

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN SISTEM RANGKA
GEDUNG DAN SISTEM GANDA PADA STRUKTUR
GEDUNG BETON BERTULANG LANTAI *WAFFLE*
SLAB DENGAN DUA KATEGORI DESAIN SEISMIK
SESUAI SNI 1726:2012**



**DHANNY WIJAYA
NPM : 2015410174**

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

KO-PEMBIMBING: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN SISTEM RANGKA
GEDUNG DAN SISTEM GANDA PADA STRUKTUR
GEDUNG BETON BERTULANG LANTAI *WAFFLE*
SLAB DENGAN DUA KATEGORI DESAIN SEISMIK
SESUAI SNI 1726:2012**



DHANNY WIJAYA

NPM: 2015410174

BANDUNG, 21 JUNI 2019

PEMBIMBING

KO-PEMBIMBING

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Lidya'.

**Lidya Fransisca Tjong, Ir.,
M.T.**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Naomi'.

Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Dhanny Wijaya

NPM : 2015410174

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Studi Perbandingan Sistem Rangka Gedung dan Sistem Ganda pada Struktur Gedung Beton Bertulang Lantai Waffle Slab dengan Dua Kategori Desain Seismik Sesuai SNI 1726:2012* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 21 Juni 2019



Dhanny Wijaya
NPM: 2015410174

STUDI PERBANDINGAN SISTEM RANGKA GEDUNG DAN SISTEM GANDA PADA STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG LANTAI *WAFFLE SLAB* DENGAN DUA KATEGORI DESAIN SEISMİK SESUAI SNI 1726:2012

Dhanny Wijaya
NPM: 2015410174

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.
Ko-Pembimbing: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019

ABSTRAK

Dalam dunia konstruksi, pelat lantai merupakan elemen esensial yang berfungsi sebagai lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Dalam skripsi ini, pelat yang ditinjau adalah pelat *waffle slab*. Sistem lantai *waffle slab* memiliki beberapa kelebihan, antara lain dapat digunakan pada bentang panjang, menghasilkan getaran yang kecil, memiliki nilai estetis yang baik, dan beratnya ringan. Beberapa kekurangan dari *waffle slab*, antara lain diperlukannya pekerja yang handal dan perawatan yang cukup sulit. Pada skripsi ini dilakukan analisis bangunan dengan sistem rangka gedung dan rangka ganda pada dua kategori desain seismik sesuai dengan SNI 1726:2012. Pada kategori desain seismik C, simpangan lantai arah x pada sistem rangka gedung lebih besar 3,2 % dibandingkan dengan simpangan lantai arah x pada sistem ganda. Simpangan lantai arah y pada sistem ganda lebih besar 40,02 % dibandingkan dengan simpangan lantai arah y pada sistem rangka gedung. Pada kategori desain seismik D, simpangan lantai arah x pada sistem ganda lebih besar 10,17 % dibandingkan dengan simpangan lantai arah x pada sistem rangka gedung. Simpangan lantai arah y pada sistem ganda lebih besar 40,64% dibandingkan dengan simpangan lantai arah y pada sistem rangka gedung. Pada kategori desain seismik C, story shear arah x pada sistem rangka gedung lebih besar 23,91 % dibandingkan dengan story shear arah x pada sistem ganda. Story shear arah y pada sistem rangka gedung lebih besar 14,99 % dibandingkan dengan story shear arah y pada sistem ganda. Pada kategori desain seismik D, story shear arah x pada sistem rangka gedung lebih besar 13,9 % dibandingkan dengan story shear arah x pada sistem ganda. Story shear arah y pada sistem rangka gedung lebih besar 14,09 % dibandingkan dengan story shear arah y pada sistem ganda.

Kata Kunci : *waffle slab*, sistem rangka gedung, sistem ganda, kategori desain seismik

**Comparative Study of Building Frame System and Dual System
on Reinforced Concrete Building Structure with Waffle Slab
Floor System with Two Seismic Design Categories According to
SNI 1726:2012**

**Dhanny Wijaya
NPM: 2015410174**

**Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.
Co-Advisor: Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNE 2019**

ABSTRACT

In the world of construction, floor plates are an essential element that functions as a dividing floor between one level and another level. In this thesis, the plate that being reviewed is the waffle slab. The waffle slab floor system has several advantages. Its advantages are that waffle slab can be used on long spans, provide small vibration, has a good aesthetic value, and has a light weight. Some of the disadvantages of waffle plates are its construction need more skillful worker and the maintenance is difficult. In this thesis an analysis of buildings with building frame system and dual system was analyzed in two seismic design categories according to SNI 1726: 2012. In the category of C seismic design, the x direction floor deviation in building frame system is 3.2% greater than the x direction floor deviation in dual system. y direction floor deviation in dual system is 40.02% greater than the y direction floor deviation in building frame system. In the category of D seismic design, the x direction floor deviation in dual system is 10.17% greater than the x direction floor deviation in building frame system. Y direction floor deviation in dual system is 40.64% greater than y direction floor deviation in building frame system. In the category of C seismic design, the x direction story shear on building frame system is 23.91% greater than the x direction story shear on dual system. The y direction story shear on building frame system is 14.99% greater than the y direction story shear on dual system. In the category of D seismic design, the x direction story shear on building frame system is 13.9% greater than the x direction story shear on dual system. The y direction story shear on the building frame system is 14.09% larger than the y direction story shear on dual system.

Key word : waffle slab, building frame system, dual system, seismic design categories

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa atas karunia-Nya, sehingga skripsi yang berjudul *Studi Perbandingan Sistem Rangka Gedung dan Sistem Ganda pada Struktur Gedung Beton Bertulang Lantai Waffle Slab dengan Dua Kategori Desain Seismik Sesuai SNI 1726:2012* dapat diselesaikan penulis. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya dorongan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis memberikan rasa terima kasih yang besar kepada:

1. Lidya F. Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan arahan untuk penyelesaian skripsi ini.
2. Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc. selaku dosen ko-pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan arahan untuk penyelesaian skripsi ini.
3. Dr.-Ing Dina Rubiana Widarda selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada skripsi ini.
4. Altho Sagara, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada skripsi ini.
5. Seluruh dosen Teknik Sipil UNPAR yang telah membagikan ilmu selama penulis berada di perkuliahan.
6. Orang tua, saudara, dan teman-teman dari penulis yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doa pada proses penyelesaian skripsi penulis.
7. Teman – teman angkatan 2015 yang telah menjalani perkuliahan bersama-sama dengan penulis selama berada di Teknik Sipil UNPAR.
8. Semua pihak yang telah terlibat dalam dukungan dan doa kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu namanya.

Penulis menyadari masih adanya banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran untuk skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi hal yang bermanfaat bagi orang yang membacanya.

Bandung, 21 Juni 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dhanny Wijaya', with a stylized flourish at the end.

Dhanny Wijaya

2015410174

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| PRAKATA | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR NOTASI..... | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1-1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1-1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 1-2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 1-2 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian..... | 1-3 |
| 1.5.1 Studi Pustaka..... | 1-3 |
| 1.5.2 Analisa Data..... | 1-3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... | 2-1 |
| 2.1 Sistem Struktur..... | 2-1 |
| 2.1.1 Sistem Rangka Gedung..... | 2-1 |
| 2.1.2 Sistem Ganda | 2-1 |
| 2.2 Peraturan Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2013 | 2-1 |
| 2.2.1 Beban Mati..... | 2-1 |
| 2.2.2 Beban Hidup | 2-1 |
| 2.2.3 Beban Gempa..... | 2-2 |
| 2.3 Peraturan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2012 | 2-2 |
| 2.3.1 Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan | 2-2 |
| 2.3.2 Klasifikasi Situs Tanah Untuk Desain Seismik | 2-4 |

| | |
|---|------|
| 2.3.3 Koefisien-koefisien Situs dan Parameter Percepatan Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko-Tertarget (MCER)..... | 2-5 |
| 2.3.4 Parameter Percepatan Spektral Desain..... | 2-6 |
| 2.3.5 Spektrum Respon Desain..... | 2-6 |
| 2.3.6 Kategori Desain Seismik..... | 2-7 |
| 2.3.7 Sistem Penahan Beban Gempa..... | 2-9 |
| 2.3.8 Geser Dasar Seismik..... | 2-10 |
| 2.3.9 Perhitungan Koefisien Respons Seismik..... | 2-10 |
| 2.3.10 Periode Fundamental Pendekatan..... | 2-11 |
| 2.3.11 Faktor Skala..... | 2-12 |
| 2.3.12 Batas Simpangan Antar Lantai..... | 2-13 |
| 2.3.13 Kombinasi Beban Terfaktor..... | 2-13 |
| 2.3.14 Pengaruh Beban Gempa..... | 2-14 |
| 2.3.15 Struktur Bangunan Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan..... | 2-15 |
| 2.3.16 Pengaruh P-Delta..... | 2-17 |
| 2.4 Dinding Struktural Beton Khusus..... | 2-18 |
| 2.5 <i>Waffle Slab</i> dan <i>Drop Panel</i> | 2-21 |
| 2.5.1 Dimensi <i>Waffle Slab</i> | 2-21 |
| 2.5.2 Dimensi <i>Drop Panel</i> | 2-22 |
| 2.5.3 Batas Lendutan Vertikal..... | 2-22 |
| 2.5.4 Cek Kapasitas Beton..... | 2-23 |
| BAB 3 STUDI KASUS..... | 3-1 |
| 3.1 Data Bangunan..... | 3-1 |
| 3.2 Model Bangunan..... | 3-2 |
| 3.2.1 Model 1 dan Model 2..... | 3-2 |
| 3.2.2 Model 3 dan Model 4..... | 3-4 |

| | |
|--|------------|
| 3.3 Data Material | 3-6 |
| 3.4 Data Pembebanan..... | 3-6 |
| 3.4.1 Berat Sendiri | 3-6 |
| 3.4.2 Beban Mati Tambahan..... | 3-6 |
| 3.4.3 Beban Hidup | 3-7 |
| 3.4.4 Beban Gempa..... | 3-7 |
| 3.5 Kombinasi Pembebanan | 3-8 |
| 3.6 Dimensi Penampang..... | 3-8 |
| 3.6.1 Dimensi Balok..... | 3-8 |
| 3.6.2 Dimensi Kolom | 3-8 |
| 3.6.3 Dimensi Pelat | 3-9 |
| 3.6.4 Dimensi Drop Panel | 3-9 |
| BAB 4 PEMBAHASAN | 4-1 |
| 4.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal..... | 4-1 |
| 4.1.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b | 4-1 |
| 4.1.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 | 4-4 |
| 4.1.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 | 4-4 |
| 4.1.4 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4 | 4-4 |
| 4.1.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5 | 4-4 |
| 4.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal..... | 4-5 |
| 4.2.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b | 4-5 |
| 4.2.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 | 4-8 |
| 4.2.3 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3 | 4-10 |
| 4.2.4 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 4..... | 4-10 |
| 4.2.5 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b | 4-11 |
| 4.3 Cek Pengaruh P-Delta | 4-12 |
| 4.4 Periode Getar dan Bentuk Ragam Getar | 4-16 |
| 4.5 Partisipasi Ragam..... | 4-17 |

| | |
|--|------|
| 4.6 Cek Gaya pada Shear Wall dan Kolom..... | 4-18 |
| 4.7 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai | 4-19 |
| 4.8 Pemeriksaan Lendutan..... | 4-22 |
| 4.9 Story Displacements Gedung..... | 4-22 |
| 4.10 Story Shear Gedung..... | 4-27 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 5-1 |
| 5.1 Kesimpulan | 5-1 |
| 5.2 Saran..... | 5-2 |
| DAFTAR PUSTAKA | xv |

DAFTAR NOTASI

| | |
|------------|---|
| A_{ch} | = Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal |
| A_g | = Luas bruto penampang |
| A_{smin} | = Luas tulangan minimum |
| A_x | = Faktor perbesaran torsi |
| b_o | = Keliling penampang kritis |
| C_d | = Faktor perbesaran defleksi |
| C_s | = Koefisien respons seismik |
| d | = Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik |
| d_b | = Diameter tulangan longitudinal |
| d_{bs} | = Diameter tulangan geser |
| E | = Pengaruh beban gempa |
| F_a | = Faktor amplifikasi periode pendek |
| F_v | = Faktor amplifikasi periode 1 detik |
| f_c' | = Kuat tekan beton (MPa) |
| f_y | = Kuat leleh tulangan (MPa) |
| f_{yt} | = Kekuatan leleh tulangan transversal yang disyaratkan f_y (MPa) |
| h_n | = Ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur |
| I_e | = Faktor keutamaan |
| l_w | = Panjang seluruh dinding, atau segmen dinding yang ditinjau |
| R | = Faktor modifikasi respons |
| S_1 | = Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik |
| S_s | = Percepatan batuan dasar pada periode pendek |
| S_{D1} | = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik |
| S_{DS} | = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek |
| S_{M1} | = Parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik |
| S_{MS} | = Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek |
| T | = Periode getar fundamental struktur |
| T_a | = Periode getar fundamental pendekatan struktur |
| V | = Gaya geser seismik |

W = Berat seismik efektif
 Δ = Simpangan antar lantai tingkat desain
 Δ_a = Simpangan antar lantai tingkat izin
 δ_x = Defleksi pusat massa di tingkat-x
 δ_u = Peralihan rencana (mm)
 Ω_0 = Faktor kuat lebih sistem
 θ = Koefisien stabilitas
 ACI = *American Concrete Institute*
 $ASCE$ = *American Society of Civil Engineers*
 SNI = Standar Nasional Indonesia

DAFTAR TABEL

| | |
|---|------|
| Tabel 2.1 Beban Hidup Pada Rumah Sakit | 2-2 |
| Tabel 2.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa, SNI 2716:2012..... | 2-2 |
| Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa | 2-3 |
| Tabel 2.4 Klasifikasi Situs, SNI 1726:2012 | 2-4 |
| Tabel 2.5 Koefisien Situs F_a , SNI 1726:2012..... | 2-5 |
| Tabel 2.6 Koefisien Situs F_v , SNI 1726:2012 | 2-6 |
| Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, SNI 1727:2012 | 2-8 |
| Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik, SNI 1726:2012 | 2-8 |
| Tabel 2.9 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa, SNI 1726:2012 | 2-9 |
| Tabel 2.10 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung, SNI 1726:2012 | 2-11 |
| Tabel 2.11 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan α , SNI 1726:2012 | 2-12 |
| Tabel 2.12 Simpangan Antar Lantai Ijin, Δ_a | 2-13 |
| Tabel 2.13 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur, SNI 1726:2012 | 2-15 |
| Tabel 2.14 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur, SNI 1726:2012 | 2-16 |
| Tabel 3.1 Beban Mati Tambahan..... | 3-6 |
| Tabel 3.2 Beban Mati Tambahan Lainnya | 3-7 |
| Tabel 3.3 Beban Hidup..... | 3-7 |
| Tabel 3.4 Beban Gempa | 3-7 |
| Tabel 3.5 Dimensi Balok..... | 3-8 |
| Tabel 4.1 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 1 | 4-1 |
| Tabel 4.2 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 1 | 4-2 |
| Tabel 4.3 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 2 | 4-2 |

| | |
|---|------|
| Tabel 4.4 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 2 | 4-2 |
| Tabel 4.5 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 3 | 4-3 |
| Tabel 4.6 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 3 | 4-3 |
| Tabel 4.7 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 4 | 4-3 |
| Tabel 4.8 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 4 | 4-4 |
| Tabel 4.9 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 1 | 4-5 |
| Tabel 4.10 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 1 | 4-6 |
| Tabel 4.11 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 2 | 4-6 |
| Tabel 4.12 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 2 | 4-6 |
| Tabel 4.13 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 3 | 4-7 |
| Tabel 4.14 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 3 | 4-7 |
| Tabel 4.15 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah X Model 4 | 4-8 |
| Tabel 4.16 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b Gempa Arah Y Model 4 | 4-8 |
| Tabel 4.17 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Model 1 | 4-9 |
| Tabel 4.18 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Model 2 | 4-9 |
| Tabel 4.19 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Model 3 | 4-9 |
| Tabel 4.20 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Model 4 | 4-10 |
| Tabel 4.21 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b Model 1 | 4-11 |
| Tabel 4.22 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b Model 2 | 4-11 |

| | | |
|-------------------|---|------|
| Tabel 4.23 | Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b Model 3.... | 4-12 |
| Tabel 4.24 | Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b Model 4.... | 4-12 |
| Tabel 4.25 | Cek Pengaruh P-Delta Arah X Model 1 | 4-13 |
| Tabel 4.26 | Cek Pengaruh P-Delta Arah Y Model 1 | 4-13 |
| Tabel 4.27 | Cek Pengaruh P-Delta Arah X Model 2 | 4-13 |
| Tabel 4.28 | Cek Pengaruh P-Delta Arah Y Model 2 | 4-14 |
| Tabel 4.29 | Cek Pengaruh P-Delta Arah X Model 3 | 4-14 |
| Tabel 4.30 | Cek Pengaruh P-Delta Arah Y Model 3 | 4-15 |
| Tabel 4.31 | Cek Pengaruh P-Delta Arah X Model 4 | 4-15 |
| Tabel 4.32 | Cek Pengaruh P-Delta Arah Y Model 4 | 4-16 |
| Tabel 4.33 | Periode dan Arah Ragam Dominan Model 1 dan 2..... | 4-16 |
| Tabel 4.34 | Periode dan Arah Ragam Dominan Model 3 dan 4..... | 4-17 |
| Tabel 4.35 | Jumlah Partisipasi Ragam Model 1 dan 2..... | 4-17 |
| Tabel 4.36 | Jumlah Partisipasi Ragam Model 3 dan 4..... | 4-17 |
| Tabel 4.37 | Cek Base Shear pada Shear Wall dan Kolom | 4-18 |
| Tabel 4.38 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah X Model 1..... | 4-19 |
| Tabel 4.39 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah Y Model 1..... | 4-19 |
| Tabel 4.40 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah X Model 2..... | 4-20 |
| Tabel 4.41 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah Y Model 2..... | 4-20 |
| Tabel 4.42 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah X Model 3..... | 4-20 |
| Tabel 4.43 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah Y Model 3..... | 4-21 |
| Tabel 4.44 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah X Model 4..... | 4-21 |
| Tabel 4.45 | Pemeriksaan Simpangan Antarlantai Arah Y Model 4..... | 4-22 |
| Tabel 4.46 | Lendutan Jangka Pendek dan Jangka Panjang | 4-22 |
| Tabel 4.47 | Story Displacements Arah X..... | 4-23 |
| Tabel 4.48 | Story Displacements Arah Y..... | 4-23 |
| Tabel 4.49 | Story Shear Arah X..... | 4-27 |
| Tabel 4.50 | Story Shear Arah Y..... | 4-28 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|------|
| Gambar 2.1 Spektrum Respons Desain, SNI 1726:2012 | 2-7 |
| Gambar 2.2 Syarat Minimum Dinding Struktural Beton Khusus | 2-21 |
| Gambar 3.1 Denah Tipikal Model 1 dan 2 | 3-2 |
| Gambar 3.2 Potongan Melintang As 1 dan 8 pada Model 1 dan 2 | 3-2 |
| Gambar 3.3 Potongan Melintang As E dan F pada Model 1 dan 2..... | 3-3 |
| Gambar 3.4 Model 3 Dimensi pada Model 1 dan 2 | 3-3 |
| Gambar 3.5 Denah Tipikal Model 3 dan 4 | 3-4 |
| Gambar 3.6 Potongan Melintang As 1 dan 8 pada Model 3 dan 4 | 3-4 |
| Gambar 3.7 Potongan Melintang As E dan F pada Model 3 dan 4..... | 3-5 |
| Gambar 3.8 Model 3 Dimensi pada Model 3 dan 4 | 3-5 |
| Gambar 4.1 Story Displacements Arah X Model 1 dan 3 | 4-24 |
| Gambar 4.2 Story Displacements Arah X Model 2 dan 4 | 4-24 |
| Gambar 4.3 Story Displacements Arah Y Model 1 dan 3 | 4-25 |
| Gambar 4.4 Story Displacements Arah Y Model 2 dan 4..... | 4-25 |
| Gambar 4.5 Story Displacements Arah X Semua Model..... | 4-26 |
| Gambar 4.6 Story Displacements Arah Y Semua Model..... | 4-27 |
| Gambar 4.7 Story Shear Arah X Model 1 dan 3 | 4-28 |
| Gambar 4.8 Story Shear Arah X Model 2 dan 4..... | 4-29 |
| Gambar 4.9 Story Shear Arah Y Model 1 dan 3 | 4-29 |
| Gambar 4.10 Story Shear Arah Y Model 2 dan 4 | 4-30 |
| Gambar 4.11 Story Shear Arah X Semua Model..... | 4-31 |
| Gambar 4.12 Story Shear Arah Y Semua Model..... | 4-31 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan kebutuhan struktur gedung tahan gempa yang cukup tinggi. Sistem struktur yang dapat digunakan untuk merencanakan bangunan tahan gempa ada bermacam-macam, diantaranya ada sistem rangka gedung dan sistem ganda. Di Indonesia terdapat berbagai macam daerah dengan kategori desain seismik yang berbeda. Kategori desain seismik sendiri terbagi menjadi kategori A, B, C, D, E, dan F. Kategori desain seismik ditentukan oleh besaran S_{DS} , S_1 , dan S_{D1} . Kategori desain seismik mempengaruhi besaran F_A , F_V , dan jenis struktur rangka beton bertulang pemikul momen yang dapat digunakan.

Waffle slab merupakan salah satu sistem pelat lantai, dimana pelat tersebut memiliki *joist* dua arah sehingga akan membentuk seperti *waffle*. Salah satu keuntungan utama dalam menggunakan *waffle slab* sebagai pelat lantai adalah memiliki kontrol akan getaran yang baik. Hal tersebut akan sangat menguntungkan jika digunakan pada bangunan yang membutuhkan kontrol getaran yang baik seperti rumah sakit dan laboratorium. Selain memiliki kontrol getaran yang baik, pelat tersebut juga memiliki keuntungan-keuntungan lain, yaitu dapat digunakan pada bentang panjang, memiliki nilai estetis yang baik, memiliki defleksi lantai yang kecil, dan beratnya ringan. Namun, sistem *waffle slab* juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain diperlukannya pekerja yang handal, tinggi antar lantai yang dibutuhkan lebih besar, dan perawatannya cukup sulit.

Pada skripsi ini akan dilakukan studi perbandingan antara sistem rangka gedung dan sistem ganda pada dua kategori desain seismik dimana gedung menggunakan *waffle slab*.

1.2 Inti Permasalahan

Terdapat perbedaan respon struktur gedung yang menggunakan sistem rangka gedung dan sistem ganda dengan *waffle slab* pada jenis kategori desain seismik yang berbeda.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan ini adalah membandingkan respon bangunan dengan sistem rangka gedung dan sistem ganda pada dua jenis kategori desain seismik dan dengan lantai *waffle slab*.

1.4 Pembatasan Masalah

Skripsi ini memiliki batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Bangunan memiliki fungsi sebagai rumah sakit 8 lantai dengan tinggi setiap lantai 4 m. Terdapat 4 model bangunan sebagai berikut:
 - a) Model 1 merupakan bangunan yang menggunakan sistem rangka gedung dan terdapat pada daerah dengan kategori desain seismik C. Model 1 dapat dilihat pada Gambar 3.1 sampai Gambar 3.4.
 - b) Model 2 merupakan bangunan yang menggunakan sistem rangka gedung dan terdapat pada daerah dengan kategori desain seismik D. Model 2 dapat dilihat pada Gambar 3.1 sampai Gambar 3.4.
 - c) Model 3 merupakan bangunan yang menggunakan sistem ganda dan terdapat pada daerah dengan kategori desain seismik C. Model 3 dapat dilihat pada Gambar 3.5 sampai Gambar 3.8.
 - d) Model 4 merupakan bangunan yang menggunakan sistem ganda dan terdapat pada daerah dengan kategori desain seismik D. Model 4 dapat dilihat pada Gambar 3.5 sampai Gambar 3.8.
2. Bangunan berdiri diatas tanah keras dan tempat yang memiliki kategori desain seismik C dan kategori desain seismik D.
3. Sistem struktur yang digunakan adalah sistem rangka gedung pada model 1 dan 2 dan sistem ganda pada model 3 dan 4
4. Sistem pelat menggunakan *waffle slab*. Struktur menggunakan balok tepi dan tidak menggunakan balok interior.

5. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 30$ MPa dan $f_c' = 40$ MPa. Mutu baja yang digunakan adalah $f_y = 400$ MPa dan $f_y = 240$ MPa dan modulus elastisitas baja $E_s = 200000$ MPa.
6. Sistem struktur yang digunakan adalah sistem dinding geser beton bertulang khusus.
7. Analisis yang dipergunakan adalah analisis respons spektra.
8. Penelitian ini hanya dilakukan untuk struktur atas saja.
9. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah :
 - a. SNI 1726-2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
 - b. SNI 1727-2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - c. SNI 2847-2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
 - d. ACI 318-14. *Building Code Requirement for Structural Concrete*.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka dan analisa data.

1.5.1 Studi Pustaka

Studi literatur dapat diperoleh dari berbagai sumber referensi, antara lain berasal dari buku, *e-book*, jurnal penelitian, dan tulisan/makalah ilmiah.

1.5.2 Analisa Data

Proses analisis dan desain menggunakan bantuan program komputer ETABS dan SAFE.

