

SKRIPSI

STUDI PENGARUH ARAH *RIBBED SLAB* PADA GEDUNG DENGAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL PADA DUA KATEGORI DESAIN SEISMIK SESUAI SNI 1726:2019



**FRANSISKUS NUGROHO
NPM : 2016410139**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020**

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH ARAH *RIBBED SLAB* PADA GEDUNG
DENGAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL PADA DUA
KATEGORI DESAIN SEISMIK SESUAI SNI 1726:2019**



**FRANSISKUS NUGROHO
NPM : 2016410139**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020**

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH ARAH *RIBBED SLAB* PADA GEDUNG
DENGAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL PADA DUA
KATEGORI DESAIN SEISMIK SESUAI SNI 1726:2019**



**FRANSISKUS NUGROHO
NPM : 2016410139**

**BANDUNG, 27 Juli 2020
PEMBIMBING:**

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG
JULI 2020**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Fransiskus Nugroho

NPM : 2016410139

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~^{*)} dengan judul:

STUDI PENGARUH ARAH RIBBED SLAB PADA GEDUNG DENGAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL PADA DUA KATEGORI DESAIN SEISMIK SESUAI SNI 1726:2019

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 20 Juli 2020



Fransiskus Nugroho

*) coret yang tidak perlu

STUDI PENGARUH ARAH *RIBBED SLAB* PADA GEDUNG DENGAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL PADA DUA KATEGORI DESAIN SEISMIK SESUAI SNI 1726:2019

**Fransiskus Nugroho
NPM: 2016410139**

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2020**

ABSTRAK

Secara struktural, komponen struktur haruslah didesain dengan baik, karena gedung dengan ketidakberaturan horizontal memiliki pusat massa dan pusat kekakuan yang dapat menimbulkan masalah puntir atau rotasi pada bangunan. Pelat rusuk atau *Ribbed Slab* adalah konstruksi pelat berusuk satu arah non prategang terdiri dari sebuah kombinasi monolit rusuk berspasi teratur dan sebuah pelat atas yang didesain membentang satu arah. Studi ini meneliti pengaruh arah *Ribbed Slab* terhadap besarnya simpangan antar lantai dan ketidakberaturan horizontal tipe 1a pada struktur gedung beton bertulang 6 Lantai berbentuk L, dengan 3 variasi model, model 1 adalah denah lantai tipikal dengan *ribbed slab* searah sumbu X, model 2 adalah denah lantai tipikal dengan *ribbed slab* searah sumbu Y, sedangkan model 3 adalah model dengan kombinasi arah *ribbed slab* searah sumbu X dan Y. Ketiga model didesain pada kategori desain seismik C dan D. Analisis dilakukan dengan metode analisis spektrum respons ragam. Pada kategori desain seismik C, Ketidakberaturan horizontal tipe 1a yang terjadi pada model 1 dan 2, tidak terjadi pada model 3, karena simpangan maksimum dan simpangan antar lantai pada model 3 lebih kecil dari model 1 dan 2, sementara nilai gaya geser tingkat pada model 3, lebih kecil 3.8% dari model 2, dan lebih besar 5.33% dari model 1. Pengecekan gaya desain diafragma pada model 3 di lantai 1 juga lebih kecil dari model 1 dan model 2. Sedangkan pada kategori desain seismik D, ketidakberaturan yang terjadi pada model 1 dan 2 tidak terjadi pada model 3. Selain itu simpangan antar lantai pada model 3, lebih kecil 8.3% daripada model 2, dan lebih kecil 11.03% dari model 1. Pada pengecekan gaya desain diafragma pada model 3 yang terletak pada kategori desain seismik C dan D, lebih besar 23.865% dibandingkan model 1, dan lebih besar 12.91% dibandingkan model 2.

Kata Kunci: *Ribbed Slab*, Ketidakberaturan, Kategori desain seismik, Spektrum respons ragam

STUDY OF RIBBED SLAB EFFECT ON BUILDING WITH HORIZONTAL IRREGULARITIES ON TWO SEISMIC DESIGN CATEGORIES ACCORDING TO SNI 1726:2019

Fransiskus Nugroho
NPM: 2016410139

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1778/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG
JULI 2020

ABSTRACT

In terms of structural, structural components must be well designed, because buildings with horizontal irregularities has different location of center of mass and center of rigidity that can cause torsion in the building. Ribbed Slab is a non-prestressed one-way ribbed plate construction consisting of a combination of regular-spaced rib monolith and top plate that is designed to stretch in one direction. This study discusses the impact of the Ribbed Slab Direction on the ratio of intersections between floors and 1a type of horizontal irregularity on the L shape reinforced concrete building, with 3 variations of model, model 1 is a typical floor plan with ribbed slab in the direction of the X axis, model 2 is a typical floor plan with ribbed slab in the direction of the Y axis, while model 3 is a model with a combination of X and Y axis ribbed slab. All three model is designed in the C and D seismic design categories. In the C seismic design category, 1a type of horizontal irregularities that occur in models 1 and 2, do not occur in model 3, because the maximum drift on the third model is smaller than models 1 and 2, the story shear in model 3, 3.8% smaller than model 2, and 5.33% greater than model 1. Diaphragm design force on model 3 on the 1st floor is also smaller than model 1 and model 2. In the D seismic design category, irregularities occur in models 1 and 2 do not occur in model 3. In addition, the story drift on model 3, 8.3% smaller than model 2, and 11.03% smaller than model 1. Diaphragm design force on the model 3 in the C and D seismic design categories, 23.865% greater than model 1, and 12.91% greater than model 2.

Keywords: Ribbed Slab, Irregularities, Seismic Design Category, Response Spectrum Design

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Studi Pengaruh Arah *Ribbed Slab* pada Gedung dengan Ketidakberaturan Horizontal yang Terletak pada Dua Kategori Desain Seismik Sesuai SNI 1726:2019. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata 1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini, banyak hambatan yang telah dialami oleh penulis. Akan tetapi, penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang sangat membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah membimbing, banyak memberi masukan dan mendampingi penulis dalam menyelesaikan proses penulisan skripsi dan asistensi, hingga penyempurnaan penulisan skripsi.
2. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. dan Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. sebagai penguji yang banyak memberikan kritik dan saran kepada penulis guna memperbaiki skripsi ini.
3. Bapak Christian Arief, Bapak Antonius Muliawan Japar dan Kak Natalia Lioe yang telah membantu memberikan masukan atas penulisan skripsi ini hingga berjalan dengan lancar.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Struktur Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik, masukan, dan sarannya.
5. Orang tua dan saudara dari penulis yaitu Susan Ramli, Theresia Kirana dan Kristian Hadinata yang telah memberi dukungan dan doa pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman – teman yakni Julia Setiawan, Alvaro Effendy, Jonathan Djaja, Edric Wijaya, Amardev Singh, Audi Padilangga , Justin Komala, dan Albert Ramli yang selalu memberikan semangat selama masa perkuliahan.
7. Teman – teman angkatan 2016 yang telah membantu dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan di Teknik Sipil Unpar, sehingga penulis dapat lulus dan menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.

8. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.

Bandung, 27 Juli 2020



Fransiskus Nugroho

2016410139



DAFTAR ISI

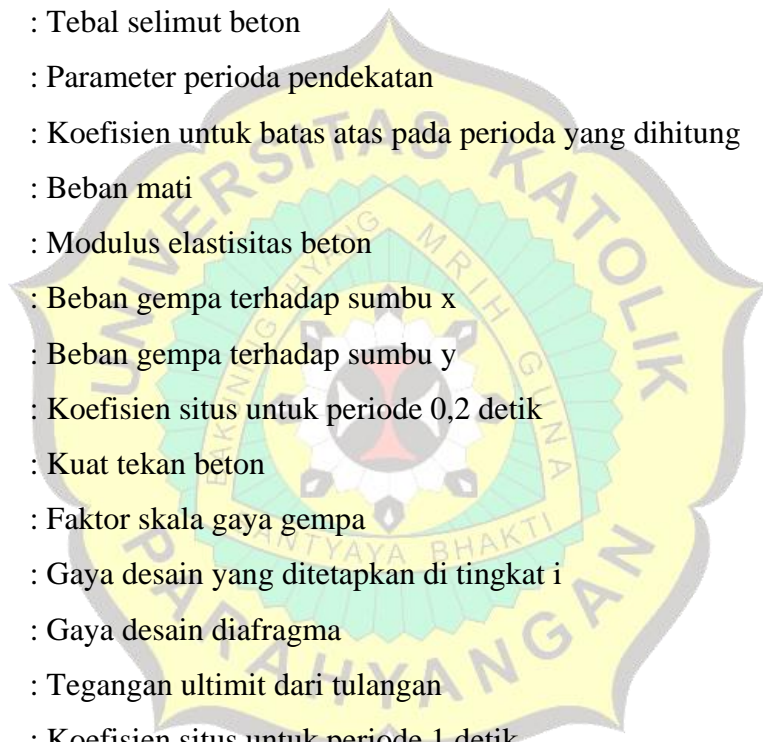
| | |
|---|-------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| SKRIPSI | 1 |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1-1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1-1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 1-2 |
| 1.3 Tujuan Penulisan | 1-2 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian | 1-5 |
| BAB 2 DASAR TEORI | 2-1 |
| 2.1 Ribbed slab | 2-1 |
| 2.2 Ketidakberaturan | 2-3 |
| 2.2.1 Ketidakberaturan Horizontal | 2-3 |
| 2.2.2 Ketidakberaturan Vertikal | 2-6 |
| 2.3 Kategori Desain Seismik | 2-9 |
| 2.4 Beban Gempa Pada Struktur | 2-10 |
| 2.4.1 Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan Gempa | 2-10 |
| 2.4.2 Parameter Percepatan Respons Spektral MCE dari peta gempa (S_s dan S_1) | 11 |

| | |
|---|------------|
| 2.4.3 Menentukan Koefisien Situs F_a dan F_v | 2-13 |
| 2.4.4 Parameter Percepatan Spectral Desain | 2-15 |
| 2.4.5 Spektrum Respons Desain | 2-15 |
| 2.4.6 Sistem Penahan Beban Gempa | 2-16 |
| 2.4.7 Kekakuan pada Struktur | 2-17 |
| 2.4.8 Pengaruh Torsi tak Terduga | 2-18 |
| 2.4.9 Fleksibilitas Diafragma, Ketidakberaturan Konfigurasi, dan Redundansi 2-19 | |
| 2.4.10 Kombinasi Beban Terfaktor | 2-21 |
| 2.4.11 Faktor Redundansi..... | 2-21 |
| 2.4.12 Berat Seismik Efektif | 2-23 |
| 2.4.13 Gaya Geser Dasar | 2-25 |
| 2.4.14 Perhitungan Koefisien Respons Seismik..... | 2-25 |
| 2.4.15 Penentuan Periode | 2-26 |
| 2.4.16 Batasan Simpangan Antar Tingkat | 2-28 |
| 2.4.17 Pengaruh P-delta..... | 2-29 |
| 2.4.18 Penentuan Faktor Skala untuk Gaya Geser Dasar | 2-29 |
| 2.4.19 Gaya Desain Diafragma | 2-30 |
| 2.5 Analisis Spektrum Respons Ragam..... | 2-30 |
| 2.5.1 Penentuan Jumlah Ragam untuk Respons Ragam..... | 2-30 |
| 2.5.2 Parameter respons ragam..... | 2-31 |
| 2.5.3 Parameter respons terkombinasi..... | 2-31 |
| 2.5.4 Skala nilai desain untuk respons terkombinasi..... | 2-31 |
| BAB 3 STUDI KASUS | 3-1 |
| 3.1 Data Bangunan | 3-1 |
| 3.2 Data Material | 3-1 |

| | |
|--|------|
| 3.3 Pembebanan | 3-2 |
| 3.3.1 Beban Mati | 3-2 |
| 3.3.2 Beban Hidup | 3-2 |
| 3.3.3 Beban Mati Tambahan | 3-2 |
| 3.4 Data Parameter Gempa | 3-3 |
| 3.5 Kombinasi Pembebanan..... | 3-5 |
| 3.6 Dimensi penampang..... | 3-6 |
| 3.6.1 Dimensi Balok | 3-6 |
| 3.6.2 Dimensi Kolom..... | 3-6 |
| 3.6.3 Dimensi <i>Ribbed slab</i> | 3-6 |
| BAB 4 ANALISIS DATA | 4-1 |
| 4.1 Pemeriksaan Stuktur..... | 4-1 |
| 4.1.1 Pemeriksaan gerak dominan struktur | 4-1 |
| 4.1.2 Pemeriksaan Rasio Partisipasi Massa Ragam | 4-2 |
| 4.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal | 4-9 |
| 4.2.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 1a dan 1b | 4-9 |
| 4.2.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 2 | 4-13 |
| 4.2.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 3 | 4-14 |
| 4.2.4 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 4 | 4-14 |
| 4.2.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal tipe 5 | 4-14 |
| 4.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal | 4-14 |
| 4.3.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 1a | 4-14 |
| 4.3.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 1b..... | 4-19 |
| 4.3.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 | 4-23 |
| 4.3.4 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 3 | 4-25 |
| 4.3.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 4..... | 4-25 |

| | |
|---|----------|
| 4.3.6 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal tipe 5a dan 5b..... | 4-26 |
| 4.5 Pemeriksaan pengaruh P delta..... | 4-30 |
| 4.6 Pemeriksaan Jenis Diafragma..... | 4-32 |
| 4.7 Pemeriksaan Pengaruh torsi bawaan | 4-32 |
| 4.8 Pengaruh Torsi tak terduga..... | 4-35 |
| 4.9 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai | 4-36 |
| 4.10 Pemeriksaan Gaya Geser Tingkat..... | 4-43 |
| 4.4 Pemeriksaan <i>Demand/Capacity Ratio</i> | 4-46 |
| 4.11 Pengecekan Gaya Diafragma | 4-50 |
| 4.12 Pemodelan Gaya Desain Diafragma..... | 4-54 |
| 4.13 Analisis Hasil Kontur pada <i>Section Cut</i> | 4-61 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 5-1 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 5-1 |
| 5.2 Saran | 5-2 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | L-i |
| LAMPIRAN I PERHITUNGAN SUDUT GEMPA DAN FAKTOR SKALA .. | L-ii |
| LAMPIRAN II PENULANGAN <i>RIBBED SLAB</i> | L-xxxvii |
| LAMPIRAN III PERHITUNGAN D/C BALOK..... | L-xlvi |

DAFTAR NOTASI



| | |
|----------|---|
| A_c | : Luas penampang beton |
| A_s | : Luas penampang |
| A_x | : Faktor amplifikasi torsi dalam arah x |
| A_y | : Faktor amplifikasi torsi dalam arah y |
| b_w | : Lebar badan penampang persegi |
| C | : Panjang sisi kolom |
| C_d | : Faktor pembesaran defleksi |
| C_s | : Koefisien respons seismik |
| cov | : Tebal selimut beton |
| C_t | : Parameter perioda pendekatan |
| C_u | : Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung |
| DL | : Beban mati |
| E_c | : Modulus elastisitas beton |
| E_x | : Beban gempa terhadap sumbu x |
| E_y | : Beban gempa terhadap sumbu y |
| F_a | : Koefisien situs untuk periode 0,2 detik |
| f'_c | : Kuat tekan beton |
| f_D | : Faktor skala gaya gempa |
| F_i | : Gaya desain yang ditetapkan di tingkat i |
| F_{px} | : Gaya desain diafragma |
| F_u | : Tegangan ultimit dari tulangan |
| F_v | : Koefisien situs untuk periode 1 detik |
| F_y | : Tegangan leleh minimum dari baja struktural |
| g | : Percepatan gravitasi |
| hs_x | : Tinggi tingkat di bawah tingkat x |
| KDS | : Koefisien desain seismik |
| L | : Panjang yang tidak didukung secara lateral (mm) |
| MCE_R | : <i>Maximum Considered Earthquake Risk</i> |
| MEP | : <i>Mechanical Electrical and Plumbing</i> |
| M_u | : Momen ultimit |
| N | : Jumlah tingkat |

- P_u : Gaya aksial ultimit
- R : Faktor reduksi gempa
- S_a : Spektrum respons percepatan desain
- S_{D1} : Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
- S_{DS} : Parameter percepatan spektral desain untuk periode 0,2 detik
- S_{M1} : Parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
- S_{MS} : Parameter spektrum respons percepatan pada periode 0,2 detik
- SNI : Standar Nasional Indonesia
- SRPMK: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
- S_s : Parameter respon spektral percepatan gempa MCER pada perioda pendek
- S_1 : Parameter respon spektral percepatan gempa MCER pada perioda 1 detik
- T : Periode getar fundamental struktur
- T_a : Periode fundamental pendekatan
- T_s, T_0 : Parameter periode untuk respons desain seismic
- T_L : Peta Transisi Periode Panjang
- V : Gaya geser dasar seismic
- W : Berat seismic efektif
- w_c : Berat jenis beton
- W_i : Tributari berat sampai tingkat i
- W_{px} : Tributari berat sampai diafragma di tingkat x
- $\Delta\delta$: Simpangan antar lantai
- δ : Simpangan lantai
- Ω_0 : Faktor kuat lebih sistem
- ρ : Faktor redundansi
- ρ_t : Rasio tulangan

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. 1 Potongan Ribbed Slab (Hoffman, Gustafson, & Gouwens, 1998) ... | 2 |
| Gambar 1. 2 Tampak 3 dimensi bangunan. | 3 |
| Gambar 1. 3 Denah lantai tipikal dengan ribbed slab arah sumbu X (model 1) ... | 3 |
| Gambar 1. 4 Denah lantai tipikal dengan ribbed slab arah sumbu Y (model 2) ... | 4 |
| Gambar 1. 5 Denah lantai tipikal dengan ribbed slab arah sumbu X dan Y (model 3) | 4 |
| Gambar 1. 6 Diagram Alir | 6 |
| Gambar 2. 1 Ilustrasi Ribbed Slab menurut ACI 314R-16 | 1 |
| Gambar 2. 2 Batas dimensi Ribbed Slab menurut ACI 314R-16 | 2 |
| Gambar 2. 3 Ketidakberaturan horizontal pada struktur. | 5 |
| Gambar 2. 4 Ketidakberaturan vertikal pada struktur. | 8 |
| Gambar 2. 5 Peta percepatan respons 0.2 detik dengan redaman 5% di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun. | 12 |
| Gambar 2. 6 Peta percepatan respons 1 detik dengan redaman 5% di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun. | 12 |
| Gambar 2. 7 Peta transisi periode panjang T_L . | 13 |
| Gambar 2. 8 Spektrum respons desain. | 16 |
| Gambar 2. 9 Gambar ketidakberaturan horizontal 1a. | 19 |
| Gambar 2. 10 Diafragma fleksibel. | 20 |
| Gambar 4. 1 Rasio S/D_e pada struktur, | 32 |
| Gambar 4. 2 Simpangan Antar Lantai KDS D Arah X | 41 |
| Gambar 4. 3 Simpangan Antar Lantai KDS D Arah Y | 41 |
| Gambar 4. 4 Simpangan Antar Lantai KDS C Arah X | 42 |
| Gambar 4. 5 Simpangan Antar Lantai KDS C Arah Y | 42 |
| Gambar 4. 6 Gaya Geser Tingkat KDS D Arah X | 44 |
| Gambar 4. 7 Gaya Geser Tingkat KDS D Arah Y | 45 |
| Gambar 4. 8 Gaya Geser Tingkat KDS C Arah X | 45 |
| Gambar 4. 9 Gaya Geser Tingkat KDS C Arah Y | 46 |
| Gambar 4. 10 Rasio d/c untuk model 1 KDS C | 47 |
| Gambar 4. 11 Rasio d/c untuk model 2 KDS C | 47 |
| Gambar 4. 12 Rasio d/c untuk model 3 KDS C | 48 |

| | | |
|---------------------|--|----|
| Gambar 4. 13 | Rasio d/c untuk model 1 KDS D | 49 |
| Gambar 4. 14 | Rasio d/c untuk model 2 KDS D | 49 |
| Gambar 4. 15 | Rasio d/c untuk model 3 KDS D | 50 |
| Gambar 4. 16 | Gaya Joint Load F_{PX} Model 1 KDS C Arah X | 56 |
| Gambar 4. 17 | Gaya Joint Load F_{PY} Model 1 KDS C Arah Y | 56 |
| Gambar 4. 18 | Gaya Joint Load F_{PX} Model 2 KDS C Arah X | 57 |
| Gambar 4. 19 | Gaya Joint Load F_{PY} Model 2 KDS C Arah Y | 57 |
| Gambar 4. 20 | Gaya Joint Load F_{PX} Model 3 KDS C Arah X | 58 |
| Gambar 4. 21 | Gaya Joint Load F_{PY} Model 3 KDS C Arah Y | 58 |
| Gambar 4. 22 | Gaya Joint Load F_{PX} Model 1 KDS D Arah X | 59 |
| Gambar 4. 23 | Gaya Joint Load F_{PY} Model 1 KDS D Arah Y | 59 |
| Gambar 4. 24 | Gaya Joint Load F_{PX} Model 2 KDS D Arah X | 60 |
| Gambar 4. 25 | Gaya Joint Load F_{PY} Model 2 KDS D Arah Y | 60 |
| Gambar 4. 26 | Gaya Joint Load F_{PX} Model 3 KDS D Arah X | 61 |
| Gambar 4. 27 | Gaya Joint Load F_{PY} Model 3 KDS D Arah Y | 61 |
| Gambar 4. 28 | Detail section cut 1, 2, dan 3 arah X untk semua model | 62 |
| Gambar 4. 29 | Detail section cut 4 dan 5 arah Y untk semua model | 62 |
| Gambar 4. 30 | Kontur Akibat $E_X + F_{PX}$ Pada Lantai 1 Model 1 KDS C | 63 |
| Gambar 4. 31 | Kontur Akibat $E_Y + F_{PY}$ Pada Lantai 1 Model 1 KDS C | 63 |
| Gambar 4. 32 | Hasil Section Cut pada Model 1 KDS C | 64 |
| Gambar 4. 33 | Kontur Akibat $E_X + F_{PX}$ Pada Lantai 1 Model 2 KDS C | 65 |
| Gambar 4. 34 | Kontur Akibat $E_Y + F_{PY}$ Pada Lantai 1 Model 2 KDS C | 65 |
| Gambar 4. 35 | Hasil Section Cut pada Model 2 KDS C | 66 |
| Gambar 4. 36 | Kontur Akibat $E_X + F_{PX}$ Pada Lantai 1 Model 3 KDS C | 67 |
| Gambar 4. 37 | Kontur Akibat $E_Y + F_{PY}$ Pada Lantai 1 Model 3 KDS C | 67 |
| Gambar 4. 38 | Hasil Section Cut pada Model 3 KDS C | 68 |
| Gambar 4. 39 | Kontur Akibat $E_X + F_{PX}$ Pada Lantai 1 Model 1 KDS D | 69 |
| Gambar 4. 40 | Kontur Akibat $E_Y + F_{PY}$ Pada Lantai 1 Model 1 KDS D | 69 |
| Gambar 4. 41 | Hasil Section Cut pada Model 1 KDS D | 70 |
| Gambar 4. 42 | Kontur Akibat $E_X + F_{PX}$ Pada Lantai 1 Model 2 KDS D | 71 |
| Gambar 4. 43 | Kontur Akibat $E_Y + F_{PY}$ Pada Lantai 1 Model 2 KDS D | 71 |
| Gambar 4. 44 | Hasil Section Cut pada Model 2 KDS D | 72 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 45 Kontur Akibat $E_x + F_{Px}$ Pada Lantai 1 Model 3 KDS D | 73 |
| Gambar 4. 46 Kontur Akibat $E_y + F_{Py}$ Pada Lantai 1 Model 3 KDS D | 73 |
| Gambar 4. 47 Hasil Section Cut pada Model 3 KDS D | 74 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Ketidakberaturan horizontal pada struktur | 3 |
| Tabel 2. 2 Ketidakberaturan horizontal pada struktur (lanjutan) | 4 |
| Tabel 2. 3 Ketidakberaturan vertikal pada struktur | 6 |
| Tabel 2. 4 Ketidakberaturan horizontal pada struktur (Lanjutan) | 7 |
| Tabel 2. 5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek | 10 |
| Tabel 2. 6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik..... | 10 |
| Tabel 2. 7 Kategori risiko bangunan Gedung dan non Gedung untuk beban gempa. | 11 |
| Tabel 2. 8 Faktor keutamaan gempa..... | 11 |
| Tabel 2. 9 Koefisien situs F_a | 14 |
| Tabel 2. 10 Koefisien situs F_v | 14 |
| Tabel 2. 11 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik. | 17 |
| Tabel 2. 12 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 % gaya geser dasar. | 23 |
| Tabel 2. 13 Prosedur analisis yang diizinkan. | 24 |
| Tabel 2. 14 Prosedur analisis yang diizinkan (Lanjutan) | 24 |
| Tabel 2. 15 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung. | 26 |
| Tabel 2. 16 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x | 27 |
| Tabel 2. 17 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$ | 28 |
| Tabel 3. 1 Beban hidup terdistribusi merata minimum | 2 |
| Tabel 3. 2 Dimensi Balok pada Struktur | 6 |
| Tabel 3. 3 Dimensi Kolom pada Struktur | 6 |
| Tabel 4. 1 Gerak dominan model 1 pada KDS C | 1 |
| Tabel 4. 2 Gerak dominan model 2 pada KDS C | 1 |
| Tabel 4. 3 Gerak dominan model 3 pada KDS C | 1 |
| Tabel 4. 4 Gerak dominan model 1 pada KDS D | 2 |
| Tabel 4. 5 Gerak dominan model 2 pada KDS D | 2 |
| Tabel 4. 6 Gerak dominan model 3 pada KDS D | 2 |
| Tabel 4. 7 Partisipasi massa ragam model 1 pada KDS C | 3 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 8 Partisipasi massa ragam model 2 pada KDS C | 4 |
| Tabel 4. 9 Partisipasi massa ragam model 3 pada KDS C | 5 |
| Tabel 4. 10 Partisipasi massa ragam model 1 pada KDS D | 6 |
| Tabel 4. 11 Partisipasi massa ragam model 2 pada KDS D | 7 |
| Tabel 4. 12 Partisipasi massa ragam model 3 pada KDS D | 8 |
| Tabel 4. 13 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 1 KDS C arah X | 9 |
| Tabel 4. 14 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 1 KDS C arah Y | 9 |
| Tabel 4. 15 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 2 KDS C arah X | 10 |
| Tabel 4. 16 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 2 KDS C arah Y | 10 |
| Tabel 4. 17 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 3 KDS C arah X | 10 |
| Tabel 4. 18 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 3 KDS C arah Y | 11 |
| Tabel 4. 19 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 1 KDS D arah X | 11 |
| Tabel 4. 20 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 1 KDS D arah Y | 12 |
| Tabel 4. 21 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 2 KDS D arah X | 12 |
| Tabel 4. 22 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 2 KDS D arah Y | 12 |
| Tabel 4. 23 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 3 KDS D arah X | 13 |
| Tabel 4. 24 Pemeriksaan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b pada model 3 KDS D arah Y | 13 |
| Tabel 4. 25 Pemeriksaan ketidakberaturan horizontal tipe 2 untuk semua model | 14 |
| Tabel 4. 26 Ketidakberaturan Vertikal 1a arah X pada model 1 KDS C | 15 |
| Tabel 4. 27 Ketidakberaturan Vertikal 1a arah Y pada model 1 KDS C | 15 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabel 4. 28 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah X pada model 2 KDS C | 15 |
| Tabel 4. 29 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah Y pada model 2 KDS C | 16 |
| Tabel 4. 30 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah X pada model 3 KDS C | 16 |
| Tabel 4. 31 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah Y pada model 3 KDS C | 16 |
| Tabel 4. 32 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah X pada model 1 KDS D | 17 |
| Tabel 4. 33 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah Y pada model 1 KDS D | 17 |
| Tabel 4. 34 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah X pada model 2 KDS D | 17 |
| Tabel 4. 35 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah Y pada model 2 KDS D | 18 |
| Tabel 4. 36 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah X pada model 3 KDS D | 18 |
| Tabel 4. 37 | Ketidakberaturan Vertikal 1a arah Y pada model 3 KDS D | 18 |
| Tabel 4. 38 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah X pada model 1 KDS C | 19 |
| Tabel 4. 39 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah Y pada model 1 KDS C | 19 |
| Tabel 4. 40 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah X pada model 2 KDS C | 20 |
| Tabel 4. 41 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah Y pada model 2 KDS C | 20 |
| Tabel 4. 42 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah X pada model 3 KDS C | 20 |
| Tabel 4. 43 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah Y pada model 3 KDS C | 21 |
| Tabel 4. 44 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah X pada model 1 KDS D | 21 |
| Tabel 4. 45 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah Y pada model 1 KDS D | 21 |
| Tabel 4. 46 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah X pada model 2 KDS D | 22 |
| Tabel 4. 47 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah Y pada model 2 KDS D | 22 |
| Tabel 4. 48 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah X pada model 3 KDS D | 22 |
| Tabel 4. 49 | Ketidakberaturan Vertikal 1b arah Y pada model 3 KDS D | 23 |
| Tabel 4. 50 | Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 1 KDS C | 23 |
| Tabel 4. 51 | Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 2 KDS C | 24 |
| Tabel 4. 52 | Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 3 KDS C | 24 |
| Tabel 4. 53 | Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 1 KDS D | 24 |
| Tabel 4. 54 | Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 2 KDS D | 25 |
| Tabel 4. 55 | Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 3 KDS D | 25 |
| Tabel 4. 56 | Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b arah X pada model 1 KDS C | 26 |
| Tabel 4. 57 | Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b arah Y pada model 1 KDS C | 26 |
| Tabel 4. 58 | Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b arah X pada model 2 KDS C | 26 |
| Tabel 4. 59 | Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b arah Y pada model 2 KDS C | 27 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabel 4. 60 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah X pada model 3 KDS C | 27 |
| Tabel 4. 61 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah Y pada model 3 KDS C | 27 |
| Tabel 4. 62 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah X pada model 1 KDS D | 28 |
| Tabel 4. 63 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah Y pada model 1 KDS D | 28 |
| Tabel 4. 64 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah X pada model 2 KDS D | 28 |
| Tabel 4. 65 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah Y pada model 2 KDS D | 29 |
| Tabel 4. 66 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah X pada model 3 KDS D | 29 |
| Tabel 4. 67 | Ketidakteraturan Vertikal 5a dan 5b arah Y pada model 3 KDS D | 29 |
| Tabel 4. 68 | Pengecekan pengaruh P delta pada model 1 arah X KDS C | 30 |
| Tabel 4. 69 | Pengecekan pengaruh P delta pada model 1 arah Y KDS C | 30 |
| Tabel 4. 70 | Pengecekan pengaruh P delta pada model 2 arah X KDS C | 30 |
| Tabel 4. 71 | Pengecekan pengaruh P delta pada model 2 arah Y KDS C | 31 |
| Tabel 4. 72 | Pengecekan pengaruh P delta pada model 3 arah X KDS C | 31 |
| Tabel 4. 73 | Pengecekan pengaruh P delta pada model 3 arah Y KDS C | 31 |
| Tabel 4. 74 | Pemeriksaan Torsi bawaan pada model 1 KDS C | 33 |
| Tabel 4. 75 | Pemeriksaan Torsi bawaan pada model 2 KDS C | 33 |
| Tabel 4. 76 | Pemeriksaan Torsi bawaan pada model 3 KDS C | 33 |
| Tabel 4. 77 | Pemeriksaan Torsi bawaan pada model 1 KDS D | 34 |
| Tabel 4. 78 | Pemeriksaan Torsi bawaan pada model 2 KDS D | 34 |
| Tabel 4. 79 | Pemeriksaan Torsi bawaan pada model 3 KDS D | 34 |
| Tabel 4. 80 | Perbesaran momen torsi tak terduga pada model 1 KDS C | 35 |
| Tabel 4. 81 | Perbesaran momen torsi tak terduga pada model 2 KDS C | 35 |
| Tabel 4. 82 | Perbesaran momen torsi tak terduga pada model 1 KDS D | 35 |
| Tabel 4. 83 | Perbesaran momen torsi tak terduga pada model 2 KDS D | 36 |
| Tabel 4. 84 | Simpangan antar lantai arah X model 1 KDS C | 36 |
| Tabel 4. 85 | Simpangan antar lantai arah Y model 1 KDS C | 37 |
| Tabel 4. 86 | Simpangan antar lantai arah X model 2 KDS C | 37 |
| Tabel 4. 87 | Simpangan antar lantai arah Y model 2 KDS C | 37 |
| Tabel 4. 88 | Simpangan antar lantai arah X model 3 KDS C | 38 |
| Tabel 4. 89 | Simpangan antar lantai arah Y model 3 KDS C | 38 |
| Tabel 4. 90 | Simpangan antar lantai arah X model 1 KDS D | 38 |
| Tabel 4. 91 | Simpangan antar lantai arah Y model 1 KDS D | 39 |

| | | |
|---------------------|---|----|
| Tabel 4. 92 | Simpangan antar lantai arah X model 2 KDS D | 39 |
| Tabel 4. 93 | Simpangan antar lantai arah Y model 2 KDS D | 39 |
| Tabel 4. 94 | Simpangan antar lantai arah X model 3 KDS D | 40 |
| Tabel 4. 95 | Simpangan antar lantai arah Y model 3 KDS D | 40 |
| Tabel 4. 96 | Gaya Geser Tingkat Arah X KDS C | 43 |
| Tabel 4. 97 | Gaya Geser Tingkat Arah Y KDS C | 43 |
| Tabel 4. 98 | Gaya Geser Tingkat Arah X KDS D | 44 |
| Tabel 4. 99 | Gaya Geser Tingkat Arah Y KDS D | 44 |
| Tabel 4. 100 | Rasio D/C maksimum untuk KDS C | 47 |
| Tabel 4. 101 | Rasio D/C maksimum untuk KDS D | 48 |
| Tabel 4. 102 | Pengecekan gaya diafragma pada model 1 arah Y KDS D | 50 |
| Tabel 4. 103 | Pengecekan gaya diafragma pada model 2 arah Y KDS D | 51 |
| Tabel 4. 104 | Pengecekan gaya diafragma pada model 3 arah Y KDS D | 51 |
| Tabel 4. 105 | Pengecekan gaya diafragma pada model 1 arah Y KDS C | 51 |
| Tabel 4. 106 | Pengecekan gaya diafragma pada model 2 arah Y KDS C | 52 |
| Tabel 4. 107 | Pengecekan gaya diafragma pada model 3 arah Y KDS C | 52 |
| Tabel 4. 108 | Pengecekan gaya diafragma pada model 1 arah X KDS D | 52 |
| Tabel 4. 109 | Pengecekan gaya diafragma pada model 2 arah X KDS D | 53 |
| Tabel 4. 110 | Pengecekan gaya diafragma pada model 3 arah X KDS D | 53 |
| Tabel 4. 111 | Pengecekan gaya diafragma pada model 1 arah X KDS C | 53 |
| Tabel 4. 112 | Pengecekan gaya diafragma pada model 2 arah X KDS C | 54 |
| Tabel 4. 113 | Pengecekan gaya diafragma pada model 3 arah X KDS C | 54 |
| Tabel 4. 114 | Hasil Section Cut pada Model 1 KDS C | 64 |
| Tabel 4. 115 | Hasil Section Cut pada Model 2 KDS C | 66 |
| Tabel 4. 116 | Hasil Section Cut pada Model 3 KDS C | 68 |
| Tabel 4. 117 | Hasil Section Cut pada Model 1 KDS D | 70 |
| Tabel 4. 118 | Hasil Section Cut pada Model 2 KDS D | 72 |
| Tabel 4. 119 | Hasil Section Cut pada Model 3 KDS D | 74 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Faktor skala gempa
- Lampiran 2 Penulangan *Ribbed slab*
- Lampiran 3 Perhitungan *d/c* balok



BAB 1

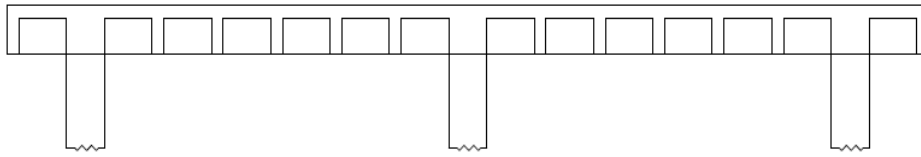
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang melakukan pembangunan di bidang infrastruktur. Salah satu permasalahan pembangunan infrastruktur di Indonesia adalah, wilayah Indonesia terletak pada jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Oleh sebab itu, Indonesia memerlukan infrastruktur yang dapat menahan gempa dari segi kekuatan struktur, serta biaya konstruksi yang seminimal mungkin. Infrastruktur sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan ekonomi di Indonesia,

Salah satu infrastruktur dalam bidang ilmu teknik sipil adalah gedung. Banyaknya variasi desain arsitektur menyebabkan terjadinya ketidakberaturan pada gedung. Secara struktural, komponen struktur haruslah didesain dengan baik, karena gedung dengan ketidakberaturan memiliki pusat massa dan pusat kekakuan yang dapat menimbulkan masalah puntir atau rotasi pada bangunan. Pelat merupakan salah satu elemen struktural selain kolom dan balok. Pelat adalah komponen horizontal struktur yang menahan beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) yang bekerja dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Pelat bekerja sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang bermanfaat untuk mendukung kekakuan dari elemen rangka vertikal struktur (Menon, 2003).

Pelat rusuk atau *Ribbed Slab* adalah salah satu konstruksi pelat lantai yang terdiri dari rusuk-rusuk beton yang berjarak beraturan. *Ribbed slab* sendiri umumnya memiliki *joist* satu arah, Kelebihan pada *ribbed slab* antara lain: digunakan untuk bentang panjang dan memiliki nilai estetis yang baik, kerana memudahkan pemasangan saluran dan perlengkapan.



Gambar 1. 1 Potongan *Ribbed Slab* (Hoffman, Gustafson, & Gouwens, 1998)

1.2 Inti Permasalahan

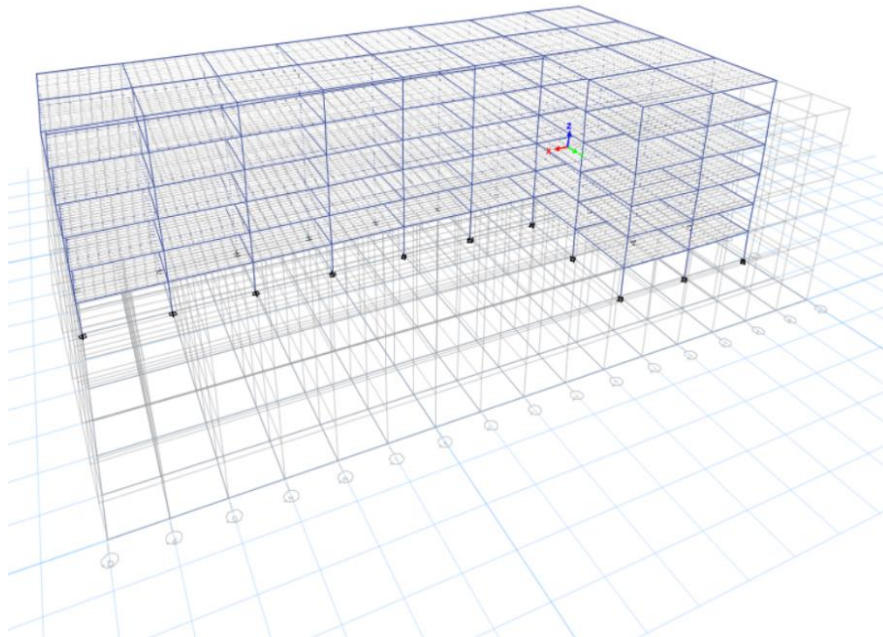
Pemasangan *ribbed slab* dengan kombinasi arah yang berbeda pada bangunan akan menimbulkan pengaruh pada struktur yang mengalami ketidakberaturan horizontal yang akan ditinjau pada kategori desain seismik yang berbeda.

1.3 Tujuan Penulisan

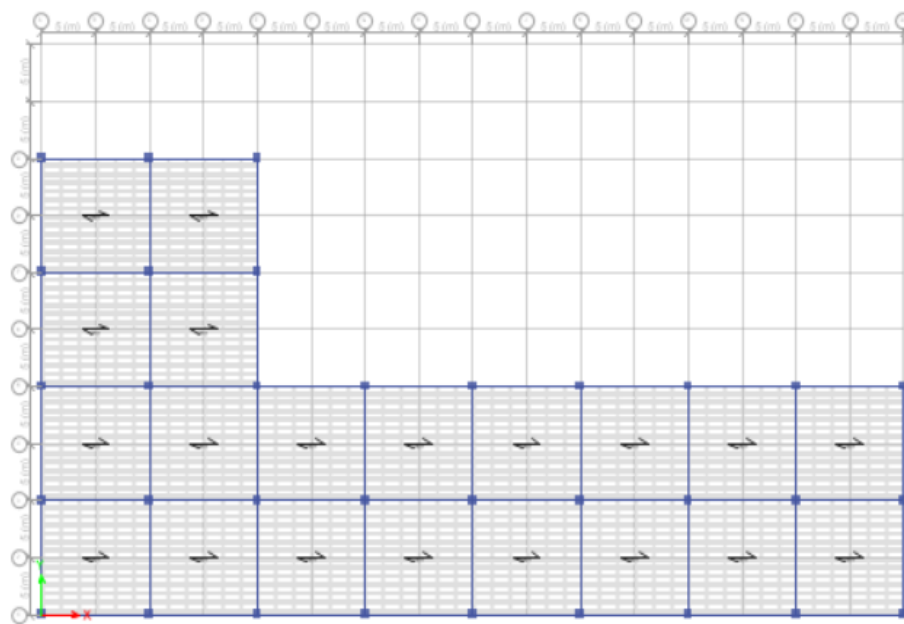
Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui pengaruh arah *ribbed slab* terhadap bangunan tahan gempa dengan ketidakberaturan horizontal, serta pada dua jenis Kategori Desain Seismik (KDS) C dan D, serta membuktikan apakah *ribbed slab* dengan arah terkombinasi dapat menghilangkan ketidakberaturan horizontal pada struktur.

1.4 Pembatasan Masalah

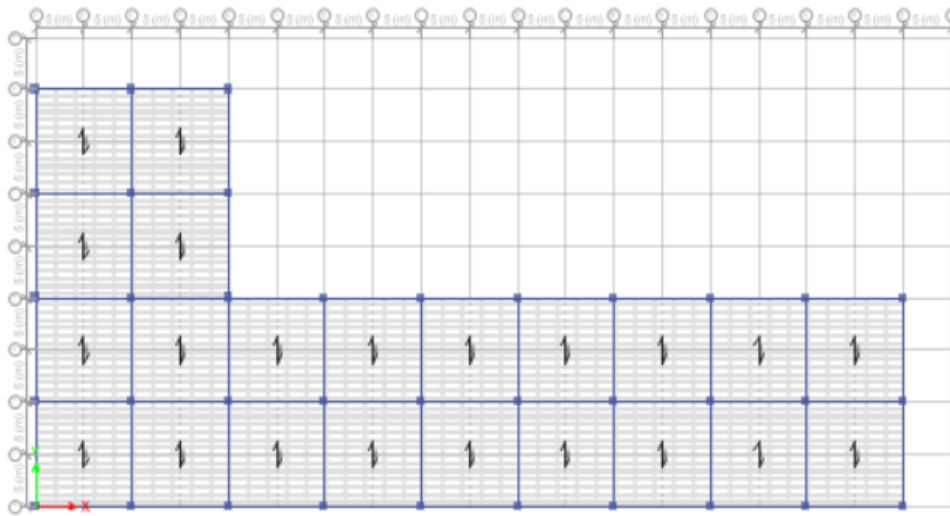
1. Struktur Gedung beton bertulang enam lantai dengan ketidakberaturan horizontal seperti pada gambar nomor 1.3 – 1.5, dengan mutu beton (f_c') sebesar 30 MPa, dan mutu tulangan (f_y) sebesar 420 MPa.
2. Jenis pemanfaatan gedung adalah gedung apartemen, dengan tinggi lantai tipikal sebesar 3.8 meter.
3. Terdapat tiga model yang digunakan, sebagai berikut:
 - a. Model 1 menggunakan *ribbed slab* dengan arah mengikuti sumbu x.
 - b. Model 2 menggunakan *ribbed slab* dengan arah mengikuti sumbu y.
 - c. Model 3 menggunakan *ribbed slab* dengan arah mengikuti sumbu x dan y.



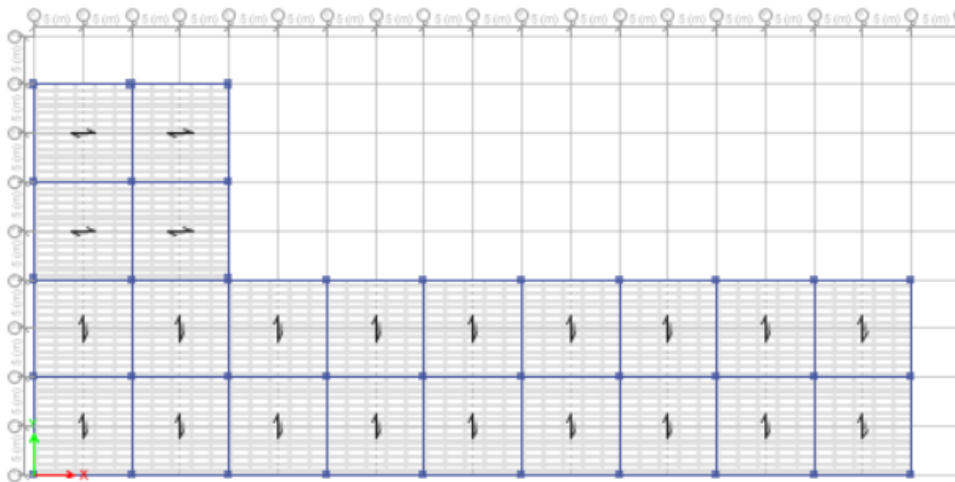
Gambar 1. 2 Tampak 3 dimensi bangunan.



Gambar 1. 3 Denah lantai tipikal dengan *ribbed slab* arah sumbu X (model 1)



Gambar 1. 4 Denah lantai tipikal dengan *ribbed slab* arah sumbu Y (model 2)



Gambar 1. 5 Denah lantai tipikal dengan *ribbed slab* arah sumbu X dan Y (model 3)

4. Gedung terletak pada dua Kategori Desain Seismik (KDS) yang berbeda, yaitu KDS C dan D.
5. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.
6. Beban yang diperhitungkan adalah beban gravitasi dan beban gempa sesuai dengan peraturan SNI 1727:2013.
7. Analisis yang digunakan adalah analisis respons spektrum.
8. Tidak dilakukan desain pondasi.
9. Peraturan yang digunakan adalah:

- a. SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- b. SNI 1727:2013 Beban Minimum Gedung untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- c. SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

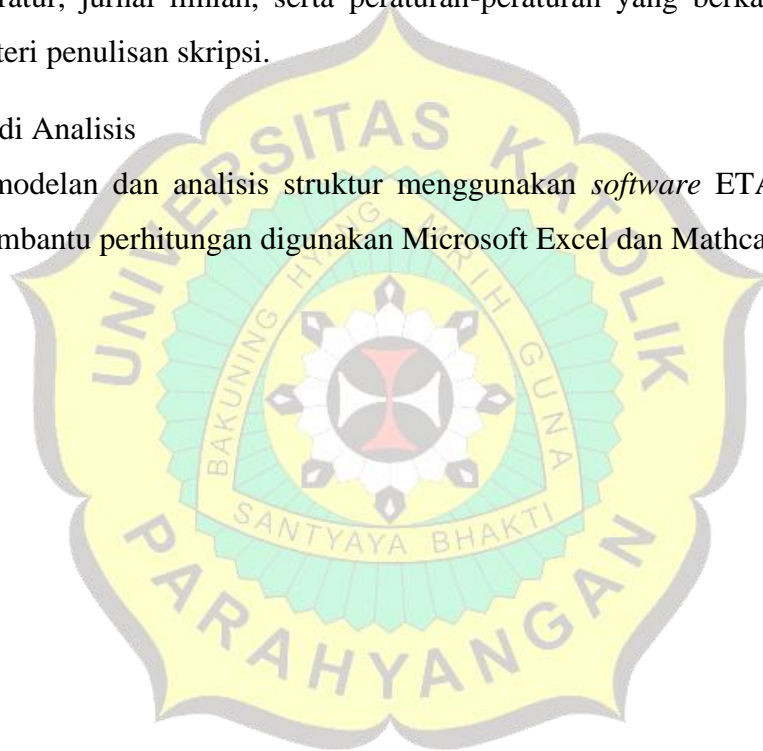
1.5 Metode Penelitian

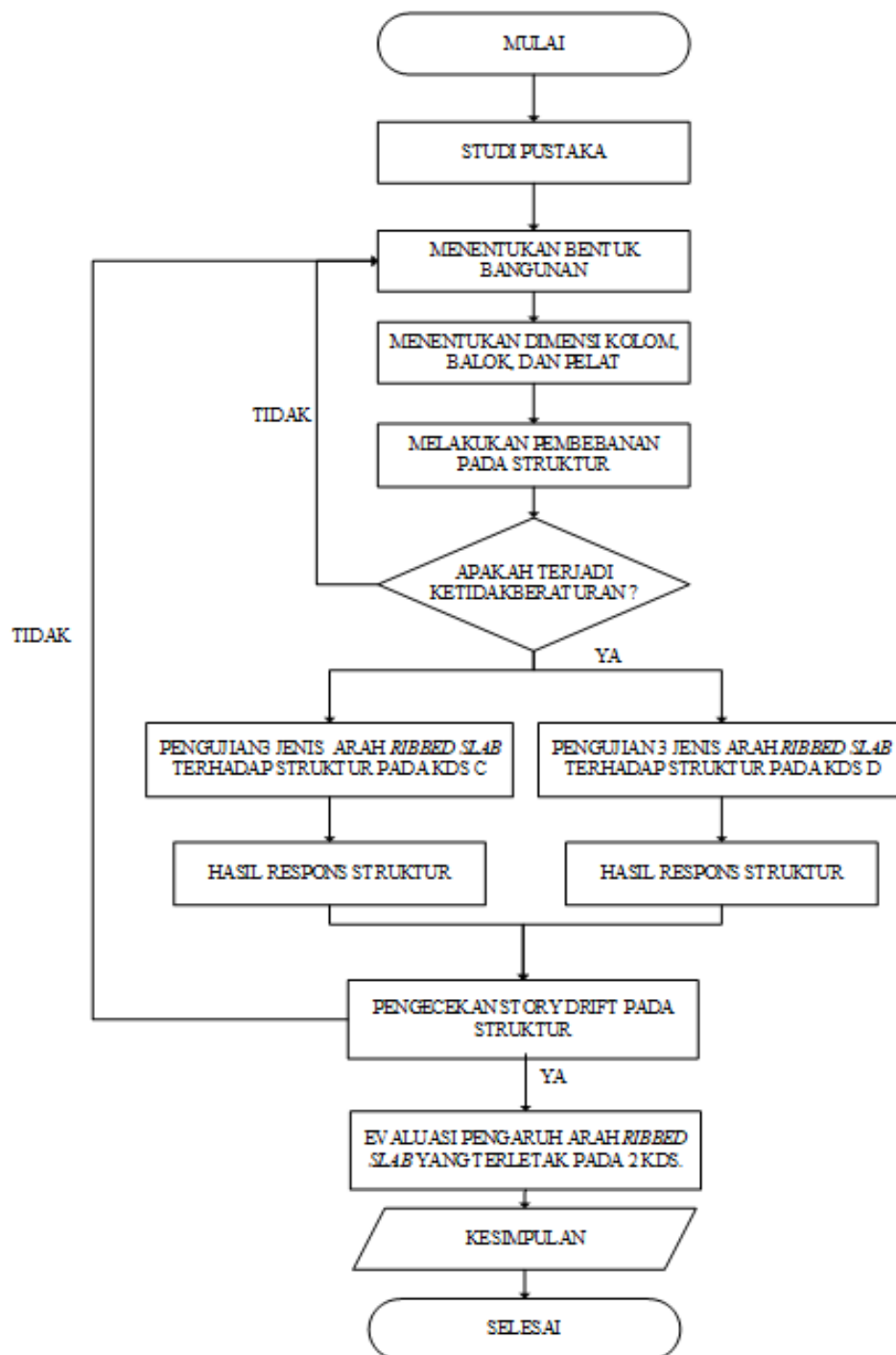
1. Studi Pustaka

Studi pustaka pada skripsi ini dilakukan dengan menggunakan buku literatur, jurnal ilmiah, serta peraturan-peraturan yang berkaitan dengan materi penulisan skripsi.

2. Studi Analisis

Pemodelan dan analisis struktur menggunakan *software* ETABS. Untuk membantu perhitungan digunakan Microsoft Excel dan Mathcad.





Gambar 1. 6 Diagram Alir