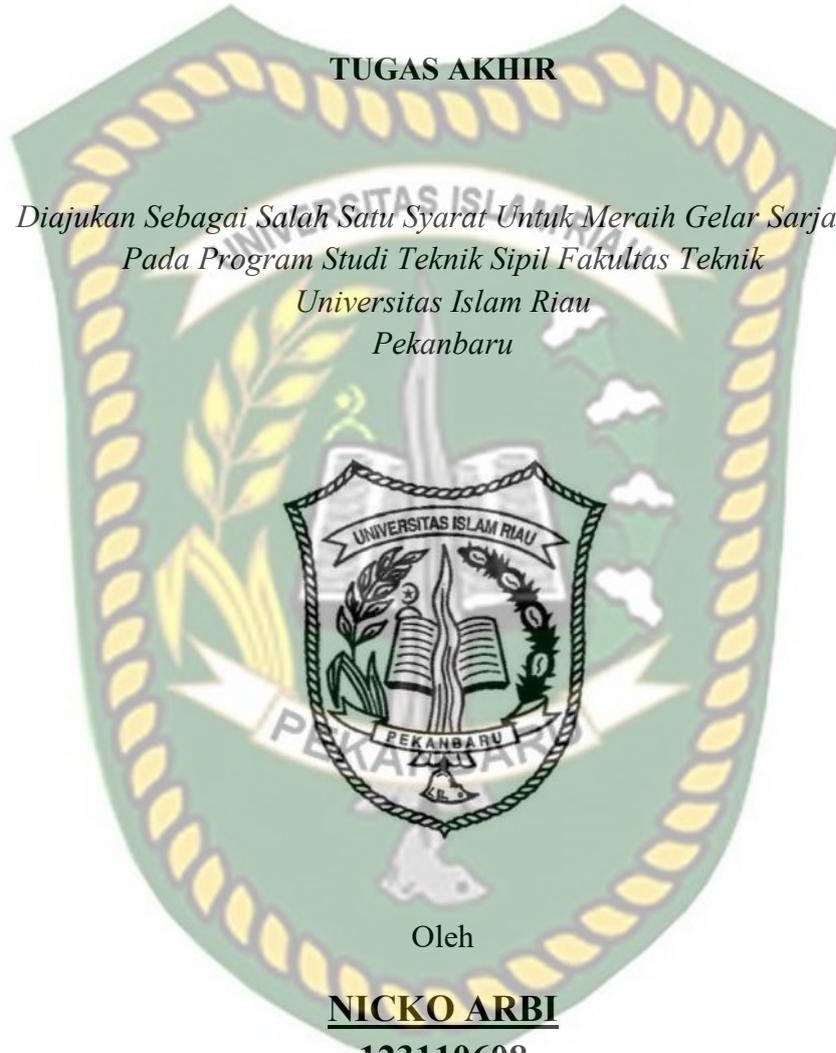


**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau  
Pekanbaru*



Oleh

**NICKO ARBI**

**123110608**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2019**

# HALAMAN PERSETUJUAN

## TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

DISUSUN OLEH :

**NICKO ARBI**  
**NPM. 123110608**

**Diperiksa dan Disetujui oleh :**

**Sri Hartati Dewi, ST., MT**  
**Pembimbing I**

.....  
Tanggal :

**Mahadi Kurniawan, ST., MT**  
**Pembimbing II**

.....  
Tanggal :



# HALAMAN PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL

DISUSUN OLEH :

NICKO ARBI  
NPM. 123110608

Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 25 Juni 2019 Dan Dinyatakan  
Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Sri Hartati Dewi, ST.,MT  
Dosen Pembimbing I

Mahadi Kurniawan, ST.,MT  
Dosen Pembimbing II

Sapitri, ST.,MT  
Dosen Penguji

Roza Mildawati, ST.,MT  
Dosen Penguji

Pekanbaru, 25 Juni 2019  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
FAKULTAS TEKNIK

Ir. H. Abd Kudus Zaini, MT.,MS.,Tr.  
Dekan

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (strata satu), baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “*software*” komputer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 26 Juni 2019



NICKO ARBI

## KATA PENGANTAR

---



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

---

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh*

Alhamdulillah rabbi 'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan Hidayah-Nya berupa akal, pikiran serta kesehatan jasmai dan rohani kepada penulis tetap bersemangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan harapan. Shalawat serta salam untuk Nabi Muhammad SAW, berkat perjuangan beliau kita bisa menikmati ilmu pengetahuan seperti saat sekarang ini.

Melalui proses yang panjang akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ **Pengaruh Penambahan Lantai Terhadap Kolom Pendek Akibat Kombinasi Beban Aksial Dan Lateral** “ yang disusun sebagai persyaratan mengikuti kurikulum akademis pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST).

Pokok permasalahan utama dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan lantai tingkat yang terjadi diakibatkan oleh kombinasi beban. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penambahan lantai tingkat keberapa gedung tersebut tidak mampu menahan kombinasi beban.

Mengingat keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan tidak luput dari kesalahan. Karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, Juni 2019

Penulis

NICKO ARBI

## UCAPAN TERIMA KASIH

### *Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh*

Dengan segala kerendahan hati peneliti ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu peneliti dengan memberikan dorongan dan dukungan yang tak terhingga terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L. sebagai Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abd. Kudus Zaini, MT, Ms.,Tr. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT. sebagai Wakil Dekan Bidang Akademis Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak M. Ariyon, ST., MT. sebagai Wakil Dekan Bidang Keuangan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc. sebagai Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Elizar, ST., MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
7. Bapak Firman Syarif, ST., MEng. sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Ibu Sri Hartati Dewi, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing I.
9. Bapak Mahadi Kurniawan, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing II.
10. Ibu Safitri, ST., MT. sebagai Dosen Penguji.
11. Ibuk Roza Mildawati., MT. sebagai Dosen Penguji.
12. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Seluruh Staf dan Karyawan/i Tata Usaha (TU) Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
14. Seluruh Staf dan Karyawan/i Perpustakaan Teknik Universitas Islam Riau.

15. Orang tua tercinta Syamsudin dan Yurliana yang selama ini tak henti-hentinya mendo'akan, memberikan semangat, dan memberikan dukungan.
16. Bungsu Yunisa Atika yang selama ini memberikan do'a dan telah memberikan dorongan dan juga motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir.
17. Seluruh teman-teman yang selalu memeberi semangat dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini Arief Kurnia, Nuradi Aspiadi, Dedi Kurniawan, Eka Nanda Prasetya, Apri Sandra, Ahmad Ikmal, Angga Swanandra, Robi Elfa, Simon Petrus, Novri Erwanda, Affrizal Dede Permana, Ari corades, Ilyandi Saputra, Fahri Harari, Ario Dwiva Syahputra, Yuli Ekmal, dan yang special Kintan Fitri Novitaloka.
18. Seluruh teman-teman Teknik Sipil kelas angkatan 2012 A, kelas B, dan kelas C angkatan 2012.
19. Seluruh senior dan junior Teknik Sipil yang telah memberi semangat dan dukungannya.

Akhir kata penulis berharap agar Tugas Akhir ini nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua terutama bagi penulis sendiri.

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh***

Pekanbaru, Juni 2019

Penulis

NICKO ARBI



---

---

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

## DAFTAR ISI

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL                    |      |
| HALAMAN PERSETUJUAN              |      |
| HALAMAN PENGESAHAN               |      |
| HALAMAN PERNYATAAN               |      |
| KATA PENGANTAR.....              | i    |
| UCAPAN TERIMA KASIH.....         | ii   |
| DAFTAR ISI.....                  | iv   |
| DAFTAR TABEL.....                | vii  |
| DAFTAR GAMBAR.....               | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN.....             | ix   |
| DAFTAR NOTASI.....               | x    |
| ABSTRAK.....                     | xiv  |
| <br>                             |      |
| <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>        |      |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....        | 2    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....      | 2    |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....     | 3    |
| 1.5. Batasan Masalah.....        | 3    |
| <br>                             |      |
| <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>  |      |
| 2.1. Umum.....                   | 5    |
| 2.2. Penelitian Sebelumnya.....  | 5    |
| 2.3. Keaslian Penelitian.....    | 6    |
| <br>                             |      |
| <b>BAB III. LANDASAN TEORI</b>   |      |
| 3.1. Umum.....                   | 7    |
| 3.2. Struktur Kolom.....         | 7    |
| 3.2.1. Prinsip Desain Kolom..... | 8    |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.2. Jenis Kolom.....  | 9  |
| 3.2.3. Perencanaan Kolom.....  | 11 |
| 3.2.4. Asumsi Desain dan Faktor Reduksi Kekuatan.....                | 12 |
| 3.2.5. Penampang Kolom dengan Keruntuhan Seimbang.....               | 13 |
| 3.3 Diagram Interaksi.....   | 14 |
| 3.4 Konsep Gempa Bumi.....   | 16 |
| 3.5 Prosedur Analisis.....   | 17 |
| 3.5.1 Analisis Statik.....   | 21 |
| 3.5.2 Analisis Dinamik.....  | 22 |
| 3.6 Pembebanan.....  | 24 |
| 3.6.1 Beban Mati.....  | 24 |
| 3.6.1 Beban Hidup.....   | 24 |
| 3.7 Kombinasi Pembebanan.....  | 27 |
| 3.8 Sistem Struktur dan Parameter Sistem ( $R, C_d, \Omega_0$ )..... | 29 |
| 3.9 Periode Alami Struktur.....                                      | 30 |
| 3.10 Metode Respon spektrum.....                                     | 32 |

#### **BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 4.1. Lokasi Penelitian.....  | 38 |
| 4.2. Teknik Penelitian.....  | 38 |
| 4.3. Tahapan Penelitian..... | 38 |
| 4.4. Analisis Data.....      | 43 |

#### **BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

|   |    |
|---|----|
| 5.1. Hasil Analisis Kolom Pendek Sebelum Penambahan Lantai... 47      | 47 |
| 5.1.1 Hasil Analisis Sebelum Penambahan Lantai.....                   | 47 |
| 5.1.2 Hasil Analisis Setelah penambahan 1 Lantai.....                 | 50 |
| 5.1.3 Hasil Analisis Setelah Penambahan 2 Lantai.....                 | 53 |
| 5.2. Hasil Analisis Kolom Dengan Beban dan Momen Lentur Terbesar..... | 55 |

5.2.1 P aksial dan momen lentur pada kolom C9 sebelum penambahan lantai.....56

5.5.2 P aksial dan momen pada C9 setelah penambahan 2 lantai 57

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1. Kesimpulan ..... 60

6.2. Saran..... 60

**DAFTAR PUSTAKA**..... 61

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tabel 3.1.  | Prosedur Analisis yang Boleh Digunakan .....   | 17 |
| Tabel 3.2.  | Kategori Resiko Bangunan Gedung Dan Struktur Lainnya Untuk Beban Gempa Berdasarkan SNI-1726-2012 .....             | 19 |
| Tabel 3.3.  | Faktor Keutamaan Gempa Berdasarkan SNI-1726-2012.....  | 20 |
| Tabel 3.4.  | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Repons Percepatan Pada Periode Pendek berdasarkan SNI-1726-2012..... | 21 |
| Tabel 3.5.  | Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik berdasarkan SNI-1726-2012    | 21 |
| Tabel 3.6.  | Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum Dan Beban Hidup Terpusat Minimum ( SNI 1727-2013 ).....                   | 25 |
| Tabel 3.7.  | Faktor $R$ , $C_d$ , Dan $\Omega_0$ Untuk Sistem Gaya Gempa (SNI-1726-2012)  |    |
| Tabel 3.8.  | Nilai Parameter Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....   | 31 |
| Tabel 3.9.  | Koefisien Untuk batas Atas Pada Periode Yang Dihitung .....  | 31 |
| Tabel 3.10. | Klasifikasi Situs.....   | 34 |
| Tabel 3.11. | Koefisien Situs, $F_a$ .....   | 35 |
| Tabel 3.12. | Koefisien Situs, $F_v$ .....   | 36 |
| Tabel 5.1.  | Struktur kolom yang aman dan tidak aman.....   | 48 |
| Tabel 5.2.  | Hasil perhitungan beban aksial dan momen sebelum penambahan lantai .....   | 49 |
| Tabel 5.3.  | Struktur kolom yang aman dan tidak aman.....   | 51 |
| Tabel 5.4.  | Hasil perhitungan beban aksial dan momen setelah penambahan 1 lantai .....   | 52 |
| Tabel 5.5.  | Struktur kolom yang aman dan tidak aman.....   | 54 |
| Tabel 5.6.  | Hasil perhitungan beban aksial dan momen setelah penambahan 2 lantai .....   | 54 |
| Tabel 5.7.  | hasil perhitungan beban aksial dan momen sebelum penambahan lantai .....   | 56 |

## DAFTAR GAMBAR

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Gambar 3.1.  | Jenis-jenis kolom.....   | 10 |
| Gambar 3.2.  | Regangan kolom.....  | 14 |
| Gambar 3.3.  | Diagram Interaksi.....   | 15 |
| Gambar 3.4.  | Diagram Beban (P) dan waktu (t) .....  | 24 |
| Gambar 3.5.  | SS Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER).....  | 33 |
| Gambar 3.6.  | S1 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER).....  | 33 |
| Gambar 3.7.  | Respon Spektra desain .....  | 37 |
| Gambar 4.1.  | Tahapan pelaksanaan penelitian.....  | 41 |
| Gambar 4.2.  | Tahapan Analisa dengan ETABS .....   | 42 |
| Gambar 5.1.  | Kolom jenis K1-30x65 lantai dasar atau <i>basement</i> .....   | 50 |
| Gambar 5.2.  | Hasil analis kolom jenis K130x65 lantai dasar atau <i>basement</i> sebelum penambahan lantai .....         | 48 |
| Gambar 5.3.  | Diagram interaksi kolom jenis K1-30x65 lantai dasar atau <i>basement</i> sebelum penambahan lantai .....   | 50 |
| Gambar 5.4.  | Hasil analisis kolom lantai dasar atau <i>basement</i> setelah penambahan lantai 1 lantai.....             | 50 |
| Gambar 5.5.  | Diagram interaksi kolom jenis K1-30x65 basement setelah penambahan 1 lantai.....                           | 52 |
| Gambar 5.6.  | Hasil analis kolom <i>basement</i> setelah penambahan 2 lantai ...   | 53 |
| Gambar 5.7.  | Diagram interaksi kolom jenis K1-30x65 lantai dasar atau <i>basement</i> setelah penambahan 2 lantai ..... | 55 |
| Gambar 5.8.  | Denah posisi kolom yang mendapatkan beban terbesar .....   | 56 |
| Gambar 5.9.  | Grafik hubungan P-M pada kolom jenis K1-30x65- C9 sebelum penambahan lantai.....                           | 57 |
| Gambar 5.10. | Grafik hubungan P-M pada kolom jenis K1-30x65-C9 setelah 2 penambahan lantai.....                          | 58 |

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN A. ANALISA DATA

- A.1. Hasil Perhitungan kolom lantai dasar atau *basement* sebelum penambahan lantai ..... A-1
- A.2. Hasil perhitungan kolom lanatai dasar atau *basement* setelah penambahan 1 lantai ..... A-3
- A.3. Hasil perhitungan kolom basement setelah penambahan 2 lantai A-5
- A.4. Hasil Perhitungan gaya dalam C9 sebelum penambahan lantai . A-9
- A.5. Hasil Perhitungan gaya dalam C9 setelah penambahan 2 lantai A-12
- A.6. Tabel Hubungan Gaya aksial dan Momen..... A-15
- A.7. Kombinasi Pembebanan ..... A-16

### LAMPIRAN B. ANALISIS KOLOM DAN DENAH BANGUNAN

### LAMPIRAN C. SURAT-SURAT

## DAFTAR NOTASI

|           |   |
|-----------|---|
| $A$       | : Luasan Penampang ( $\text{mm}^2$ )                              |
| $A_{st}$  | : Luas Tulangan baja ( $\text{mm}^2$ )                            |
| $C_d$     | : faktor pembesaran defleksi                                      |
| CQC       | : metoda kombinasi kuadrat lengkap                                |
| $C_s$     | : Koefisien Desain Seismik (detik)                                |
| $C_t$     | : Spektrum Respons  |
| DL        | : beban mati (KN/m)   |
| $E$       | : pengaruh beban seismic  |
| $E_c$     | : Modulus elastisitas (MPa)                                       |
| $E_h$     | : pengaruh gaya seismik   |
| $E_v$     | : pengaruh gaya seismik vertical                                  |
| $F_a$     | : koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)   |
| $F_c'$    | : Kuat tekan beton (Mpa)  |
| $F_{PGA}$ | : koefisien situs untuk PGA                                       |
| $F_s$     | : Tegangan baja (Mpa)   |
| $F_v$     | : koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)    |
| $F_y$     | : Kuat Tarik baja (Mpa)   |
| $h$       | : Dimensi Penampang   |
| $h_n$     | : tinggi dari dasar sampai tingkat n (mili meter)                 |
| $I_e$     | : faktor keutamaan gempa  |
| KDS       | : Kategori Desain Seismik   |
| L         | : Panjang Kolom   |
| LL        | : beban hidup (KN/m)  |
| M         | : Momen (kNm)   |
| MCE       | : gempa tertimbang maksimum                                       |
| $MCE_G$   | : nilai tengah geometrik gempa tertimbang maksimum                |
| $MCE_R$   | : percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget |
| $M_n$     | : Momen nominal (kNm)   |

- $N$  : Tahanan Penetrasi Standar  
 $N_i$  : Nilai Hasil Uji Penetrasi Standar (SPT) Lapisan ke –  $i$   
 $P$  : Beban Aksial (kN)  
 $PGA$  : percepatan muka tanah puncak  $MCE_G$  terpeta  
 $PGA_M$  : percepatan muka tanah puncak  $MCE_G$  yang sudah disesuaikan akibat pengaruh kelas situs  
 $P_n$  : Beban aksial nominal (kN)  
 $Q_e$  : pengaruh gaya seismik horizontal dari  $V$  atau  $F_x$   
 $Q_E$  : pengaruh gempa horizontal  
 $R$  : koefisien modifikasi respon  
 $S_1$  : parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda 1 detik  
 $SA$  : batuan Keras  
 $SB$  : batuan  
 $SC$  : tanah keras, sangat padat dan batuan lunak  
 $SD$  : tanah sedang  
 $SD_1$  : parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik  
 $SD_S$  : parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek  
 $SE$  : tanah lunak  
 $SF$  : Tanah Khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik situs  
 $S_{MI}$  : percepatan percepatan respons spektral MCE pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs  
 $S_{MS}$  : parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs  
 $SRPMK$  : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus  
 $S_S$  : parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda pendek  
 $S_u$  : kuat geser nilir  
 $T_a$  : Waktu Getar Alami (detik)  
 $T_{cx}$  : Waktu getar struktur *Mode 1* pada arah X  
 $T_{cy}$  : Waktu getar struktur *Mode 1* pada arah Y

- $V$  : Gaya Geser Statik  
 $V_t$  : Gaya Geser Dinamik  
 $\rho$  : faktor redundansi  
 $\Omega_0$  : faktor kuat lebih



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

**NICKO ARBI  
123110608**

**Abstrak:**

Di zaman modern ini pembangunan gedung berkembang sangat pesat, akibat dari pertumbuhan penduduk yang cepat, serta meningkatnya kebutuhan lahan untuk tempat tinggal, sekolah, gedung perkantoran, rumah sakit, mall dan lainnya sehingga lahan yang tersedia lama kelamaan semakin sempit. Untuk mengatasi kekurangan lahan tersebut banyak terjadi rekayasa arsitektur pada struktur gedung seperti penambahan lantai dan fungsi bangunan. Dikarenakan adanya penambahan lantai dari sebuah bangunan, maka dibutuhkan evaluasi dari struktur bangunan *eksisting* agar dapat mengetahui kemampuan struktur bangunan akibat dari penambahan tingkat bangunan.

Tujuan penulisan akhir ini adalah untuk mengetahui perilaku kolom lantai dasar sebelum penambahan lantai dan sesudah penambahan lantai yang terjadi. Serta untuk mendapatkan gaya dalam dari kolom lantai dasar sebelum penambahan beban atau setelah penambahan beban dan mendapatkan kenaikan beban serta momen dari kolom *basement* tersebut. Elemen struktur dan pembebanan untuk tingkat yang ditambahkan sama dengan struktur yang di bawah nya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *respons spectrum*.

Hasil dari analisis diketahui bahwa gedung mampu menahan kombinasi beban aksial dan lateral setelah penambahan 1 lantai. Setelah bangunan ditambah menjadi 2 lantai, bangunan tersebut tidak mampu lagi menahan kombinasi beban aksial dan lateral. Kombinasi beban yang terbesar yang bekerja pada kolom *basement* setelah di tambah 2 (dua) lantai yaitu gaya aksial 2318,32 kN dan momen 397,35 KNm. Penyebab ketidak mampuan gedung menopang penambahan lantai diakibatkan oleh kombinasi beban aksial dan lateral sehingga menghasilkan momen yang melebihi dari momen nominal.

**Kata Kunci:** kapasitas kolom, penambahan lantai, beban aksial dan lateral, kolom pendek, tekuk

# EFFECT OF ADDITION OF FLOORS TO COLUMNS SHORT COMBINATION THAT IS CAUSED AXIAL AND LATERAL

NICKO ARBI

123110608

## Abstract:

*In this modern era, building development is growing very rapidly, due to the rapid population growth, as well as the increasing need for land for housing, schools, office building, hospital, malls and other so that the available land gradually become narrower. To overcome the lack of land there is a lot of architectural in building structures such as the addition of floors and building functions. Because to the addition of the floor of a building, then needed evaluation of the structure of the existing building in order to determine the ability of the building structure due to the addition of the building level.*

*The purpose of this final writing is to find behavior of the ground floor column before the addition of the floor and after the addition of the floor that happen. And to get the inner force from the ground floor column before addition the load or after addition the load and getting a load increase and moment from the basement. The element structural and loading for the added level are the same as the structure below. The method used in this study is a respons spectrum.*

*The results of the analysis show that the building is able to withstand combination of axial loads and lateral after the addition of 1 floor. After the building is added to 2 floors, the building is cannot longer able to withstand combination of axial loads and lateral. The biggest load combination that works in the basement column after adding 2 (two) floors that is axial force 2318.32 kN and moment 397.35 KNm. The cause of the inability of the building to support addition of the floor is caused by combination of axia loads and lateral resulting in a moment that exceeds the nominal moment.*

*Keywords: column capacity, floor addition, axial and lateral load, short column, buckling*

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

---

---



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

---

---

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM**

**PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN**

**AKSIAL DAN LATERAL**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di zaman modern ini pembangunan gedung berkembang sangat pesat, hal ini di buktikan semakin bertambah nya kebutuhan tempat tinggal, sekolah, gedung perkantoran, rumah sakit, mall, dan lain nya sehingga lahan yang tersedia lama kelamaan semakin sempit. Namun disatu sisi kebutuhan akan bangunan-bangunan tersebut tidak diikuti dengan pertambahan luas lahan. Untuk mengatasi kekurangan lahan tersebut banyak terjadi rekayasa arsitektur pada struktur gedung seperti penambahan lantai.

Gedung pendidikan salah satu contoh bangunan yang membutuhkan pengembangan di karenakan dari tahun ke tahun banyak calon siswa atau mahasiswa yang ingin melanjutkan pendidikan, sehingga kebutuhan ruang pendidikan perlu ditambah. Dalam pemenuhan kebutuhan ruangan tersebut, tidak selamanya pembangunan gedung yang baru sebagai pilihan yang tepat, karena lahan yang sempit jadi permasalahan. Alternatif yang dapat diambil yaitu dengan pemanfaatan gedung yang sudah ada, dengan melakukan penambahan lantai pada gedung tersebut.

Akibat penambahan lantai dari sebuah bangunan maka dibutuhkan evaluasi dari struktur bangunan eksisting agar dapat mengetahui kemampuan struktur bangunan akibat penambahan lantai. Kolom merupakan posisi yang paling penting dalam menahan beban, sebab kolom berfungsi meneruskan beban-beban yang terjadi pada struktur ke tanah melalui pondasi. Kebanyakan kasus yang terjadi kolom lantai dasar yang menjadi sorotan, sebab kolom lantai dasar yang paling banyak menerima beban dari atas. Oleh karena itu, kegagalan kolom merupakan lokasi kritis yang dapat mengakibatkan keruntuhan komponen struktur lain dan lebih lanjut dapat menyebabkan keruntuhan total seluruh struktur (Ridwan 2014).

Gedung D yang berada di Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menjadi sasaran untuk ditinjau, yang kemungkinan dapat dilakukan rekayasa. dengan

melihat pertimbangan semakin banyak calon mahasiswa yang ingin masuk di Universitas Islam Riau. Rekayasa yang dilakukan yaitu dengan penambahan lantai. Namun yang perlu ditinjau dari gedung ini yaitu kolom lantai dasar atau *basement* yang merupakan kolom pendek. Kolom lantai dasar atau *basement* gedung ini lebih pendek dibandingkan dengan kolom di atas nya.

Dari latar belakang diatas, maka pada penelitian ini mengambil judul “Pengaruh Penambahan Lantai Terhadap Kolom Pendek Akibat Beban Aksial dan Lateral” untuk mengetahui dan menganalisis kekuatan struktur gedung sebelum dan sesudah penambahan lantai.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya maka masalah yang dapat dirumuskan disini adalah:

1. Bagaimana mengetahui pengaruh penambahan tingkat bangunan terhadap struktur kolom lantai dasar yang lebih pendek dari lantai diatas nya?
2. Berapa persentase kenaikan beban serta momen dari sebelum penambahan lantai dan setelah penambahan lantai?
3. Berapa besar beban maksimum yang mampu didukung oleh kolom lantai dasar yang lebih pendek dari lantai diatas nya setelah terjadi penambahan lantai ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari analisa atau penelitian pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui perilaku dari kolom lantai dasar sebelum penambahan lantai dan sesudah penambahan lantai yang terjadi.
2. Untuk mendapatkan persentase gaya dalam dari kolom lantai dasar sebelum penambahan beban atau setelah penambahan beban dan mendapatkan kenaikan beban serta momen dari kolom basement tersebut.
3. Menghitung beban maksimum dan momen maksimum yang dapat didukung oleh kolom basement.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang banyak untuk berbagi pihak terutama pihak yang berkaitan dengan teknik sipil. Ada pun manfaat penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Sebagai bahan rujukan bagi penulis ketika dihadapkan dengan persoalan yang sama ketika dihadapi dalam menganalisis.
2. Mengetahui perilaku dan kekuatan kolom lantai dasar yang lebih pendek dari kolom lantai di atas nya yang dipengaruhi oleh penambahan lantai sehingga dapat mencari solusi apabila kolom tidak sanggup menahan beban.

#### 1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditinjau dalam penelitian ini adalah:

1. Struktur gedung yang ditinjau adalah bangunan 3 lantai, kemudian ditambahkan lantai secara vertikal sampai kolom mengalami kegagalan.
2. Analisis dikhususkan pada struktur kolom basement yang lebih pendek dari lantai di atas nya.
3. Beban yang bekerja pada gedung yaitu:
  - a) Aksial : beban kolom di atas kolom lantai dasar (beban mati, berat sendiri gedung, beban mati tambahan, beban hidup)
  - b) Lateral : beban gempa
4. Struktur gedung mengambil contoh dari gedung D Fakultas Teknik UIR yang berada di wilayah kota Pekanbaru, tetapi properti elemen struktur di asumsikan oleh penulis
5. Tidak dibahas mengenai perkuatan struktur yang dilakukan pada bangunan setelah terjadi penambahan lantai.
6. Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan metode *respons spectrum* dengan bantuan *software etabs v9.7*.
7. Penelitian ini berpedoman pada peraturan-peraturan sebagai berikut:
  - a) Beban gempa menggunakan peraturan SNI-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung.

- b) Struktur beton menggunakan peraturan SNI-2847-2013 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
  - c) Pembebanan menggunakan peraturan SNI-1727-2013 tentang Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk gedung dan Bangunan lain
8. Analisis tidak meninjau biaya dan manajemen proyek





Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM**

**PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN**

**AKSIAL DAN LATERAL**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Tinjauan pustaka berisikan penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya dan hubungannya dengan penelitian yang sedang dilakukan untuk memberikan solusi dari masalah-masalah penelitian yang belum terpecahkan demi mendapatkan hasil penelitian yang berkualitas dan memuaskan. Tinjauan pustaka dibutuhkan untuk menghindari dari duplikasi penelitian-penelitian terdahulu.

#### 2.2 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang pustaka dan hasil-hasil penelitian yang dapat oleh peneliti yang terdahulu serta memiliki hubungan yang erat dengan penelitian yang sedang dilakukan yang dapat membantu memberikan solusi untuk pemecahan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan.

Oki (2018), "*Pengaruh Penambahan Lantai Terhadap Kinerja Kolom Eksisting*". Penambahan tingkat pada sebuah bangunan merupakan suatu alternatif untuk menjawab masalah kapasitas bangunan. Tujuan yang dicapai yaitu mengitung struktur kolom pada bangunan yang telah dirancang sebagai bangunan 2 lantai dan kemudian direncanakan penambahan tingkat pada sebagai bangunan menjadi 3 lantai. Hasil yang didapat bahwa bangunan tersebut tidak mampu menahan beban setelah penambahan lantai dikarenakan beberapa kolom yang tidak mampu menahan beban yang terjadi.

Menurut Saruni (2017), "*Evaluasi Dan Analisis Perkuatan Bangunan Yang Bertambah Jumlah Tingkatnya*". Penambahan tingkat pada sebuah bangunan merupakan suatu alternatif untuk menjawab masalah peningkatan jumlah orang di dalam suatu bangunan, perubahan fungsi bangunan, penambahan infrastruktur ataupun keterbatasan lahan. Evaluasi struktur bangunan yang direncanakan dari sebelum dan sesudah penambahan lantai menggunakan program ETABS. Menggunakan SNI 2847:2013 sebagai peraturan. Hasil evaluasi struktur yaitu kemampuan struktur awal meliputi balok, kolom dan pelat akibat penambahan

tingkat serta periode struktur. Perkuatan elemen struktur menggunakan concrete jacketing dan dilakukan beberapa pemodelan untuk dijadikan rekomendasi perkuatan.

Budianto (2012), “*Perilaku Struktur Gedung Beton Bertulang Eksisting akibat penambahan Lantai*”. Kemajuan dibidang konstruksi saat ini, banyak fungsi gedung yang berubah dan arsitektural nya. Ini dapat mengakibatkan perubahan struktur itu sendiri, contoh yang dapat diambil yaitu penambahan pelat lantai sebagian maupun seluruhnya dari gedung tersebut. Adanya penambahan pelat lantai berdampak pada perubahan semua bangunan kontruksi dan terhadap kemampuan nya terhadap gaya lateral. Tujuan penulisan tugas akhir ini yaitu untuk mendalami perilaku gedung akibat adanya penambahan lantai *mezzanine* di gedung *eksisting* pada lantai dasar serta analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik *responses spectrum* pada bangunan gedung tahan gaya lateral, *displacement, story drift*, kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit. Hasil yang di dapat dari penelitian yaitu menunjukkan gedung *eksisting* yang ditambah dengan pelat lantai *mezzanine* masih sanggup menahan gaya lateral yang didesain. Berdasarkan SNI 02-1726-2002 bahwa kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit, *Displacement, story drift*, masih dalam syarat dan ketentuan.

### 2.3 Keaslian penelitian

Berdasarkan dari tinjauan pustaka yang dipaparkan maka penelitian tugas akhir ini terdapat perbedaan penelitiannya. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil contoh dari gedung D Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang berada di wilayah kota Pekanbaru. Gedung ini pada awal nya mempunyai 3 lantai kemudian ditambahkan lantai secara vertikal sampai kolom mengalami kegagalan. Hal yang ditinjau di tugas akhir ini mengenai kolom lantai dasar atau *basement* yang lebih pendek dari kolom lantai yang diatas nya dan pengaruh kolom tersebut akibat dari kombinasi beban aksial dan lateral. Peraturan yang dipakai yaitu beban gempa menggunakan SNI-1726-2012, struktur beton SNI-2847-2013, dan Pembebanan SNI-1727-2013.

---

---

**BAB III**  
**LANDASAN TEORI**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

---

---

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

## BAB III LANDASAN TEORI

### 3.1. Umum

Struktur pemikul beban dapat gagal dengan berbagai cara, bergantung pada jenis struktur, kondisi tumpuan, jenis beban, dan bahan yang digunakan. Sebagai contoh, as pada sebuah kendaraan dapat fraktur secara tiba-tiba sebagai akibat dari siklus pembebanan yang berulang, atau komponen struktur tarik dapat memanjang secara berlebihan, yang mengakibatkan struktur tersebut tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Kegagalan seperti ini dapat dicegah dengan mendesain struktur tersebut sedemikian hingga tegangan maksimum dan peralihan maksimum masih berada dalam batas-batas toleransi. Jadi, kekuatan dan kekakuan merupakan faktor-faktor penting didalam desain.

### 3.2. Struktur Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal sebagai batang utama pada struktur bangunan yang berfungsi untuk meneruskan beban ke pondasi, dan memikul beban dari balok serta rangka atap. Berdasarkan SNI 2847-2013 definisi kolom lainnya adalah komponen struktur bangunan yang berperan penting untuk memikul beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Kolom merupakan struktur utama yang meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang\_barang), gaya lateral, serta beban hembusan angin. Kolom berperan penting terhadap struktur bangunan supaya bangunan tersebut tidak mudah runtuh. Beban atap merupakan awal dari beban sebuah bangunan. Beban atap akan melanjutkan beban lainnya yang diterima oleh kolom. Beban yang didapat kolom di disalurkan ke permukaan tanah dibawahnya. Dapat disimpulkan, bila besar dan jenis pondasinya sesuai dengan perhitungan, maka sebuah bangunan akan aman dari kerusakan.

Kolom memiliki fungsi yang sangat vital bagi suatu konstruksi dibandingkan dengan konstruksi beton lainnya seperti lantai dan balok, dikarenakan kolom lebih banyak memikul bagian struktur. Apabila kolom runtuh maka akan lebih banyak bagian bangunan yang hancur. Oleh karena itu, dalam mendesain kolom harus mengandung dasar filosofi perencanaan kolom yaitu, Kolom Kuat Balok Lemah (*Strong Column Weak Beam*).

### 3.2.1. Prinsip Desain Kolom

Kolom pendek disebut elemen struktur kolom yang memiliki nilai perbandingan antara panjang dan dimensi penampang melintang yang relatif kecil. Kapasitas kolom pendek memikul beban tidak berpengaruh pada panjang kolom, dan jika mendapati beban berlebihan, umumnya kolom pendek akan rusak disebabkan hancurnya material. Jadi, kesanggupan pikul beban batas bergantung pada kekuatan material yang digunakan. Apabila elemen tekan semakin panjang, dapat mengakibatkan perubahan proporsi relatif elemen sampai mencapai keadaan disebut kolom langsing. Kolom langsing berbeda halnya dengan elemen tekan pendek. Perilaku elemen tekan panjang terhadap beban tekan terjadi ketika apabila bebannya kecil, elemen masih dapat mempertahankan bentuk linear walaupun bebannya bertambah. Pada saat beban mendekati nilai tertentu, elemen tersebut tiba-tiba tidak stabil dan berubah bentuk.

Ini lah yang disebut dengan fenomena tekuk (*buckling*). Yang terjadi apabila suatu elemen struktur kolom telah menekuk, maka kolom tersebut tidak mempunyai kemampuan lagi untuk menerima beban tambahan. Misalnya ditambahkan sedikit saja beban dapat berakibat elemen struktur tersebut runtuh. Jadi, kekuatan atas pikul beban elemen struktur kolom itu adalah besarnya beban yang mengakibatkan kolom tersebut medapat tekuk awal. Struktur tidak akan mempunyai kemampuan lagi jika sudah mengalami tekuk.

Apabila suatau elemen struktur kolom mulai tidak stabil seperti mengalami beban tekuk, maka elemen tersebut tidak bisa memeberikan gaya tahanan internal untuk mempertahankan bentuk linernya yang gaya tahanannya lebih kecil dari pada beban tekuk. Kolom yang berada dalam kondisi mengalami beban tekuk yang sama

dengan sistem yang berada dalam kondisi keseimbangan netrral. Sistem dalam kondisi seperti ini mempunyai kecendrungan untuk mempertahankan konfigurasi semula. Ada banyak faktor yang mempengaruhi beban tekuk pada suatu elemen struktur tekan panjang.

#### 1. Panjang

Pada dasarnya kapasitas pikul beban kolom selalu berbanding terbalik dengan kuadrat panjang elemennya. Selain itu bagian lain yang menjadikan besar beban tekuk adalah karakteristik kekakuan elemen struktur (jenis material, bentuk, dan ukuran panjang).

#### 2. Kekakuan

Kekakuan pada elemen struktur diakibatkan oleh banyaknya bahan dan distribusinya. Jenis penampang sama (bujur sangkar atau lingkaran) tidak punya arah tekuk khusus seperti halnya penampang segiempat. Ukuran distribusi material (ukuran penampang dan bentuk) biasanya disebut dengan momen inersia (I).

#### 3. Ujung Elemen Struktur

Bilamana ujung-ujung kolom berotasi, kolom itu memiliki kemampuan pikul beban lebih kecil dibanding dengan kolom sama yang ujung-ujungnya dijepit. Adanya tahanan ujung yang menambahkan kekakuan sehingga dapat meningkatkan kestabilan yang mencegah tekuk. Mengekang (menggunakan bracing) pada suatu kolom disuatu arah juga meningkatkan kekakuan.

#### 4. Kekuatan Kolom

Kekuatan kolom dievaluasi dengan memperhatikan prinsip-prinsip berikut:

1. Distribusi regangan disepanjang tinggi penampang kolom bersifat linear.
2. Tidak terjadi slip antar beton dan tulangan
3. Regangan tekan maksimum beton pada kondisi ultimit = 0,003.
4. Kekuatan tarik beton diabaikan.

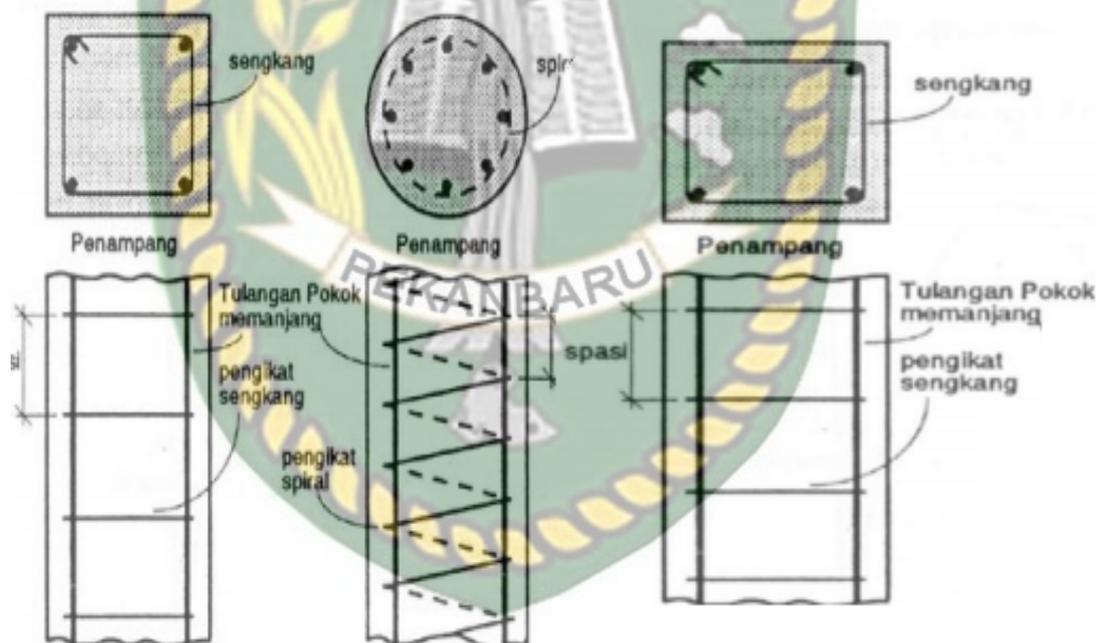
### 3.2.2. Jenis Kolom

Ada tiga jenis kolom beton bertulang dii dalam buku struktur beton bertulang (Dipohusodo, 1994) yaitu:

- a. Kolom memakai pengikat sengkang lateral yang merupakan kolom beton ditulangi dengan batang tulangan pokok yang memanjang, dimana jarak

spasi diikat dengan sengkang ke arah lateral. Fungsi tulangan ini untuk mengikat tulangan pokok yang memanjang agar tetap stabil pada tempatnya.

- b. Kolom memakai pengikat spiral yang bentuknya sama dengan yang pertama, hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang. Tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Tulangan spiral berfungsi memberikan kemampuan kolom yang menampung deformasi yang cukup besar sebelum mengalami runtuh, dan sanggup menghindari terjadinya kehancuran seluruh struktur.
- c. Kolom komposit merupakan bagian struktur yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.



(a) Kolom empat persegi      (b) Kolom Bulat      (c) Kolom Komposit

**Gambar 3.1** Jenis-jenis kolom (Sumber : Dipohusodo)

### 3.2.3. Perencanaan Kolom

Berdasarkan peraturan pada SNI 03-2847-2013, dalam perencanaan kolom yang dibebani beban aksial dan lentur harus memenuhi yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan penampang yang dibebani lentur (aksial) atau kombinasi beban lentur dan aksial harus didasarkan atas kompatibilitas regangan dan tegangan dengan menggunakan asumsi dalam 10.2 SNI 03-2847-2013.
2. Kondisi regangan seimbang terjadi pada penampang ketika tulangan tarik tepat mencapai regangan yang berhubungan dengan tegangan leleh  $f_y$  pada saat yang bersamaan dengan tercapainya regangan batas 0.003 pada bagian beton yang tertekan.
3. Penampang adalah terkendali tekan jika regangan tarik neto dalam baja tarik terjauh,  $\xi_t$ , sama dengan atau kurang dari batas regangan terkontrol tarik bila beton tekan mencapai batas regangan asumsi sebesar 0,003. Batas regangan terkendali tekan adalah regangan tarik neto dalam tulangan pada kondisi regangan seimbang. Untuk tulangan Mutu 420 MPa, dan untuk semua tulangan prategang, diizinkan untuk menetapkan batas regangan. terkendali tekan sama dengan 0,002.
4. Penampang adalah terkendali tarik jika regangan tarik neto dalam baja tarik terjauh,  $\xi_t$ , sama dengan atau lebih besar dari 0,005 bila beton tekan mencapai batas regangan asumsi sebesar 0,003. Penampang dengan  $\xi_t$  antara batas regangan terkendali tekan dan 0,005 membentuk daerah transisi antara penampang terkendali tekan dan terkendali tarik.
5. Untuk komponen struktur lentur non-prategang dan komponen struktur nonprategang dengan beban tekan aksial terfaktor kurang dari  $0.10 f_c' A_g$ ,  $\xi_t$  pada kekuatan nominal tidak boleh kurang dari 0,004. Pemakaian tulangan tekan diizinkan terkait dengan tulangan tarik tambahan untuk meningkatkan kekuatan komponen struktur lentur.
6. Desain beban aksial  $\phi P_n$  dari komponen struktur tekan tidak boleh lebih besar dari  $\phi P_{n,max}$ , yang dihitung dengan Persamaan sebagai berikut :

- a. Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan spiral yang memenuhi 7.10.4 atau komponen struktur komposit yang memenuhi 10.13:  $\phi P_n(\max) = 0.85 (0.85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$ .
  - b. Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat yang memenuhi 7.10.5:  $\phi P_n(\max) = 0.85 (0.85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$
  - c. Untuk komponen struktur prategang, kekuatan aksial desain,  $\phi P_n$ , tidak boleh diambil lebih besar dari 0,85 (untuk komponen struktur dengan tulangan spiral) atau 0,80 (untuk komponen struktur dengan tulangan pengikat) dari kekuatan aksial desain pada eksentrisitas nol  $\phi P_o$ .
7. Komponen struktur yang dibebani aksial tekan harus didesain terhadap momen maksimum yang mungkin menyertai beban aksial. Beban aksial terfaktor  $P_u$  dengan eksentrisitas yang ada tidak boleh melampaui nilai yang diberikan dalam 10.3.6. Momen terfaktor maksimum  $M_u$  harus diperbesar untuk memperhitungkan pengaruh kelangsingan sesuai dengan 10.10.

#### 3.2.4. Asumsi Desain dan Faktor Reduksi Kekuatan

Dalam perencanaan elemen kolom ada beberapa asumsi desain yang diisyaratkan dalam SNI 2847:2013 pasal 10.2, diantaranya adalah

1. Regangan pada beton dan baja dianggap proporsional terhadap jarak kesumbu netral.
2. Kesetimbangan gaya dan kompatibilitas regangan harus dipenuhi.
3. Regangan tekan maksimum pada beton dibatasi sebesar 0,003.
4. Kekuatan beton didaerah tarik dapat diabaikan.
5. Blok tegangan dianggap berbentuk persegi sebesar  $0,85 f_c'$  yang terdistribusi merata dari serat tekan terluar hingga setinggi  $a = \beta c$  dengan  $c$  adalah jarak dari serat tekan terluar ke sumbu netral penampang. Nilai  $\beta$  akan berkurang adalah 0,85 jika  $f_c' < 30$  Mpa. Nilai  $\beta$  berkurang 0,05 setiap kenaikan 7 mpa, namun tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

### 3.2.5. Penampang Kolom Dengan Keruntuhan Seimbang

Kondisi seimbang terjadi pada penampang kolom. Ketika beban  $P_b$  bekerja pada penampang yang akan menghasilkan regangan sebesar 0,003 pada serat tekan beton pada saat bersamaan tulangan baja mengalami luluh, atau regangan mencapai  $\epsilon_y = f_y/E_s$ . Apabila beban eksentris yang bekerja lebih besar dari pada  $P_b$ , maka kolom akan mengalami keruntuhan tekan. Sedangkan ketika beban eksentris yang bekerja lebih kecil dari pada  $P_b$  kolom akan mengalami keruntuhan tarik. Analisa penampang kolom pada keruntuhan seimbang sebagai berikut:

1. Misalkan  $c$  jarak dari serat tekan beton terluar ke sumbu netral, maka dari diagram regangan diperoleh hubungan:

$$\frac{cb}{d} = \frac{0,003}{0,003+f_y/E_s} \quad (3,1)$$

$$\frac{600}{600+f_y} x d \quad (3.2)$$

Tinggi blok tegangan ekuivalen adalah

$$ab = \beta cb \quad (3.3)$$

2. Dari kesetimbangan gaya dalam

$$C_c = 0,85 f_c' ab b \quad (3.4)$$

$$T = A_s f_y \quad (3.5)$$

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 f_c') \quad (3.6)$$

Nilai  $f_s'$  diambil sama dengan  $f_y$  apabila tulangan tekan sudah leleh:

$$f_s' = 600 \left( \frac{cb-dt}{cb} \right) < f_y \quad (3.7)$$

Sehingga persamaan kesetimbangan gaya dalam dapat dituliskan menjadi :

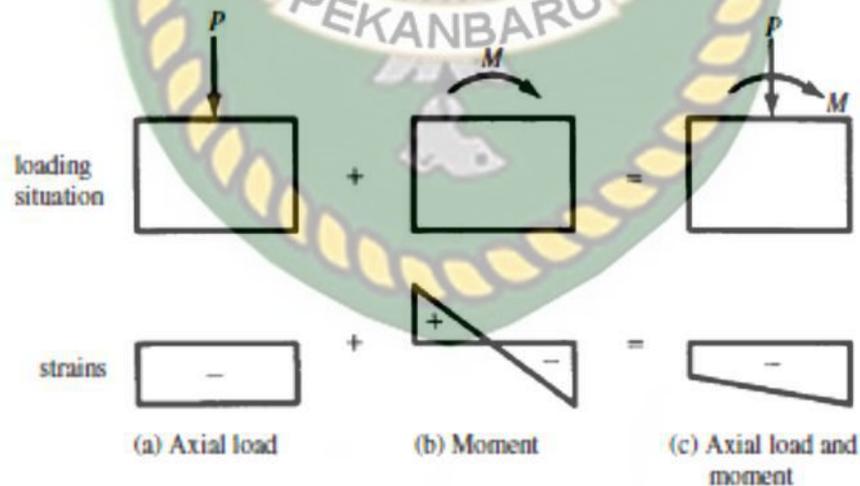
$$P_b = 0,85 f_c' ab b + A_s' (f_s' - 0,85 f_c') - A_s f_y \quad (3.8)$$

3. Nilai  $e_b$  ditentukan dengan mengambil jumlah momen terhadap pusat berat plastis:

$$M_b = 0,85 f'c' a b \left( d - \frac{a}{2} - d'' \right) + A_s' (f_y - 0,85 f'c') (d - d' - d'') + A_s f_y d'' \quad (3.9)$$

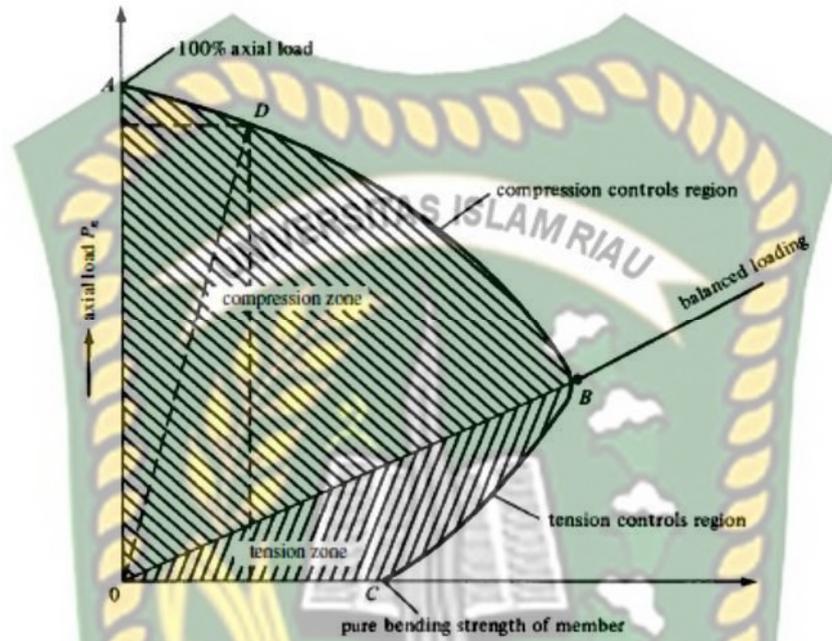
### 3.3. Diagram Interaksi Kolom

Jika beban aksial tekan bekerja pada kolom pendek, maka akan mengalami tegangan tekan merata seperti dalam gambar. Jika momen bekerja tanpa beban aksial pada kolom yang sama hasilnya adalah lentur terhadap sumbu netral kolom dengan regangan yang sebanding dengan jarak dari sumbu netral. Variasi regangan linier ini jika diperhatikan dalam gambar dimana jika beban aksial dan momen bekerja pada saat yang sama maka diagram regangan yang dihasilkan adalah kombinasi dari dua diagram linier yang hasilnya akan linier sebagaimana digambarkan dalam gambar. Akibatnya dapat mengasumsikan nilai regangan tertentu pada satu bagian kolom dan menentukan regangan pada tempat lain dengan interpolasi lurus.



Gambar 3.2 Regangan Kolom (Sumber: McCormac, 2001)

Kapasitas suatu penampang kolom beton bertulang dapat dinyatakan dalam bentuk diagram interaksi P-M (Gambar 3.3) yang menunjukkan hubungan beban aksial vs momen lentur pada elemen struktur tekan dalam kondisi batas.



**Gambar 3.3** Diagram Interaksi Kolom (*Sumber: McCormac, 2001*)

Setiap kombinasi beban yang berada pada bagian dalam kurva berarti aman, sedangkan setiap kombinasi yang berada diluar kurva menyatakan keruntuhan. Jika kolom dibebani hingga runtuh hanya dengan beban aksial saja, keruntuhan akan terjadi pada titik A dari diagram. Keluar dari titik A pada kurva tersebut kapasitas terhadap beban aksial berkurang sebanding dengan peningkatan momen lentur. Pada bagian paling bawah kurva, titik C menyatakan kekuatan lentur kolom jika kolom hanya mendapatkan momen saja tanpa beban aksial. Diantara titik ekstrim A dan C, kolom runtuh akibat kombinasi beban aksial dan lentur. Titik B dinamakan titik seimbang dan menyatakan kasus beban seimbang, dimana secara teoritis keruntuhan tekan dan leleh tarik terjadi bersamaan.

Tinjau titik D dalam kurva. Garis putus-putus horizontal dan vertikal menuju titik ini menyatakan kombinasi tertentu dari beban aksial dan momen yang akan menyebabkan keruntuhan kolom. Jika digambarkan suatu garis radial dari titik 0 ke kurva interaksi pada setiap titik (juga ke titik D dalam hal ini), garis tersebut

menyatakan eksentrisitas beban yang konstan, yaitu rasio yang konstan dari momen terhadap beban aksial.

Dari titik A ke B pada kurva, kapasitas momen penampang meningkat dengan turunnya beban aksial, tetapi hal yang berlawanan terjadi dari titik B ke C. Sedikit pendalaman mengenai hal ini menunjukkan bahwa hasilnya sangat masuk akal. Bagian kurva B ke C menyatakan daerah keruntuhan tarik. Setiap beban tekan aksial pada daerah tersebut cenderung mengurangi tegangan dalam tulangan tarik yang menyebabkan lebih besar lagi momen yang dapat ditahan.

### 3.4. Konsep Mekanisme Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi. Secara garis besar gempa bumi dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis (*Sumber: Budiono dan Supriatna, 2011*) yaitu:

1. Gempa Bumi Vulkanik  
Gempa bumi ini terjadi akibat adanya aktivitas magma yang biasa terjadi sebelum gunung api meletus.
2. Gempa Bumi Tektonik  
Gempa bumi tektonik terjadi oleh adanya aktivitas pergerakan lempeng pelat tektonik yang terjadi secara tiba-tiba sehingga menyebabkan gelombang seismik yang menyebar dan merambat melalui lapisan kulit bumi atau kerak bumi yang dapat menimbulkan kerusakan dahsyat dan bencana alam lain seperti Tsunami.
3. Gempa Bumi Runtuhan  
Gempa bumi yang disebabkan oleh keruntuhan baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Gempa ini biasanya terjadi pada daerah kapur ataupun pada daerah pertambangan, jarang terjadi dan bersifat lokal.
4. Gempa Bumi Buatan  
Gempa bumi yang terjadi karena aktivitas manusia seperti peledakan dinamit, bom, ataupun nuklir.

Diantara keempat jenis gempa di atas, gempa tektonik merupakan gempa yang paling sering terjadi. Gempa bumi tektonik biasanya jauh lebih kuat

getarannya jika dibandingkan dengan gempa bumi yang lain. Oleh karena itu, getaran gempa bumi tektonik merupakan gempa yang paling banyak menimbulkan kerusakan.

Proses pelepasan energi berupa gelombang elastis yang disebut gelombang seismik atau gempa yang sampai ke permukaan bumi dapat menimbulkan getaran dan kerusakan terhadap benda atau bangunan di permukaan bumi. Besarnya kerusakan tergantung pada besarnya getaran yang sampai ke permukaan bumi.

### 3.5. Prosedur Analisis

Berdasarkan SNI-1726-2012, prosedur analisis yang boleh digunakan harus berdasarkan kategori desain seismik dan karakteristik struktur seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Prosedur Analisis yang Boleh Digunakan

| No | Kategori Desain Seismik | Karakteristik Struktur   | Analisis Lateral Ekuivalen Pasal 7.8 | Analisis Spektrum Respons Pasal 7.9 | Prosedur Riwayat Waktu Pasal 12 |
|----|-------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| A  | B                       | C  | D                                    | E                                   | F                               |
| 1  | B,C                     | Bangunan dengan Kategori I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat        | I                                    | I                                   | I                               |
|    |                         | Bangunan lainnya dengan Kategori I atau II, dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat                             | I                                    | I                                   | I                               |
|    |                         | Semua struktur lainnya   | I                                    | I                                   | I                               |
| 2  | D, E, F                 | Bangunan dengan Kategori Risiko I atau II dari konstruksi rangka ringan dengan ketinggian tidak melebihi 3 tingkat | I                                    | I                                   | I                               |
|    |                         | Bangunan lainnya dengan Kategori Risiko I atau II dengan ketinggian tidak melebihi 2 tingkat                       | I                                    | I                                   | I                               |

Tabel 3.1 (Lanjutan)

| No | Kategori Desain Seismik | Karakteristik Struktur   | Analisis Lateral Ekuivalen Pasal 7.8 | Analisis Spektrum Respons Pasal 7.9 | Prosedur Riwayat Waktu Pasal 12 |
|----|-------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| A  | B                       | C  | D                                    | E                                   | F                               |
| 3  | D, E, F                 | Struktur beraturan dengan $T < 3,5T_s$ dan semua struktur dari konstruksi rangka ringan  | I                                    | I                                   | I                               |
|    |                         | Struktur tidak beraturan dengan $T < 3,5T_s$ dan mempunyai hanya ketidakteraturan horizontal Tipe 2, 3, 4, atau 5 dari Tabel 10 atau ketidakteraturan vertikal Tipe 4, 5a, atau 5b dari Tabel 11 | I                                    | I                                   | I                               |
|    |                         | Semua struktur lainnya   | TI                                   | I                                   | I                               |

Catatan : I = Diizinkan TI = Tidak Diizinkan

Sumber SNI-1726-2012

Prosedur analisis yang digunakan berkaitan erat dengan beberapa parameter berikut ini:

- Kategori risiko. Menurut SNI-1726-2012 pasal 4.1.2 kategori risiko terbagi atas empat kategori, yaitu kategori I, II, III dan IV, seperti yang terlihat pada Tabel 3.2
- Parameter faktor keutamaan gempa berdasarkan pasal 4.1.2 dapat dilihat pada Tabel 3.3
- Kategori desain seismik Menurut SNI-1726-2012 pasal 6.5 kategori desain seismik berdasarkan parameter respons spektra percepatan desain pada periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_1$ ), seperti yang terlihat pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.

**Tabel 3.2** Kategori Resiko Bangunan Gedung Dan Struktur Lainnya Untuk Beban Gempa Berdasarkan SNI-1726-2012

| No | Jenis pemanfaatan  | Kategori resiko |
|----|--|-----------------|
| A  | B  | C               |
| 1  | <p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tetapi dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan</li> <li>b. Fasilitas sementara</li> <li>c. Gudang penyimpanan Rumah juga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>   | I               |
| 2  | <p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dbatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perumahan</li> <li>b. Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>c. Pasar</li> <li>d. Gedung perkantoran</li> <li>e. Gedung apartemen/rumah susun</li> <li>f. Pusat perbelanjaan/mall</li> <li>g. Bangunan industry</li> <li>h. Fasilitas manufaktur</li> <li>i. Pabrik</li> </ul>  | II              |
| 3  | <p>kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>b. Fasilitas penanganan air</li> <li>c. Fasilitas penanganan limbah</li> <li>d. Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpangan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan racun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang ditentukan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jikaa terjadi kebocoran.</p> | III             |

Tabel 3.2 (Lanjutan)

| No | Jenis pemanfaatan   | Kategori resiko |
|----|---|-----------------|
| A  | B   | C               |
| 4  | <p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Bangunan – bangunan monumental</li> <li>Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas beah dan unit gawat darurat</li> <li>Fasilitas pemadam kebakaran, ambulance, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>Fasilitas pemadam kebakaran, ambulance, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>Pusat pembangkit energy 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> </ol> <p>Gedung dan non gedung yang dbutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang termasuk kedalam kategori resiko IV.</p> | IV              |

Sumber SNI-1726-2012

Tabel 3.3 Faktor Keutamaan Gempa Berdasarkan SNI-1726-2012

| No | Kategori  | Faktor keutamaan gempa |
|----|-----------|------------------------|
| A  | B         | C                      |
| 1  | I atau II | 1,00                   |
| 2  | III       | 1,25                   |
| 3  | IV        | 1,50                   |

Sumber SNI-1726-2012

Struktur harus ditetapkan memiliki suatu desain seismik yang mengikuti pasal 6.5. Struktur dengan kategori resiko I, II, atau III yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik,  $S_1$ , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Struktur yang berkategori IV yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik,  $S_1$ , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

**Tabel 3.4** Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Repons Percepatan Pada Perioda Pendek berdasarkan SNI-1726-2012

| No | Nilai SDS                  | Kategori resiko    |    |
|----|----------------------------|--------------------|----|
|    |                            | I atau II atau III | IV |
| A  | B                          | C                  | D  |
| 1  | $S_{DS} < 0,167$           | A                  | A  |
| 2  | $0,167 \leq S_{DS} < 0,33$ | B                  | C  |
| 3  | $0,33 \leq S_{DS} < 0,50$  | C                  | D  |
| 4  | $0,50 \leq S_{DS}$         | D                  | D  |

Sumber SNI-1726-2012

**Tabel 3.5** Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Perioda 1 Detik berdasarkan SNI-1726-2012

| No | Nilai SD1                   | Kategori resiko    |    |
|----|-----------------------------|--------------------|----|
|    |                             | I atau II atau III | IV |
| 1  | $S_{D1} < 0,167$            | A                  | A  |
| 2  | $0,067 \leq S_{D1} < 0,133$ | B                  | C  |
| 3  | $0,133 \leq S_{D1} < 0,20$  | C                  | D  |
| 4  | $0,20 \leq S_{D1}$          | D                  | D  |

Sumber SNI-1726-2012

### 3.5.1 Analisis Statik

Analisis beban statik ekuivalen, yaitu suatu cara analisis struktur dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horizontal yang diperoleh dengan hanya memperhitungkan respon ragam getar yang pertama. Biasanya distribusi gaya geser tingkat ragam getar yang pertama ini disederhanakan

sebagai segitiga terbalik. Analisis beban gempa statik ekuivalen pada struktur gedung beraturan merupakan analisis statik 3 dimensi dengan meninjau beban-beban gempa statik ekuivalen yang praktis berlaku sebagai struktur 2 dimensi. Sedangkan analisis beban gempa statik ekuivalen pada struktur tidak beraturan merupakan cara analisis statik 3 dimensi dengan meninjau beban-beban gempa statik ekuivalen yang telah diperoleh dari analisis respon dinamik elastik linier 3 dimensi.

### 3.5.2 Analisis Dinamik

Analisis dinamik adalah analisis struktur dimana pembagian gaya geser gempa diseluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis dinamik terbagi menjadi 2, yaitu :

1. Analisis ragam respon spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam getar.
2. Analisis riwayat waktu adalah analisis dinamis dimana pada model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu.

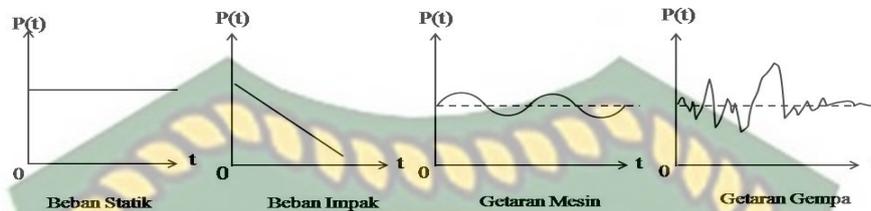
Analisis dinamik untuk perancangan struktur tahan gempa dilakukan jika diperlukan evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa. Pada struktur bangunan tingkat tinggi atau struktur dengan bentuk atau konfigurasi yang tidak teratur. Analisis dinamik dapat dilakukan dengan cara elastis maupun inelastis. Pada cara elastis dibedakan Analisis Ragam Riwayat Waktu (*Time History Modal Analysis*), dimana pada cara ini diperlukan rekaman percepatan gempa dan Analisis Ragam Spektrum Respon (*Respon Spectrum Modal Analysis*), dimana pada cara ini respon maksimum dari tiap ragam getar yang terjadi didapat dari Spektrum Respon Rencana (*Design Spectra*). Pada analisis dinamis elastis digunakan untuk mendapatkan respon struktur akibat pengaruh gempa yang sangat kuat dengan cara integrasi langsung (*Direct Integration Method*). Analisis dinamik elastis lebih sering digunakan karena lebih sederhana.

Nilai untuk masing-masing parameter yang ditinjau, yang dihitung untuk berbagai ragam, harus dikombinasikan menggunakan metoda akar kuadrat jumlah kuadrat (SRSS) atau metoda kombinasi kuadrat lengkap (CQC), sesuai dengan SNI-1726-2012. Metoda CQC harus digunakan untuk masing-masing nilai ragam di mana ragam berjarak dekat mempunyai korelasi silang yang signifikan di antara respons translasi dan torsi (SNI-1726-2012).

Pada ilmu statika keseimbangan gaya-gaya didasarkan atas kondisi statik, artinya gaya-gaya tersebut tetap intensitasnya, tetap tempatnya dan tetap arah kerjanya. Gaya-gaya tersebut dikategorikan sebagai beban statik. Kondisi seperti ini akan berbeda dengan beban dinamik dengan pokok-pokok perbedaan sebagai berikut ini :

- a. Beban dinamik adalah beban yang berubah-ubah menurut waktu (*time varying*) sehingga beban dinamik merupakan fungsi dari waktu.
- b. Beban dinamik umumnya hanya bekerja pada rentang waktu tertentu. Untuk gempa bumi maka rentang waktu tersebut kadang-kadang hanya beberapa detik saja. Walaupun hanya beberapa detik saja namun beban angin dan beban gempa misalnya dapat merusakkan struktur dengan kerugian yang sangat besar.
- c. Beban dinamik dapat menyebabkan timbulnya gaya inersia pada pusat massa yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan.
- d. Beban dinamik lebih kompleks dibanding dengan beban statik, baik dari bentuk fungsi bebannya maupun akibat yang ditimbulkan. Asumsi-asumsi kadang perlu diambil untuk mengatasi ketidakpastian yang mungkin ada pada beban dinamik.
- e. Karena beban dinamik berubah-ubah intensitasnya menurut waktu, maka pengaruhnya terhadap struktur juga berubah-ubah menurut waktu. Oleh karena itu penyelesaian problem dinamik harus dilakukan secara berulang-ulang bersifat penyelesaian tunggal (*single solution*), maka penyelesaian problem dinamik bersifat penyelesaian berulang-ulang (*multiple solution*).

- f. Sebagai akibat penyelesaian yang berulang-ulang maka penyelesaian struktur dengan beban dinamik akan lebih mahal dan lebih lama.



**Gambar 3.4** Diagram Beban (P) terhadap Waktu (t)

Beban dinamik menimbulkan respon yang berubah-ubah menurut waktu, maka struktur yang bersangkutan akan ikut bergetar atau ada gerakan. Dalam hal ini bahan akan melakukan resistensi terhadap gerakan dan pada umumnya dikatakan bahan yang bersangkutan mempunyai kemampuan untuk meredam getaran. Dengan demikian pada pembebanan dinamik, akan terdapat peristiwa redaman yang hal ini tidak ada pada pembebanan statik.

### 3.6. Pembebanan

Dalam Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Bangunan Non Gedung, struktur gedung direncanakan mampu menahan beban yang bekerja, beban – beban yang bekerja yaitu : beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

#### 3.6.1. Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektur dan struktur lainnya serta peralatan layan terpasang (SNI 1727-2013).

#### 3.6.2. Beban Hidup

Beban hidup nominal yang bekerja pada struktur gedung adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung tersebut, baik akibat beban yang berasal dari orang maupun dari barang yang dapat berpindah atau mesin dan peralatan serta komponen yang tidak merupakan bagian yang tetap dari gedung.

**Tabel 3.7.** Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum Dan Beban Hidup Terpusat Minimum ( SNI 1727-2013 )

| No | Hunian atau penggunaan   | Merata<br>psf (kN/m <sup>2</sup> )   | Terpusat lb<br>(kN)          |
|----|--|--|------------------------------|
| A  | B  | C  | D                            |
| 1  | Apartemen (lihat rumah tinggal)  |  |                              |
| 2  | Sistem lantai akses<br>Ruang kantor<br>Ruang komputer  | 50 (2,40)<br>100 (4,79)  | 2.000 (8,90)<br>2.000 (8,90) |
| 3  | Gudang persenjataan dan ruang latihan  | 100 (4,79)   |                              |
| 4  | Ruang pertemuan<br>Kursi tetap (terikat dilantai)<br>Lobi<br>Kursi dapat dipindahkan<br>Panggung pertemuan | 100 (4,79)<br>100 (4,79)<br>100 (4,79)<br>100 (4,79)   |                              |
| 5  | Balkon dan dek   | 1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani.<br>Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m <sup>2</sup> ) |                              |
| 6  | Jalur untuk akses pemeliharaan   | 40 (1,92)  | 300 (1,33)                   |
| 7  | Koridor<br>Lantai pertama<br>Lantai lain   | 100 (4,79)<br>sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain  |                              |
| 8  | Ruang makan dan restoran   | 100 (4,79) <sup>a</sup>  |                              |

Tabel 3.7 (Lanjutan)

| A  | B  | C  | D   |
|----|--|--|---|
| 9  | Ruang mesin elevator (pada daerah 2 in x 2 in (50mmx50mm))   |  | 300 (1,33)                                |
| 10 | Konstruksi pelat lantai finishing (pada area 1 in x 1 in (5mmx5mm))  |  | 200 (0,89)                                |
| 11 | Jalur penyelamatan terhadap kebakaran hunian satu keluarga   | 100 (4,79)<br>40 (1,90)  |   |
| 12 | Rumah sakit<br>Ruang operasi, laboratorium<br>Ruang pasien<br>Koridor diatas lantai pertama  | 60 (2,87)<br>40 (1,92)<br>80 (3,83)                            | 1.000(4,45)<br>1.000(4,45)<br>1.000(4,45) |
| 13 | Perpustakaan<br>Ruang baca<br>Ruang penyimpanan<br>Koridor diatas lantai pertama   | 60 (2,87)<br>150 (7,18)<br>80 (3,83)                           | 1.000(4,45)<br>1.000(4,45)<br>1.000(4,45) |
| 14 | Gedung perkantoran<br>Ruang arsip dan computer harus dirancang untuk beban ang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian lobi dan koridor pertama<br>kantor<br>koridor diatas lantai pertama   | 100 (4,79)<br>50 (2,40)<br>80 (3,83)                           |   |
| 15 | Rumah tinggal<br>Hunian (satu keluarga dan dua keluarga)<br>Loteng yang tidak dapat didiami tanpa gudang<br>Loteng yang tidak dapat didiami dengan gudang<br>Loteng yang dapat didiami dan ruang tidur<br>Semua ruang kecuali tangga dan balokon | 10 (0,48)<br>20 (0,96)<br>30 (1,44)<br>40 (2,87)<br>40 (1,292) |   |

**Tabel 3.7** (Lanjutan)

| A  | B   | C          | D |
|----|---|------------|---|
| 15 | Semua hunian rumah tinggal lainnya<br>Ruang pribadi dan koridor yang melayani mereka<br>Ruang publik dan koridor yang melayani mereka | 100 (4,79) |   |

Sumber SNI 1727-2013

### 3.7. Kombinasi Pemebanan

Berdasarkan SNI-1726-2012, faktor-faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal sama dengan SNI-1726-2002. Akan tetapi, pada kombinasi yang terdapat beban gempa di dalam persamaannya harus didesain berdasarkan pengaruh beban seismik yang ditentukan seperti berikut ini:

- a. Untuk penggunaan dalam kombinasi beban (3) dan (4), E harus didefinisikan sebagai:

$$E = E_h + E_v \quad (3.10)$$

- b. Untuk penggunaan dalam kombinasi beban (5) dan (6), E harus didefinisikan sebagai:

$$E = E_h - E_v \quad (3.11)$$

Dimana:

E : Pengaruh beban seismik.

$E_h$  : Pengaruh beban seismik horizontal yang akan didefinisikan selanjutnya.

$E_v$  : Pengaruh beban seismik vertikal yang akan didefinisikan selanjutnya.

$E_h$  adalah pengaruh gaya seismik horizontal. Pengaruh beban seismik  $E_h$  harus ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$E_h = \rho Q_E \quad (3.12)$$

Dimana:

Q : Pengaruh gaya seismik horizontal dari V atau  $F_p$

$\rho$  : faktor redudansi, untuk desain seismik D sampai F nilainya 1,3

$E_v$  adalah pengaruh gaya seismik vertikal. Pengaruh beban seismik  $E_v$  harus ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$E_v = 0,2 S_{DS} DL \quad (3.13)$$

Dimana:

$S_{DS}$  : Parameter percepatan desain pada periode pendek

$DL$  : Pengaruh beban mati

Dengan demikian, berdasarkan SNI -1726-2012, faktor-faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal adalah:

1.  $1,4 D$
2.  $1,2 D + 1,6 L$
3.  $1,2 D + 1L + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
4.  $1,2 D + 1L + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
5.  $1,2 D + 1L - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
6.  $1,2 D + 1L - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
7.  $1,2 D + 1L + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
8.  $1,2 D + 1L + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
9.  $1,2 D + 1L - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
10.  $1,2 D + 1L - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
11.  $0,9 D + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
12.  $0,9 D + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
13.  $0,9 D - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
14.  $0,9 D + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
15.  $0,9 D + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
16.  $0,9 D + 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
17.  $0,9 D - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) + 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$
18.  $0,9 D - 1 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D) - 0,3 (\rho Q_e + 0,2 S_{DS} D)$

Dimana:

$DL$  : Beban mati, termasuk SIDL

$LL$  : Beban Hidup

$S_{Ds}$  : Parameter percepatan desain pada periode pendek

$Q$  : Pengaruh gaya seismik horizontal dari  $V$  atau  $F_p$

$\rho$  : faktor redudansi, untuk desain seismik D sampai F nilainya 1,3

### 3.8. Sistem Struktur dan Parameter Sistem ( $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ )

Sistem penahan gaya gempa lateral dan vertikal harus memenuhi salah satu tipe yang ditunjukkan dalam Tabel 3.8. Pembagian setiap tipe berdasarkan pada elemen vertikal yang digunakan untuk menahan gaya gempa lateral. Koefisien modifikasi respons yang sesuai,  $R$ , Faktor keamanan sistem,  $\Omega_0$ , dan koefisien amplifikasi defleksi,  $C_d$ , sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3.8 harus digunakan dalam penentuan geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antar lantai tingkat desain. Setiap sistem penahan gaya gempa yang dipilih harus dirancang dan didetailkan sesuai dengan persyaratan khusus bagi sistem tersebut yang ditetapkan dalam dokumen acuan yang berlaku seperti terdaftar dalam Tabel 3.8.

**Tabel 3.8.** Faktor  $R$ ,  $C_d$ , Dan  $\Omega_0$  Untuk Sistem Gaya Gempa (SNI-1726-2012 )

| No | Sistem penahan gaya seismik             | Koefisien modifikasi respons, $R$ | Faktor kuat - lebih sistem $\Omega_0^g$ | Faktor pembesaran defleksi $C_d$ | Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup> |    |                              |                 |                 |
|----|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|----|------------------------------|-----------------|-----------------|
|    |   |                                   |   |                                  | Kategori desain seismik   |    |                              |                 |                 |
|    |   |                                   |   |                                  | B   | C  | D <sup>d</sup>               | E <sup>d</sup>  | F <sup>e</sup>  |
| A  | B                                       | C                                 | D                                       | E                                | F   |    |                              |                 |                 |
| 1. | Rangka baja pemikul momen khusus        | 8                                 | 3                                       | 5,5                              | TB  | TB | TB                           | TB              | TB              |
| 2. | Rangka batang baja pemikul momen khusus | 7                                 | 3                                       | 5,5                              | TB  | TB | 48                           | 30              | TI              |
| 3. | Rangka baja pemikul momen menengah      | 4,5                               | 3                                       | 4                                | TB  | TB | 10 <sup>h</sup> <sub>i</sub> | TI <sup>h</sup> | TI <sup>i</sup> |

Tabel 3.8 (Lanjutan)

| A  | B   | C   | D   | E   | F  |    |    |                 |                 |
|----|---|-----|-----|-----|----|----|----|-----------------|-----------------|
| 4. | Rangka baja pemikul momen biasa               | 3,5 | 3   | 3   | TB | TB | TB | TI <sup>h</sup> | TI <sup>i</sup> |
| 5. | Rangka beton bertulang pemikul momen khusus   | 8   | 3   | 5,5 | TB | TB | TI | TB              | TB              |
| 6. | Rangka beton bertulang pemikul momen menengah | 5   | 3   | 4,5 | TB | TB | TI | TI              | TI              |
| 7. | Rangka beton bertulang pemikul momen biasa    | 3   | 3   | 2,5 | TB | TI | TI | TI              | TI              |
| 8. | Dinding geser beton bertulang khusus          | 7   | 2,5 | 5,5 | TB | TB | TB | TB              | TB              |
| 9. | Dinding geser beton bertulang biasa           | 6   | 2,5 | 5   | TB | TB | TI | TI              | TI              |

Sumber SNI-1726-2012

### 3.9 Periode Alami Struktur

Menurut SNI1726-2012 periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ) dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$T_a = C_t (h_n)^x \quad (3.14)$$

dimana:

$T_a$  : Nilai batas bawah periode bangunan

$h_n$  : ketinggian struktur dalam m diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

$C_t$  : ditentukan dari Tabel 3.9

$x$  : ditentukan dari Tabel 3.9

Periode fundamental ( $T$ ) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ). Koefisien  $C_u$  ditentukan dari Tabel 3.10.

$$T < C_u T_a \quad (3.15)$$

dimana:

$T$  : Nilai batas atas periode bangunan

$h_n$  : ketinggian struktur dalam m diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

$C_u$  : ditentukan dari Tabel 3.10

Periode yang digunakan:

a. Jika  $T$  yang lebih akurat tidak dimiliki (dari analisis komputer), digunakan  $T = T_a$

b. Jika  $T$  yang lebih akurat dari analisis komputer dimiliki, maka:

1. Jika  $T_c > C_u T_a$ , digunakan  $T = C_u T_a$

2. Jika  $T_a < T_c < C_u T_a$ , digunakan  $T = T_c$

Jika  $T_c < T_a$ , digunakan  $T = T_a$

**Tabel 3.9** Nilai Parameter Pendekatan  $C_t$  dan  $x$

| Tipe Struktur  | $C_t$  | $X$  |
|--|--------|------|
| Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 persen gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa: |        |      |
| 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 bresing terkekang terhadap tekuk  | 0,0731 | 0,75 |
| Semua sistem struktur lainnya  | 0,0488 | 0,75 |

Sumber : SNI 1726-2012

**Tabel 3.10** Koefisien Untuk batas Atas Pada Periode Yang Dihitung

| No | Parameter Percepatan Respons Spektral Desain pada 1 detik, $S_{D1}$ | Koefisien $C_u$ |
|----|---|-----------------|
| 1  | $\geq 0,4$  | 1,4             |
| 2  | 0,3   | 1,4             |
| 3  | 0,2   | 1,5             |

**Tabel 3.10** (Lanjutan)

| A | B          | C   |
|---|------------|-----|
| 4 | 0,15       | 1,6 |
| 5 | $\leq 0,1$ | 1,7 |

Sumber : SNI 1726-2012

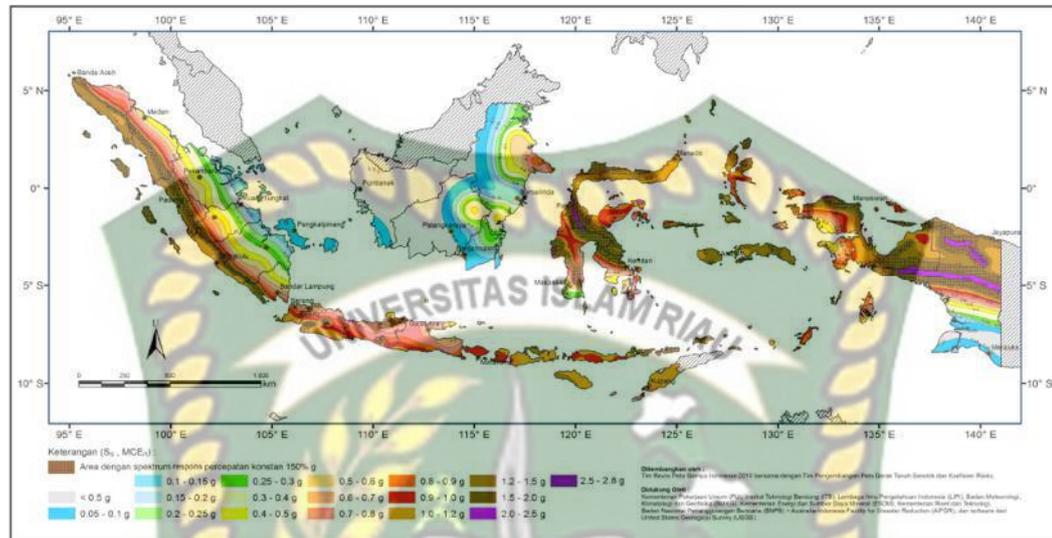
### 3.10 Metode Respons Spektrum

Respons spektra merupakan konsep pendekatan yang digunakan untuk keperluan perencanaan bangunan. Definisi respons spektra adalah respons maksimum dari suatu sistem struktur *Single Degree of Freedom* (SDOF) baik percepatan, kecepatan dan perpindahan akibat struktur tersebut dibebani oleh gaya luar tertentu. Absis dari respons spektra adalah periode alami sistem struktur dan kordinat dari respons spektra adalah respons maksimum. Kurva respon spektra akan memperlihatkan simpangan relatif maksimum ( $S_d$ ), kecepatan relatif maksimum ( $S_v$ ) dan percepatan total maksimum ( $S_a$ ).

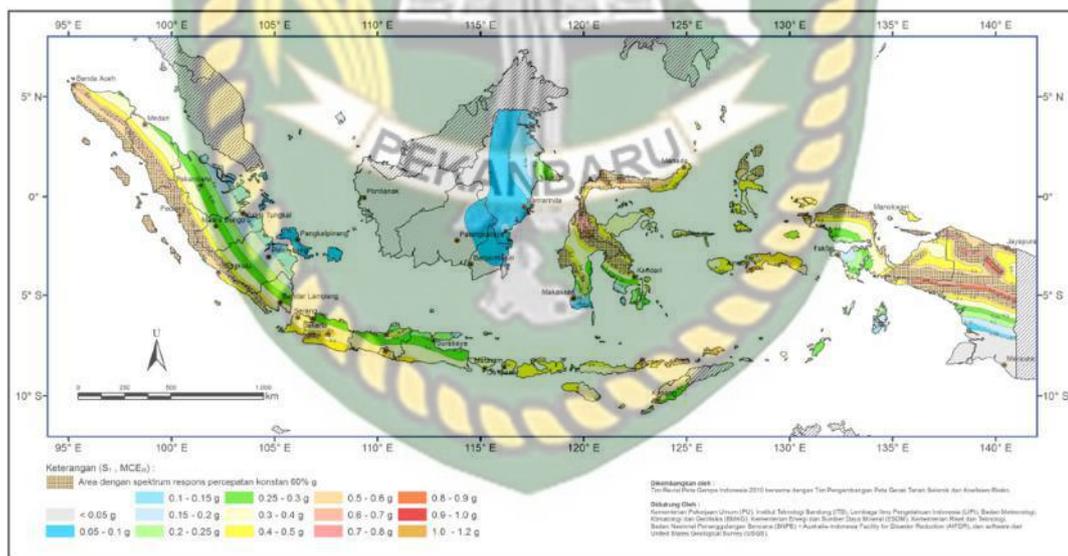
Menurut SNI 1726-2012 respons spektra harus dibuat terlebih dahulu berdasarkan data-data yang ada. Data-data yang dibutuhkan dan prosedur untuk pembuatan respons spektra adalah sebagai berikut:

1. Parameter percepatan batuan dasar terpetakan

Parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar batuan pada periode pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan dari respons spektra percepatan 0,2 dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik seperti yang ada pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6 dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi.



**Gambar 3.5** SS Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCEr)



**Gambar 3.6** S1 Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCEr)

## 2. Parameter kelas situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka menurut situs diklasifikasikan sebagai kelas situs SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras sangat padat dan batuan lunak), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon spesifik) berdasarkan dapat dilihat pada Tabel 3.11

3. Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respon spektra percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ )

Untuk penentuan respons spektra percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{MI}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs harus ditentukan berdasarkan persamaan berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_s \quad (3.16)$$

$$S_{MI} = F_v S_I \quad (3.17)$$

Koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  ditentukan berdasarkan Tabel 2.12 dan Tabel 2.13.

**Tabel 3.11** Klasifikasi Situs

| No | Kelas Situs  | $\bar{v}_s$ (m/detik) | $\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$ | $\bar{s}_u$ (kPa) |
|----|--|-----------------------|-------------------------------|-------------------|
| A  | B  |                       | C                             |                   |
| 1  | SA(Batuan Keras)   | $\geq 1500$           | N/A                           | N/A               |
| 2  | SB(Batuan )  | 750 sampai 1500       | N/A                           | N/A               |
| 3  | SC (Tanah Keras)   | 350 sampai 750        | $>50$                         | $\geq 100$        |
| 4  | SD (Tanah Sedang )   | 175 sampai 350        | 15sampai 50                   | 50sampai100       |
| 5  | SE (Tanah Lunak)   | $< 175$               | $<15$                         | $< 50$            |
|    | Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40 \%</math>, dan</li> </ol> Kuat geser niralir, $\bar{s}_u < 25kPa$ |                       |                               |                   |

Tabel 3.11 (Lanjutan)

| A | B  | C   |
|---|--|---|
| 6 | spesifik dan analisis respons spesifik situs yang mengikuti Pasal 6.9.1) | <p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah,</li> <li>2. Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m),</li> <li>3. Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan Indeks Plastisitas, <math>PI &gt; 75</math>),</li> </ol> <p>Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan <math>H &gt; 35</math> m dengan <math>s_u &lt; 50</math> kPa.</p> |

Keterangan: N/A = Not Available

Sumber: SNI 1726-2012

Tabel 3.12 Koefisien Situs,  $F_a$ 

| No | Kelas Situs | Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa $MCE_R$ Terpetakan Pada Periode Pendek, $T = 0,2$ detik, $S_s$ |             |              |           |                 |
|----|-------------|--|-------------|--------------|-----------|-----------------|
|    |             | $S_s \leq 0,25$  | $S_s = 0,5$ | $S_s = 0,75$ | $S_s = 1$ | $S_s \geq 1,25$ |
| 1  | A           | 0,8  | 0,8         | 0,8          | 0,8       | 0,8             |
| 2  | B           | 1,0  | 1,0         | 1,0          | 1,0       | 1,0             |
| 3  | C           | 1,2  | 1,2         | 1,1          | 1,0       | 1,0             |
| 4  | D           | 1,6  | 1,4         | 1,2          | 1,1       | 1,0             |
| 5  | E           | 2,5  | 1,7         | 1,2          | 0,9       | 0,9             |
| 6  | F           | Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik                   |             |              |           |                 |

Sumber: SNI 1726-2012

**Tabel 3.13** Koefisien Situs,  $F_v$ 

| No | Kelas Situs | Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa<br>$MCE_R$ Terpetakan Pada Periode 1 detik, $T = 1$ detik, $S_1$ |             |             |             |                |
|----|-------------|--|-------------|-------------|-------------|----------------|
|    |             | $S_1 \leq 0.1$   | $S_1 = 0.2$ | $S_1 = 0.3$ | $S_1 = 0,4$ | $S_1 \geq 0,5$ |
| 1  | A           | 0,8  | 0,8         | 0,8         | 0,8         | 0,8            |
| 2  | B           | 1,0  | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0            |
| 3  | C           | 1,7  | 1,6         | 1,5         | 1,4         | 1,3            |
| 4  | D           | 2,4  | 2           | 1,8         | 1,6         | 1,5            |
| 5  | E           | 3,5  | 3,2         | 2,8         | 2,4         | 2,4            |
| 6  | F           | Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik                     |             |             |             |                |

Sumber: SNI 1726-2012

## 4. Parameter Percepatan Spektra

Parameter percepatan spektra desain untuk periode pendek dan periode 1 detik harus ditentukan berdasarkan persamaan berikut ini:

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} \quad (3.18)$$

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1} \quad (3.19)$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.20)$$

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.21)$$

Semua parameter respons desain diplot dalam grafik dan akan menghasilkan respons spektra desain.

## 5. Prosedur pembuatan respons spektra desain

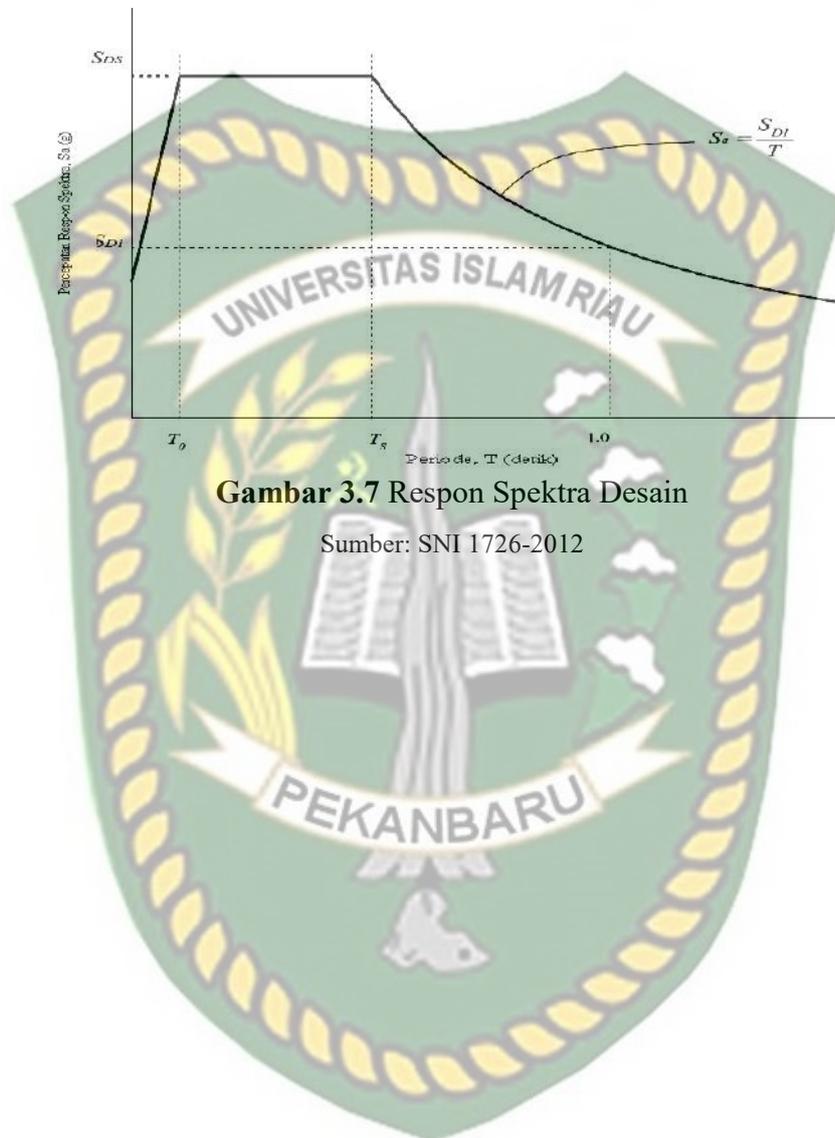
Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ) ditentukan berdasarkan persamaan berikut ini:

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + \frac{T}{T_0} \right) \quad (3.22)$$

Untuk periode yang lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_S$ , spektrum respons desain ( $S_a$ ) sama dengan  $S_{DS}$ . Sedangkan untuk periode lebih besar dari  $T_S$ , spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ) diambil berdasarkan persamaan berikut ini:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3.23)$$

Respons spektra desain yang dibuat seperti pada Gambar 3.7



**Gambar 3.7** Respon Spektra Desain

Sumber: SNI 1726-2012

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

---



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

---

PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL

## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil contoh bangunan pada salah satu gedung perkuliahan di Pekanbaru. Gedung ini mempunyai 3 lantai, kemudian di asumsikan penambahan lantai secara vertical sampai kolom mengalami kegagalan. Gedung berada di Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

### 4.2 Teknik Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah studi literatur. Studi literatur adalah cara yang digunakan untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian. Dalam kegiatan penelitian mengacu pada literatur-literatur antara lain peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1726-2012), Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013), Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013), serta skripsi-skripsi terdahulu, jurnal-jurnal penelitian, buku-buku, dan bahan lainnya yang bersangkutan dengan topik penelitian yang dapat dijadikan referensi untuk membantu proses penelitian. Data tanah didapatkan dengan menggunakan Aplikasi Desain Spektra Indonesia dari Kementrian Pekerjaan Umum dan Pemukiman dengan menginput lokasi yang akan diteliti.

### 4.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini memberikan gambaran secara garis besar langkah-langkah pelaksanaan penelitian yang akan menuntun peneliti agar lebih terarah selama berjalan penelitian. Adapun tahapan penelitian secara umum yang penulis lakukan guna menyelesaikan penelitian ini, sebagai berikut:

#### 1. Pengumpulan Data Sekunder

Dalam proses penelitian dibutuhkan data sebagai bahan pendukung saat penulisan tugas akhir. Berikut data-data yang dibutuhkan dalam penelitian :

#### A. Data struktur gedung

Untuk membuat pemodelan gedung dalam penelitian ini maka dibutuhkan data-data dimensi keseluruhan dari komponen gedung.

##### 1) Fungsi bangunan

Fungsi bangunan yang ditinjau pada penelitian ini adalah gedung perkuliahan atau termasuk dalam kategori sekolah pada SNI1727:2013

##### 2) Dimensi bangunan

Data data teknis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- i. Tinggi gedung : 21,7 m
- ii. Luas Bangunan : 49 x 12 m

##### 3) Struktur bangunan *Existing*

Data data struktur bangunan adalah sebagai berikut :

- i. Kolom
  - a. K1 : 30/65
  - b. K2 : 30/55
- ii. Balok
  - a. B1 : 30/65
  - b. B2 : 30/50
  - c. B3 : 30/40
  - d. B4 : 20/40
- iii. Pelat Lantai
  - a) Lantai 1-2 : 13 cm
  - b) Lantai 3 (Dak): 13 cm

##### 4) Asumsi komponen struktur

- i. Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 25,2 Mpa
- ii. Mutu baja ( $f_y$ ) : 390 Mpa

#### B. Data Konstruksi Gedung

Dalam menganalisa data dan pembebanan struktur yang dipikul oleh struktur gedung dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Pembebanan untuk beban mati (SNI 7656:2012)
  - i. Berat isi beton :  $2400 \text{ kg/m}^3$
  - ii. Spesi per cm tebal :  $2200 \text{ kg/m}^3$
  - iii. Plafond + rangka :  $18 \text{ kg/m}^2$
  - iv. Dinding pasangan bata :  $250 \text{ kg/m}^2$
- b. Pembebanan untuk beban hidup (SNI 1727.2013)
  - i. Lantai atap :  $96 \text{ kg/m}^2$
  - ii. Lantai ruang kuliah :  $192 \text{ kg/m}^2$
- c. Pembebanan untuk beban gempa
  - i.  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada periode pendek) : 0,451
  - ii.  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) : 0,277

## 2. Pengolahan data

Pada tahap ini, dimulai dengan mengolah data-data yang telah diperoleh dan membuat permodelan struktur gedung menggunakan bantuan program ETABS, dan mengolah pembebanan yang terjadi pada bangunan dan kemudian didapatkan beban aksial dan gaya dalam yang terjadi pada kolom.

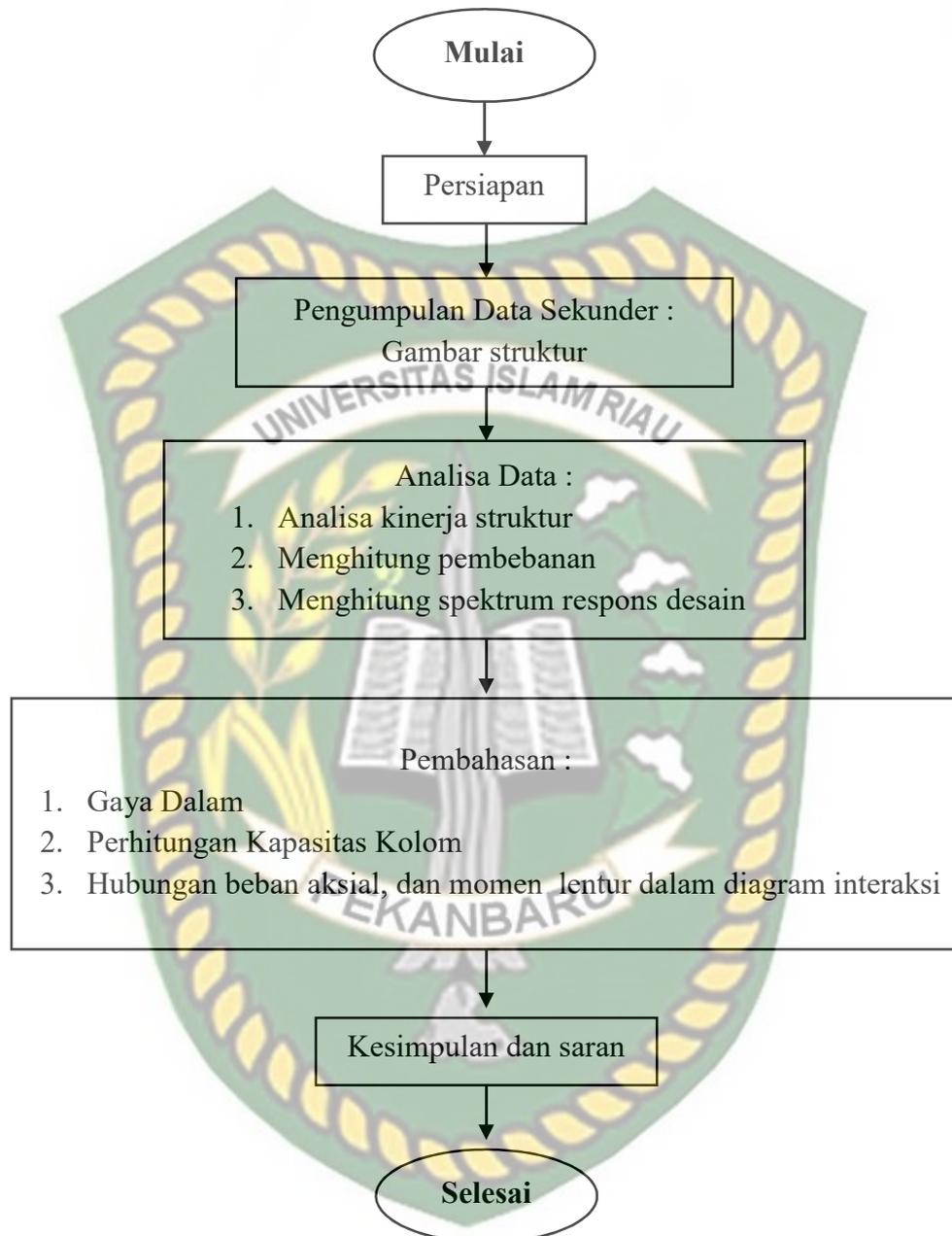
## 3. Pembahasan

Data yang telah didapat dan telah dianalisa maka yang akan dilakukan selanjutnya adalah pembahasan terhadap apa yang ingin di capai, melakukan pengolahan data-data yang ada dengan kapasitas kolom yang dipakai dalam penelitian. Pada tahap ini data yang diperoleh kemudian dianalisa dengan diagram interaksi dan dilakukan pembahasan sehingga diperoleh hasil yang mengarah pada tujuan penelitian.

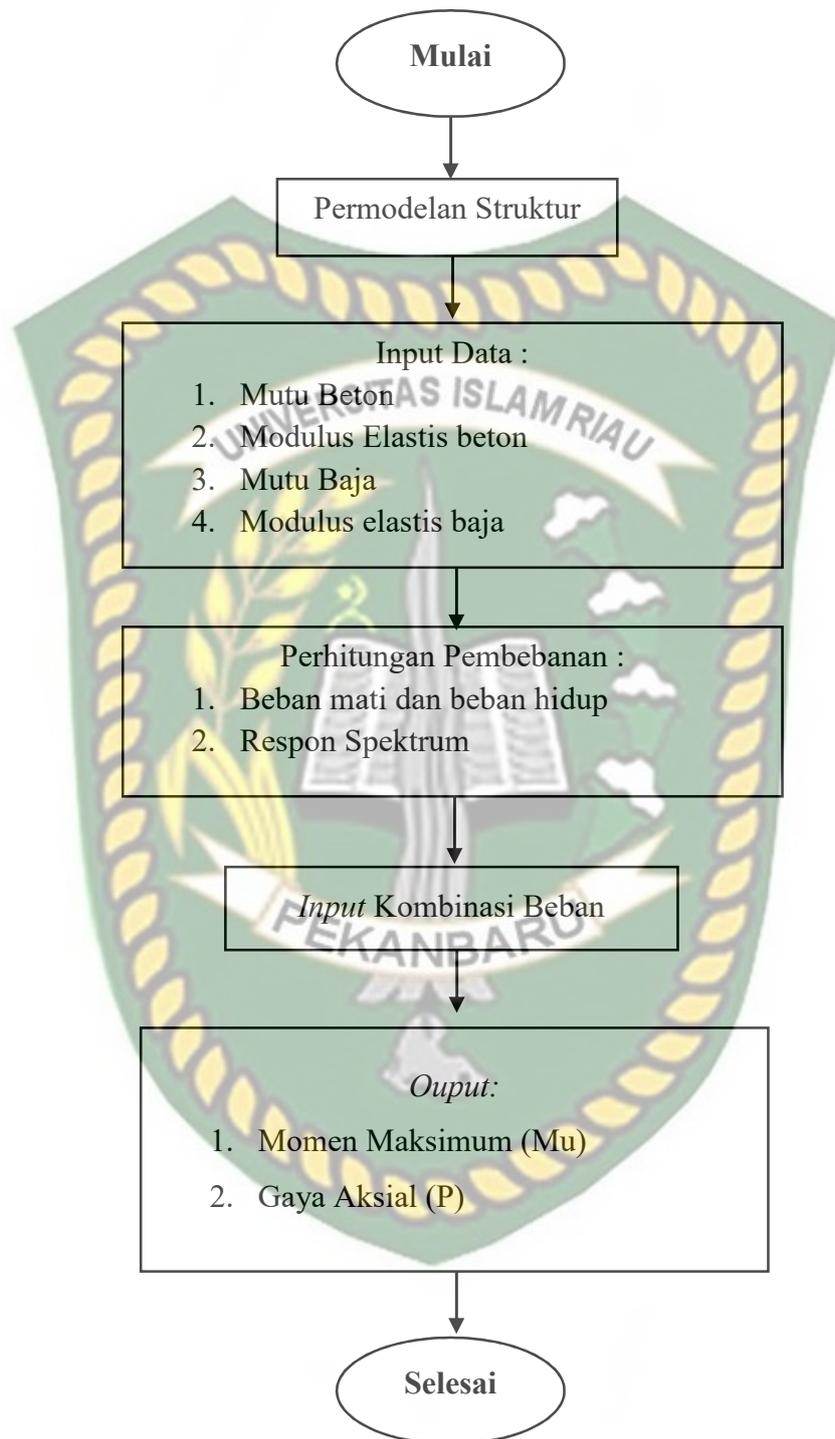
## 4. Kesimpulan dan Saran

Setelah data dianalisa dan dibahas kemudian dapat dihasilkan kesimpulan, khususnya yang merupakan jawaban permasalahan penelitian dan memberikan beberapa saran.

Adapun gambar tahap pelaksanaan penelitian yang dilakukan peneliti, dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Tahapan pelaksanaan tugas akhir



Gambar 4.2 Tahapan Analisa dengan ETABS

#### 4.4. Analisa Data

Analisa yang digunakan adalah analisa dinamik dengan metode respons spektrum. Setelah data terkumpul, data tersebut kemudian akan dianalisa dengan:

1. Analisa Kinerja Struktur

Uraian penelitian dalam analisa kinerja struktur yang dihitung dengan Software ETABS V9.7.4 dijelaskan sebagai berikut.

- a) Permodelan Struktur

Setelah menentukan satuan unit, dipilih *Template* jenis *Grid*, kemudian struktur dimodelkan berdasarkan bentuk dan ukuran struktur bangunan sebenarnya.

- b) Penentuan Material

Penentuan material bertujuan mendefinisikan *property* material struktur yang meliputi beton dan baja, didefinisikan berat volume beton dan baja, modulus elastisitas ( $E$ ), kuat tekan beton ( $f'_c$ ) dan kuat tekan baja ( $f_y$ ).

- c) Penentuan *Section Properties*

Penentuan *Section Properties* bertujuan mendefinisikan data – data penampang balok, kolom dan plat yang digunakan.

- d) Penentuan Properti Objek

Penentuan Properti Objek bertujuan untuk menentukan elemen – elemen struktur balok, kolom, dan plat sesuai dengan *section properties* yang telah ditentukan sebelumnya.

- e) Penentuan *Joint Restraints*

Penentuan *Joint Restraints* bertujuan untuk menentukan jenis tumpuan pada struktur bangunan. Umumnya ditentukan berupa tumpuan jepit.

- f) Penentuan *Load Patterns*

Penentuan *Load Patterns* bertujuan untuk mendefinisikan pola pembebanan yang bekerja pada struktur (beban mati, beban hidup, dan beban gempa).

g) Penentuan Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang diinput terdiri dari 18 kombinasi pembebanan.

h) Penentuan *Frame Loads* dan *Area Loads*

Setelah dihitung beban struktur yang bekerja berupa beban mati dan beban hidup, kemudian diinput pada *Frame Loads* (kg/m) dan *Area Loads* (kg/m<sup>2</sup>)

i) *Run Analyze*

Dengan melakukan *Run Analyze*, maka dapat ditampilkan berat sendiri struktur total per lantai melalui dengan menu *show tables*, yang digunakan dalam menganalisa.

j) Input Beban Gempa

Setelah melakukan perhitungan respons spektrum desain, maka perhitungan respons spektrum desain diinputkan pada *Response Spectrum Case Data* RSPX untuk sumbu X dan RSPY untuk sumbu Y.

k) *Analysis Result*

Setelah semua langkah diatas, diperoleh *Analysis Result*.

2. Menghitung Pembebanan

Perhitungan pembebanan dilakukan sesuai dengan data *shop drawing* dan data penunjang lainnya yang didapat. Menghitung beban – beban yang bekerja pada struktur berupa beban mati, beban hidup. Beban mati yang dihitung berdasarkan permodelan yang ada dimana beban sendiri didalam program ETABS V9.7.4 dimasukan dalam *load case dead*, sedangkan berat sendiri tambahan yang tidak dapat dimodelkan dalam program ETABS V9.7.4 dalam *load case super dead*. Perhitungan berat sendiri ini dalam program ETABS V9.7.4 yang untuk *dead* adalah 1, sedangkan *super dead* adalah 0, dimana beban untuk *dead* telah dihitung secara otomatis oleh program ETABS V9.7.4, sedangkan untuk beban *super dead* bebannya perlu dimasukkan secara manual sesuai dengan data yang ada. Beban hidup yang dimasukkan dalam program ETABS

V9.7.4 dinotasikan dalam *live*. Beban hidup mendapatkan reduksi gempa. Beban hidup disesuaikan dengan peraturan yang ada. Perhitungan beban hidup ini dalam program ETABS V9.7.4 yang untuk *live* adalah 0, dimana beban hidup perlu dimasukkan secara manual sesuai dengan data yang ada.

### 3. Prosedur Analisa Respons Spektrum

Dalam menganalisa data yang ada, dibutuhkan uraian analisa respon spektrum untuk menghasilkan data yang diharapkan. Berikut prosedur analisa respons spektrum :

#### a) Menentukan Kategori Resiko Bangunan

Kategori Resiko Bangunan (KRB) ditentukan dari fungsi bangunan tersebut berdasarkan SNI 03-1726-2012.

#### b) Menentukan $S_S$ dan $S_1$

Untuk wilayah gempa berdasarkan SNI 03-1726-2012, bisa ditentukan secara otomatis melalui Aplikasi Desain Spektra Indonesia atau berdasarkan peta gempa SNI 03-1726-2012 seperti pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6

#### c) Menentukan Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs ditentukan berdasarkan jenis tanah pada lokasi penelitian.

#### d) Menentukan $S_{MS}$ dan $S_{M1}$

Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek ( $S_{MS}$ ) dan perioda 1 detik ( $S_{M1}$ ), ditentukan dengan perumusan persamaan 3.16 dan persamaan 3.17.

#### e) Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek ( $S_{DS}$ ) dan pada perioda 1 detik ( $S_{D1}$ ), ditentukan dengan perumusan persamaan 3.18 dan persamaan 3.19.

#### f) Menentukan Spektrum Respon Desain

#### g) Menentukan Parameter untuk Kurva Spektrum Desain

Parameter untuk kurva spektrum desain ditentukan dengan perumusan,  $S_a = S_{DS}$ .

h) Plot dalam bentuk Grafik

Dari hasil uraian prosedur analisa respons spektrum diatas, maka akan menghasilkan grafik respons spektrum.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

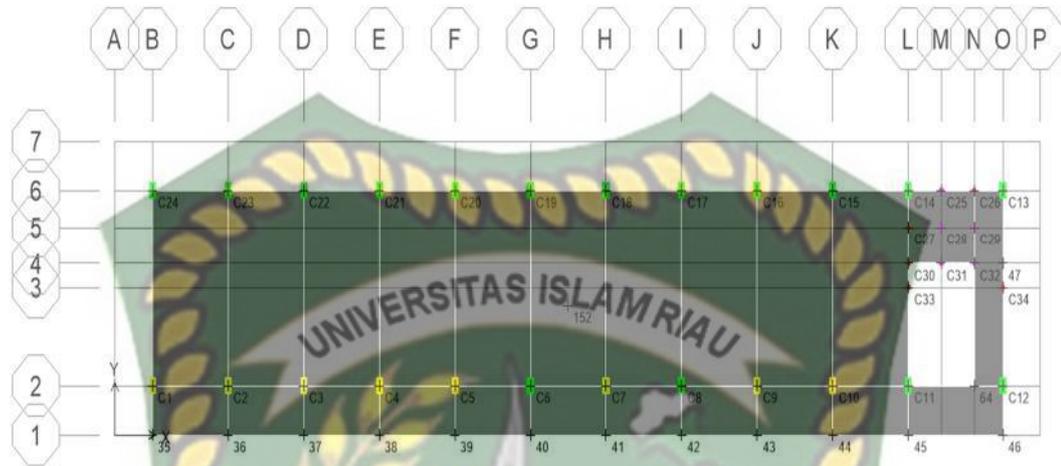
---

PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL



### 5.1.1. Hasil Analisis Sebelum Penambahan Lantai

Hasil analisis gedung dengan menggunakan software etabs v.9.7 diperoleh hasil kolom pendek lantai dasar atau *basement* pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Hasil analisis kolom jenis K130x65 lantai dasar atau *basement* sebelum penambahan lantai

Ket:

- : Kolom Aman (0,50-0,70)
- : Kolom Aman (0,70-0,90)
- : Kolom Kritis(0,90-1)
- : Kolom Tidak Aman (1)

Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa kolom jenis K1-30x65 pada lantai dasar atau *basement* terdapat dua warna yaitu warna kuning dan warna hijau. Warna tersebut menunjukkan bahwa kolom jenis K1-30x65 masih berada dalam kategori aman. Terdapat kolom *filed* atau tidak aman yaitu kolom praktis tapi tidak berpengaruh pada struktur.

Tabel 5.1 Struktur kolom yang aman dan tidak aman

| Story    | K1 30x65 | Kapasitas Rasio | Faktor Aman | Ket  |
|----------|----------|-----------------|-------------|------|
| LANTAI 1 | C1       | 0,718           | 1           | Aman |
| LANTAI 1 | C2       | 0,758           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C3       | 0,752           |             | Aman |

| Story    | K1 30x65 | Kapasitas Rasio | Faktor Aman | Ket  |
|----------|----------|-----------------|-------------|------|
| LANTAI 1 | C4       | 0,716           | 1           | Aman |
| LANTAI 1 | C5       | 0,728           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C6       | 0,696           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C7       | 0,713           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C8       | 0,698           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C9       | 0,728           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C10      | 0,712           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C11      | 0,649           |             | Aman |
| LANTAI 1 | C12      | 0,605           |             | Aman |

Sumber: hasil output ETABS

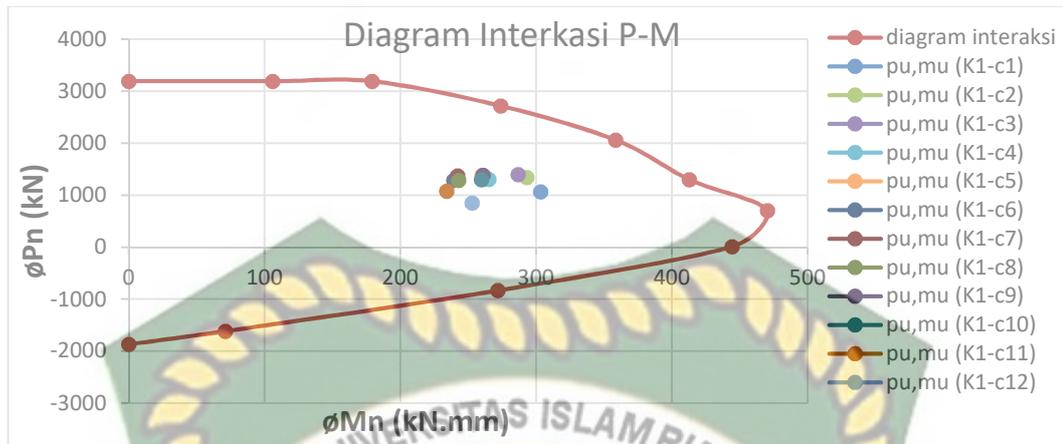
Pada analisa ini dilihat kapasitas rasio kolom. Nilai kapasitas rasio  $< 1$  menunjukkan bahwa kolom tersebut masih aman atau kolom tersebut masih mampu menahan beban yang bekerja, sedangkan  $> 1$  kolom tidak aman atau kolom tidak kuat menahan beban yang bekerja. Dari table diatas menunjukkan bahwa kolom jenis K1-30x65 masih aman atau kolom tersebut masih mampu menahan beban yang bekerja.

**Tabel 5.2** hasil perhitungan beban aksial dan momen sebelum penambahan lantai

| Story    | K1 30x65 | Kombinasi | P(KN)   | M (KNm) |
|----------|----------|-----------|---------|---------|
| LANTAI 1 | C1       | COMB3 MIN | 1065,4  | 303,2   |
| LANTAI 1 | C2       | COMB3 MIN | 1344,6  | 293,026 |
| LANTAI 1 | C3       | COMB3 MIN | 1397,91 | 286,712 |
| LANTAI 1 | C4       | COMB3 MIN | 1301,91 | 265,148 |
| LANTAI 1 | C5       | COMB3 MIN | 1381,73 | 260,205 |
| LANTAI 1 | C6       | COMB3 MIN | 1287,15 | 239,417 |
| LANTAI 1 | C7       | COMB3 MIN | 1371,24 | 242,246 |
| LANTAI 1 | C8       | COMB3 MIN | 1288,74 | 242,746 |
| LANTAI 1 | C9       | COMB3 MIN | 1386,04 | 260,845 |
| LANTAI 1 | C10      | COMB3 MIN | 1297,7  | 259,653 |
| LANTAI 1 | C11      | COMB3 MIN | 1080,43 | 234,087 |
| LANTAI 1 | C12      | COMB3 MIN | 851,38  | 252,769 |

Sumber: hasil output ETABS

Tabel hasil analisis yang didapat dari Lampiran A1 bahwa dari kombinasi 1 sampai kombinasi 18, kombinasi 3 merupakan kombinasi yang maksimum. Kombinasi 3 ini kemudian akan dianalisis menggunakan diagram interaksi P-M. Digaram interaksi ni didapat dari analisis hubungan gaya aksil dan momen lentur dari lampiran A-6

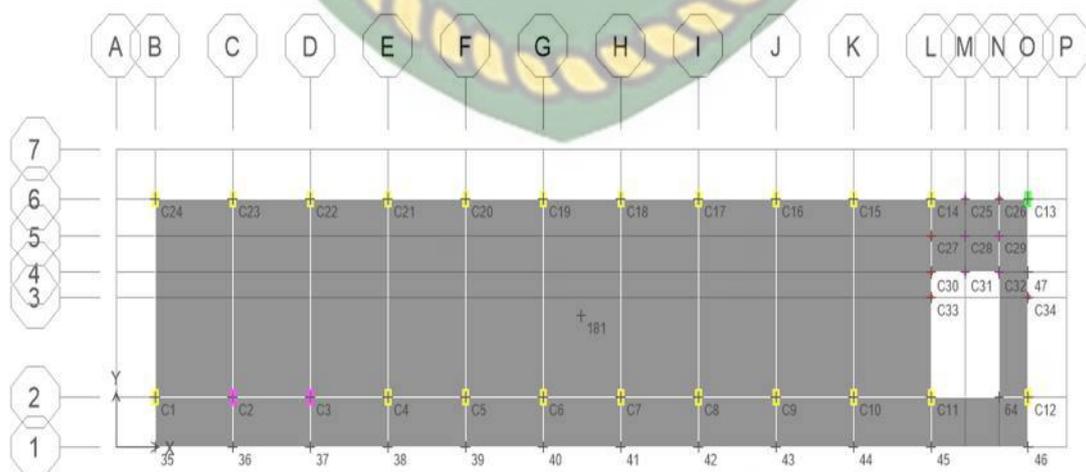


**Gambar 5.3** Diagram interaksi kolom jenis K1-30x65 lantai dasar atau *basement* sebelum penambahan lantai

Dari gambar Diagram ineteraksi P-M hasil yang didapat dari analisis semua kolom jenis K1-30x65 menunjukkan bahwa akibat dari kombinasi 3 yaitu kombinasi maksimum, kolom jenis K1-30x65 masih berada didalam diagram interaksi. Menandakan kolom jenis K1-30x65 sanggup menahan beban aksial dan momen dari kombinasi tersebut.

### 5.1.2 Hasil Analisis Kolom Setelah Penambahan 1 Lantai

Hasil analisis gedung dengan menggunakan software etabs v.9.7 diperoleh hasil kolom pendek lantai dasar atau *basement* pada gambar 5.4



**Gambar 5.4** Hasil analisis kolom lantai dasar atau *basement* setelah penambahan lantai 1 lantai

Ket:

- : Kolom Aman (0,50-0,70)
- : Kolom Aman (0,70-0,90)
- : Kolom Kritis (0,90-1)
- : Kolom Tidak Aman

Dari gambar 5.4 dapat dilihat bahwa kolom jenis K1-30x65 pada lantai dasar atau *basement* terdapat tiga warna yaitu warna kuning, warna hijau dan warna ungu. Warna hijau dan warna kuning tersebut menunjukkan bahwa kolom jenis K1-30x65 masih berada dalam kategori aman, sedangkan untuk warna ungu kolom jenis K1-30x65 menunjukkan kolom dalam keadaan kritis, kolom tersebut masih sanggup menahan kombinasi maksimum tetapi apabila di tambahkan beban lagi kolom tidak akan sanggup menahan beban tersebut. Terdapat kolom *filed* atau tidak aman yaitu kolom praktis tapi tidak berpengaruh pada struktur.

**Tabel 5.3** Struktur kolom yang aman dan tidak aman

| Story    | K1 30x65 | Kapasitas Rasio | Factor Aman | Ket    |
|----------|----------|-----------------|-------------|--------|
| LANTAI 1 | C1       | 0,875           | 1           | Aman   |
| LANTAI 1 | C2       | 0,928           |             | Kritis |
| LANTAI 1 | C3       | 0,919           |             | Kritis |
| LANTAI 1 | C4       | 0,878           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C5       | 0,890           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C6       | 0,851           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C7       | 0,872           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C8       | 0,856           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C9       | 0,894           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C10      | 0,877           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C11      | 0,805           |             | Aman   |
| LANTAI 1 | C12      | 0,739           |             | Aman   |

Sumber: hasil output ETABS

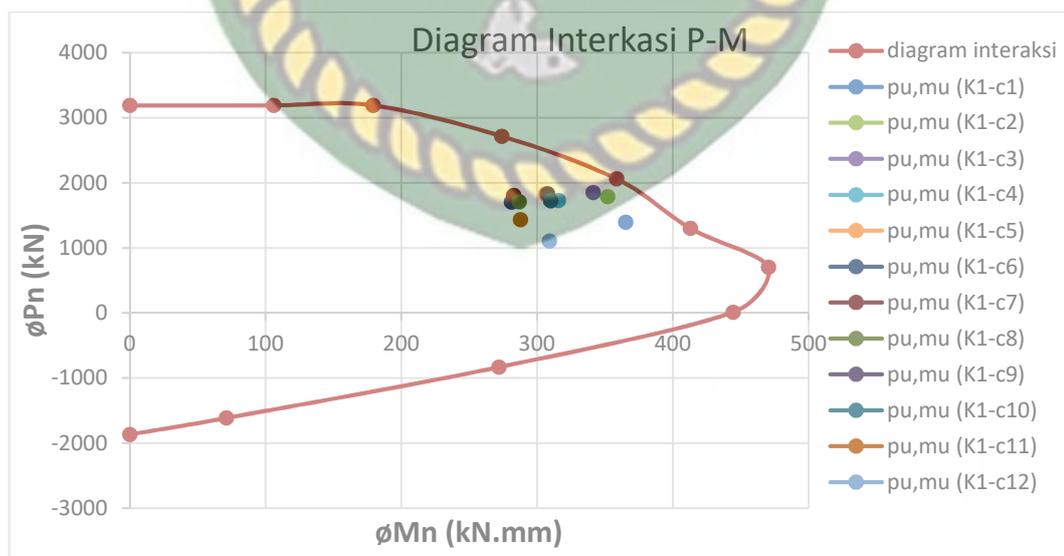
Pada analisa ini dilihat kapasitas rasio kolom. Nilai kapasitas rasio  $< 1$  menunjukkan bahwa kolom tersebut masih aman atau kolom tersebut masih mampu menahan beban yang bekerja, sedangkan  $> 1$  kolom tidak aman atau kolom tidak kuat menahan beban yang bekerja. Dari table diatas menunjukkan bahwa kolom jenis K1-30x65 tidak mampu menahan kombinasi beban.

**Tabel 5.4** Hasil perhitungan beban aksial dan momen setelah penambahan 1 lantai

| Story    | K1 30x65 | Kombinasi | P(KN)  | M (KNm) |
|----------|----------|-----------|--------|---------|
| LANTAI 1 | C1       | COMB3 MIN | 1396,2 | 365,2   |
| LANTAI 1 | C2       | COMB3 MIN | 1788,9 | 351,8   |
| LANTAI 1 | C3       | COMB3 MIN | 1853,1 | 341,2   |
| LANTAI 1 | C4       | COMB3 MIN | 1730,3 | 315,6   |
| LANTAI 1 | C5       | COMB3 MIN | 1825,2 | 306,2   |
| LANTAI 1 | C6       | COMB3 MIN | 1705,3 | 281,0   |
| LANTAI 1 | C7       | COMB3 MIN | 1808,6 | 282,7   |
| LANTAI 1 | C8       | COMB3 MIN | 1710,3 | 286,6   |
| LANTAI 1 | C9       | COMB3 MIN | 1833,7 | 307,7   |
| LANTAI 1 | C10      | COMB3 MIN | 1723,9 | 309,9   |
| LANTAI 1 | C11      | COMB3 MIN | 1433,3 | 287,6   |
| LANTAI 1 | C12      | COMB3 MIN | 1107,1 | 309,1   |

Sumber: hasil output ETABS

Tabel hasil analisis yang didapat dari Lampiran A1 bahwa dari kombinasi 1 sampai kombinasi 18, kombinasi 3 merupakan kombinasi yang maksimum. Kombinasi 3 ini kemudian akan dianalisis menggunakan diagram interaksi P-M. Digaram interaksi ni didapat dari analisis hubungan gaya aksial dan momen lentur dari lampiran A-6


**Gambar 5.5** Diagram interaksi kolom jenis K1-30x65 basement setelah penambahan 1 lantai

Dari gambar Diagram ineteraksi P-M hasil yang didapat dari analisis semua kolom jenis K1-30x65 menunjukkan bahwa akibat dari kombinasi 3 yaitu kombinasi maksimum, kolom jenis K1-30x65 masih berada didalam diagram interaksi. Menandakan kolom jenis K1-30x65 sanggup menahan beban aksial dan momen dari kombinasi tersebut. Namun ada beberapa kolom jenis K1-30x65 yang mendekati garis diagram interaksi menandakan bahwa kolom tersebut dalam keadaan kritis dan masih sanggup menahan kombinasi beban.

### 5.1.3 Hasil Analisis Setelah Penambahan 2 Lantai

Hasil analisis gedung dengan menggunakan software etabs v.9.7 diperoleh hasil kolom pendek lantai dasar atau *basement* pada gambar 5.6



**Gambar 5.6** Hasil analisis kolom basement setelah penambahan 2 lantai

Ket:

- : Kolom Aman (0,50-0,70)
- : Kolom Aman (0,70-0,90)
- : Kolom Kritis(0,90-1)
- : Kolom Tidak Aman (1)

Dari gambar 5.5 dapat dilihat bahwa kolom jenis K1-30x65 pada lantai dasar atau *basement* terdapat hanya merah saja. Warna merah tersebut menunjukkan bahwa kolom jenis K1-30x65 tidak aman dan tidak sanggup menahan kombinasi beban.

**Tabel 5.5** Struktur kolom yang aman dan tidak aman

| Story    | K1 30x65 | Kapasitas Rasio | Factor Aman | Ket        |
|----------|----------|-----------------|-------------|------------|
| LANTAI 1 | C1       | 1,17            | 1           | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C2       | 1,22            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C3       | 1,20            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C4       | 1,14            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C5       | 1,15            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C6       | 1,10            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C7       | 1,13            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C8       | 1,11            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C9       | 1,15            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C10      | 1,13            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C11      | 1,04            |             | Tidak Aman |
| LANTAI 1 | C12      | 1,12            |             | Tidak Aman |

Sumber: hasil output ETABS

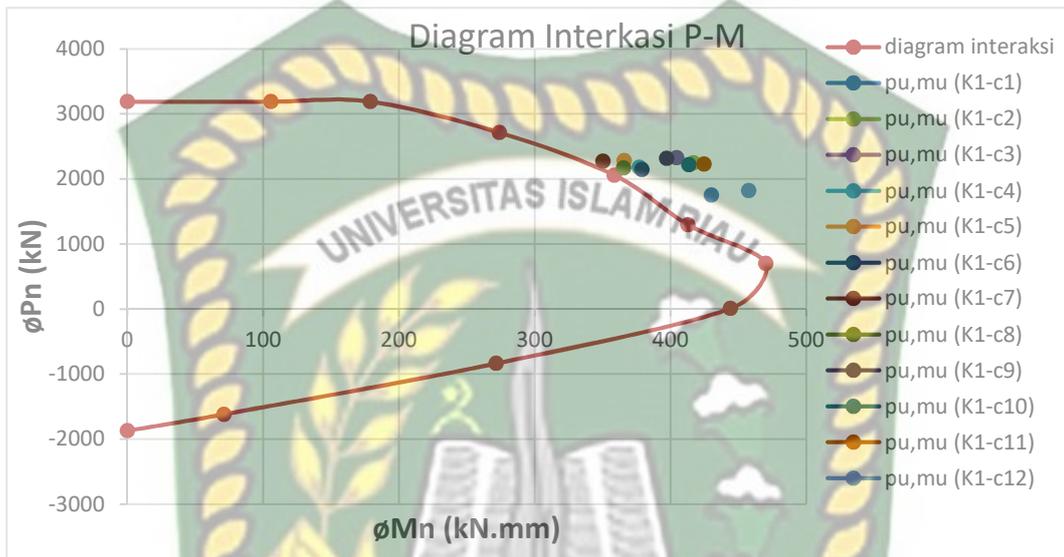
Pada analisa ini dilihat kapasitas rasio kolom. Nilai kapasitas rasio  $< 1$  menunjukkan bahwa kolom tersebut masih aman atau kolom tersebut masih mampu menahan beban yang bekerja, sedangkan  $> 1$  kolom tidak aman atau kolom tidak kuat menahan beban yang bekerja. Dari table diatas menunjukkan bahwa kolom jenis K1-30x65 tidak aman atau kolom tersebut tidak mampu menahan beban yang bekerja..

**Tabel 5.6** Hasil perhitungan beban aksial dan momen setelah penambahan 2 lantai :

| Story    | K1 30x65 | Kombinasi | P(KN)   | M (KNm) |
|----------|----------|-----------|---------|---------|
| LANTAI 1 | C1       | COMB3 MIN | 1754,05 | 430,096 |
| LANTAI 1 | C2       | COMB3 MIN | 2248,57 | 416,951 |
| LANTAI 1 | C3       | COMB3 MIN | 2327,26 | 404,527 |
| LANTAI 1 | C4       | COMB3 MIN | 2181,74 | 377,112 |
| LANTAI 1 | C5       | COMB3 MIN | 2287,5  | 366,035 |
| LANTAI 1 | C6       | COMB3 MIN | 2148,16 | 378,97  |
| LANTAI 1 | C7       | COMB3 MIN | 2274,47 | 350,338 |
| LANTAI 1 | C8       | COMB3 MIN | 2173,64 | 365,565 |
| LANTAI 1 | C9       | COMB3 MIN | 2318,32 | 397,35  |
| LANTAI 1 | C10      | COMB3 MIN | 2219,23 | 413,549 |
| LANTAI 1 | C11      | COMB3 MIN | 2232,21 | 424,686 |
| LANTAI 1 | C12      | COMB3 MIN | 1824,04 | 457,678 |

Sumber: hasil output ETABS

Tabel hasil analisis yang didapat dari Lampiran A1 bahwa dari kombinasi 1 sampai kombinasi 18, kombinasi 3 merupakan kombinasi yang maksimum. Kombinasi 3 ini kemudian akan dianalisis menggunakan diagram interaksi P-M. Digaram interaksi ni didapat dari analisis hubungan gaya aksil dan momen lentur dari lampiran A-6

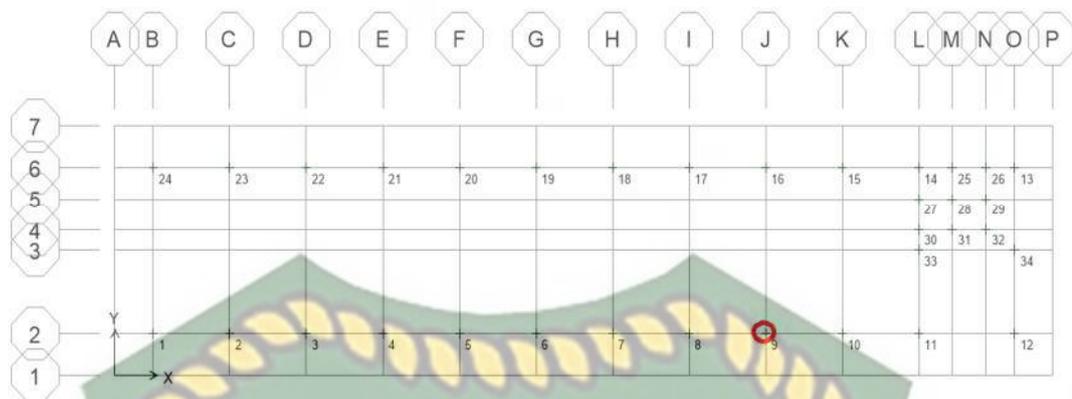


Gambar 5.7 Diagram interaksi kolom jenis K1-30x65 lantai dasar atau *basement* setelah penambahan 2 lantai

Dari gambar Diagram ineteraksi P-M hasil yang didapat dari analisis semua kolom jenis K1-30x65 menunjukkan bahwa akibat dari kombinasi 3 yaitu kombinasi maksimum, kolom jenis K1-30x65 masih berada diluar diagram interaksi. Menandakan kolom jenis K1-30x65 tidak sanggup menahan beban aksial dan momen dari kombinasi tersebut.

## 5.2 Hasil Analisis Kolom Dengan Beban dan Momen Lentur Terbesar

Dari lampiran A-1 hasil perhitungan pada software etabs diketahui kolom yang mendapatkan beban paling besar adalah kolom C9. Berikut merupakan denah posisi kolom pada gambar 5.8



**Gambar 5.8** Denah posisi kolom yang mendapatkan beban terbesar

### 5.2.1 P aksial dan momen lentur pada C9 sebelum penambahan lantai

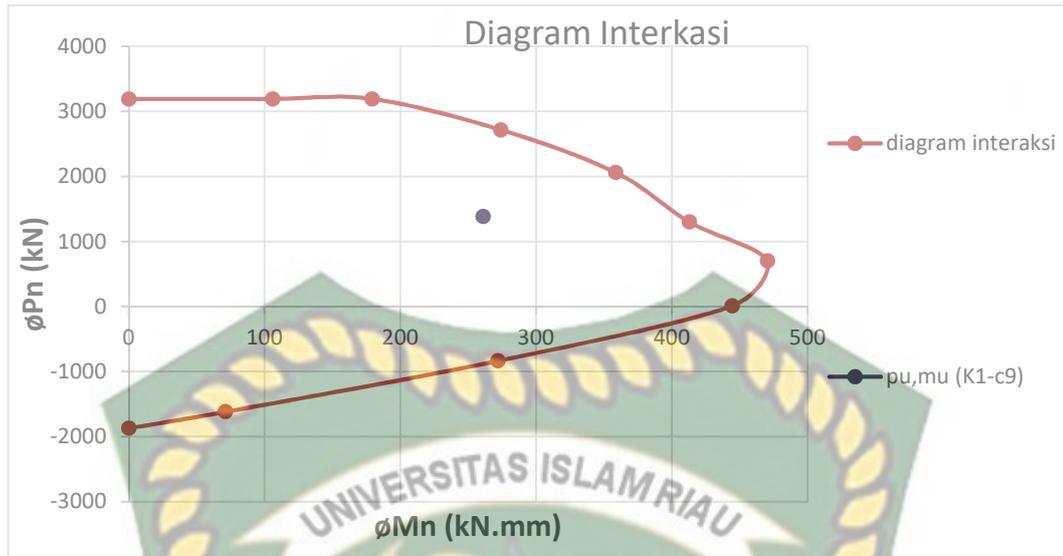
Hasil perhitungan beban aksial (P) dan Momen (M) pada lantai dasar dapat dilihat dari lampiran A, hasil dari beban aksial maksimum dan Momen maksimum yang diperoleh dari Etabs dapat dilihat pada tabel 5.7

**Tabel 5.7** hasil perhitungan beban aksial dan momen sebelum penambahan lantai

| Story   | Col | Load      | Loc  | P (KN)  | M (KNm) |
|---------|-----|-----------|------|---------|---------|
| Story 1 | C9  | COMB3 MIN | 0    | 1344,6  | 260,845 |
| Story 1 | C9  | COMB3 MIN | 1,02 | 1338,43 | 133,576 |
| Story 1 | C9  | COMB3 MIN | 2,05 | 1332,26 | 7,208   |

Sumber: hasil output ETABS

Dari tabel 5.1 beban aksial yang terjadi pada kolom jenis K1-30x65- C9 pada posisi dasar kolom sesuai dengan location 0 m adalah sebesar 1344,6 kN dan momen 260,845 kNm. Kemudian periksa kekuatan kolom dengan diagram interaksi seperti pada gambar 5.8



**Gambar 5.9** Grafik hubungan P-M pada kolom jenis K1-30x65- C9 sebelum penambahan lantai

Hasil analisis menggunakan diagram interaksi didapatkan diagram hubungan P-M untuk kolom jenis K1-30x65- C9 sebelum terjadi penambahan lantai dan dapat dilihat bahwa kolom jenis K1-30x65- C9 masih berada didalam diagram interaksi menunjukkan hubungan beban aksial dan momen masih sanggup menahan beban kombinasi.

### 5.2.2 P aksial dan momen pada C9 setelah penambahan 2 lantai

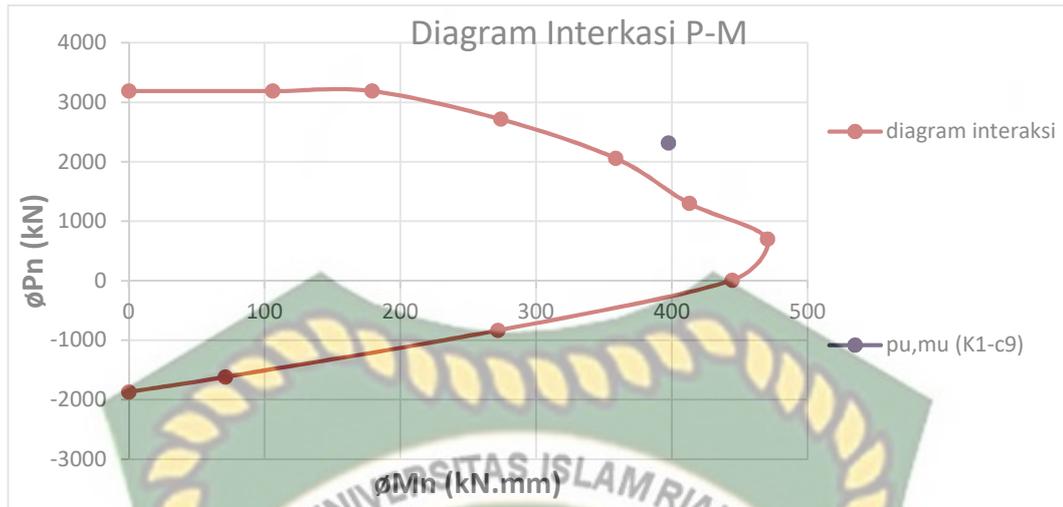
Hasil perhitungan beban aksial (P) dan Momen (M) pada lantai dasar dapat dilihat dari lampiran A, hasil dari beban aksial maksimum dan Momen minimum yang diperoleh dari Etabs dapat dilihat pada tabel 5.8

**Tabel 5.8** hasil perhitungan beban aksial dan momen setelah penambahan 2 lantai

| Story   | Col | Load      | Loc  | P (KN)  | M (KNm) |
|---------|-----|-----------|------|---------|---------|
| Story 1 | C9  | COMB3 MIN | 0    | 2318,32 | 397,35  |
| Story 1 | C9  | COMB3 MIN | 1,02 | 2312,15 | 223,404 |
| Story 1 | C9  | COMB3 MIN | 2,05 | 2305,99 | 50,601  |

Sumber: hasil output ETABS

Dari tabel 5.2 beban aksial yang terjadi pada kolom jenis K1-30x65 –C9 pada posisi dasar kolom sesuai dengan location 0 m adalah sebesar 2318,32 kN dan momen 397,35 kNm. Kemudian periksa kekuatan kolom dengan Diagram interaksi seperti pada gambar 5.10



**Gambar 5.10** Grafik hubungan P-M pada kolom jenis K1-30x65-C9 setelah 2 penambahan lantai

Hasil analisis menggunakan diagram interaksi didapatkan diagram hubungan P-M untuk kolom jenis K1-30x65-C9 setelah terjadi penambahan 2 lantai dan dapat dilihat bahwa titik beban aksial di momen telah keluar dari diagram. Disalah satu momen mendapatkan beban yang melebihi syarat menunjukkan kolom tersebut tidak mampu menahan beban dari momen

Dari lampiran A diketahui bahwa nilai beban aksial yang bekerja pada kolom yang diizinkan atau beban kolom tidak boleh melebihi 3191,896 kN. Untuk beban sebelum penambahan lantai 1344,6 kN berada pada batas yang diizinkan sementara beban yang bekerja pada kolom sesudah penambahan lantai 2318,32 kN untuk kapasitas kolom masih memenuhi batas beban yang diizinkan. Berdasarkan lampiran A bahwa momen ultimit yang bekerja pada kolom atau yang diizinkan tidak boleh melebihi momen nominal 380,8027 kNm. Untuk momen sebelum penambahan lantai 260,845 kNm dan masih berada pada yang diizinkan, sementara momen yang bekerja pada kolom sesudah penambahan lantai 397,35 kNm dan tidak memenuhi batasan yang diizinkan pada kolom ini.

Dari hasil analisa diatas didapat dihitung selisih beban yang diijinkan dan beban yang terjadi sebelum penambahan lantai dengan persentase sebesar 57,874%, selisih beban yang diijinkan terhadap beban sesudah penambahan lantai dengan persentase 27,36% dan persentase kenaikan beban sebelum dan sesudah

penambahan lantai, yaitu beban bertambah sebesar 42% dari beban sebelum penambahan lantai. Hasil analisa momen dapat dihitung momen yang diijinkan dan momen yang terjadi sebelum penambahan lantai dengan persentase sebesar 31,50%, selisih momen yang diijinkan terhadap momen sesudah penambahan lantai dengan persentase 4,15% dan persentase kenaikan momen sebelum dan sesudah penambahan lantai yaitu sebesar 34,35%.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB VI

## KESIMPULAN DAN SARAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL**

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang di dapat dari hasil penelitian akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Gedung yang di desain untuk penambahan 1 lantai kuat untuk menahan kombinasi beban aksial dan lateral. Dapat dibuktikan oleh hasil beban aksial dan lateral setelah penambahan lantai. Gedung yang didisain penambahan 2 lantai ternyata tidak kuat menahan kombinasi beban aksial dan lateral. Gedung mampu menahan beban aksial tetapi gedung tidak mampu menahan kombinasi beban aksial dan lateral sehingga momen ultimit lebih besar dari momen nominal. Kolom basement yang menerima kombinasi beban aksial dan lateral yang paling besar dari sebelum dan sesudah penambahan lantai baerada di C9.
2. Adanya kenaikan beban sebesar 21,76% dari beban awal yang diterima oleh kolom C9, sedangkan momen juga menagalami kenaikan sebesar 26,926% dari momen awal yang diterima oleh kolom C9.
3. Beban maksimum dan momen maksimum yang sanggup diberikan pada kolom pendek C9 yaitu 3191,896 KN dan 380,8027 KNm dan setelah terjadinya penambahan lantai beban yang diterima oleh kolom pendek 2318,32 KN dan momen nya sebesar 397,35 KNm.

#### 6.2. Saran

1. Struktur ini hanya bisa menahan penambahan beban untuk 1 lantai dan apabila di tambah 2 lantai harus ada dilakukan perkuatan.
2. Perlu adanya analisis kategori resiko bangunan gedung yang lain nya serta dapat meninjau kelas situs tanah lain nya
3. Untuk penelitian selanjutnya menganalisis daya dukung pondasi

## DAFTAR PUSTAKA

---



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

---

PENGARUH PENAMBAHAN LANTAI TERHADAP KOLOM  
PENDEK AKIBAT KOMBINASI BEBAN  
AKSIAL DAN LATERAL

## DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, Wiwin. 2012. *Perilaku struktur Gedung Beton Bertulang Eksisting Akibat Penambahan lantai..* Tugas Akhir. Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.* Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan.* Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 03 – 1727 – 2013.* Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang SK SNI T-15-1991-03.* Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Dwi, A.Oki. 2018. Pengaruh Penambahan Lantai Terhadap Kinerja Kolom Eksisting. *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Edward, G Nawy , 1990, “Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar”, PT. Eresco, Bandung.
- Imran, I., Zulkifli, E., 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang.* ITB. Bandung.
- Saruni, Cintya. 2017. *Evaluasi dan Analisis Perkuatan Bangunan yang Bertambah Jumlah Tingkatnya.* Tugas Akhir. Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado