

**TUGAS AKHIR**  
**REDESIGN RUMAH SUSUN MAHASISWA UNKRIP YAYASAN**  
**PERGURUAN TINGGI KRISTEN EKA SINTA GKE DI**  
**PALANGKARAYA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM *WAFFLE SLAB***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

**Naufal Rizwan**

**NIM: 2010811210053**

Pembimbing:

**Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.**

**NIP. 19930810 201903 1 011**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN**  
**TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU**  
**2024**  
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL**

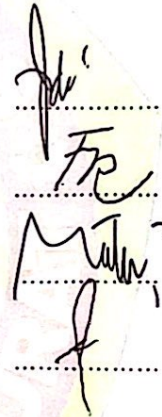
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL**

**Redesign Rumah Susun Mahasiswa UNKRIP Yayasan Perguruan Tinggi  
Kristen Eka Sinta GKE di Palangkaraya dengan Menggunakan Sistem  
Waffle Slab  
Oleh  
Naufal Rizwan (2010811210053)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 01 April 2024 dan dinyatakan  
**L U L U S**

**Komite Penguji :**

**Ketua** : Ir. Ida Barkiah, M.T.  
NIP. 19691110199303 2 001  
**Anggota 1** : Ir. Fauzi Rahman, M.T.  
NIP. 19690106199502 2 001  
**Anggota 2** : Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.  
NIP. 19660520199103 1 005  
**Pembimbing** : Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.  
**Utama** NIP. 19930810 201903 1 011




Banjarbaru, .....  
Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi**  
**S-1 Teknik Sipil,**



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP. 19740107 199802 1 001



**Dr. Muhammad Arsvad, S.T., M.T.**  
NIP. 19720826 199802 1 001

**REDESIGN RUMAH SUSUN MAHASISWA UNKRIP YAYASAN  
PERGURUAN TINGGI KRISTEN EKA SINTA GKE DI  
PALANGKARAYA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM *WAFFLE SLAB***

Naufal Rizwan<sup>(1)</sup>, Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.<sup>(2)</sup>  
*Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat*  
*E-mail : [naufalrizwan@gmail.com](mailto:naufalrizwan@gmail.com)<sup>(1)</sup>; [arya.darmawan@ulm.ac.id](mailto:arya.darmawan@ulm.ac.id)*

**ABSTRAK**

Kebutuhan hunian untuk mahasiswa di Universitas Kristen Eka Sinta (UNKRIP), semakin tinggi. Maka diperlukan ketersediaan hunian yang memadai. Melihat kebutuhan akan rumah susun bagi mahasiswa di UNKRIP, maka diperlukan *redesign* terhadap struktur bangunan menggunakan sistem *waffle slab*. Sistem ini adalah suatu metode konstruksi beton bertulang pada pelat lantai dengan pola berbentuk *waffle* yang dimana akan memberikan kekuatan struktur yang lebih kuat, penggunaan material beton yang lebih sedikit dan bisa memberikan bentang balok yang panjang sehingga mampu membuat ruangan dengan jarak antar kolom yang panjang.

Analisis dilakukan dengan membuat 3 model bangunan, bangunan eksisting, bangunan dengan pelat lantai *waffle* dan bangunan dengan pelat lantai *waffle* yang dimana elemen struktur balok dan kolom dioptimalisasi dimensi dan pembesannya. Beban yang dimasukkan adalah beban gravitasi dan lateral. Pelat lantai *waffle* menggunakan ketebalan 50 cm, dengan balok rusuk 150/300 mm berjarak 800 mm antar balok rusuk. Analisis struktur menggunakan *software* ETABS dan perhitungan manual untuk perhitungan penulangan. Setelah didapatkan gaya dalam struktur antara model bangunan eksisting dan bangunan dengan pelat lantai *waffle*, dilakukan perbandingan dan didapatkan pengaruh sistem *waffle slab* terhadap bangunan eksisting. Setelah itu dilakukan optimalisasi elemen struktur balok dan kolom dengan menurunkan dimensi senilai 5 cm pada lebar dan tinggi elemen struktur.

Dari hasil perancangan diperoleh hasil bahwa dengan menggunakan pelat lantai *waffle* gaya momen, geser dan lendutan pada balok menurun signifikan. Pada gaya momen dan geser kolom juga menurun sedangkan pada nilai aksial dan joint reaksi kolom memiliki kenaikan sedikit kemungkinan dikarenakan pemilihan jarak ataupun dimensi pelat *waffle*. Dengan pelat *waffle* struktur juga menjadi lebih kaku karena dapat dilihat pada pengecekan kestabilan struktur yang menunjukkan bangunan dengan pelat *waffle* memiliki struktur yang lebih kaku ataupun stabil.

**Kata Kunci** : Pelat *Waffle*, Pelat Konvensional, Balok rusuk, Gedung bertingkat

**REDESIGN OF UNKRIP STUDENT DORMITORY BY EKA SINTA  
CHRISTIAN HIGHER EDUCATION FOUNDATION (GKE) IN  
PALANGKARAYA USING WAFFLE SLAB SYSTEM**

Naufal Rizwan<sup>(1)</sup>, Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T.<sup>(2)</sup>  
*Bachelor's Degree Program in Civil Engineering, Lambung Mangkurat University*  
*E-mail : [naufalrizwan@gmail.com](mailto:naufalrizwan@gmail.com)<sup>(1)</sup>; [arya.darmawan@ulm.ac.id](mailto:arya.darmawan@ulm.ac.id)*

**ABSTRACT**

The demand for housing for students at Eka Sinta Christian University (UNKRIP) is increasing. Hence, adequate housing availability is needed. Considering the need for dormitories for UNKRIP students, a redesign of the building structure using the waffle slab system is required. This system is a method of reinforced concrete construction on floor plates with a waffle-shaped pattern that provides stronger structural strength, less concrete material usage, and allows for longer beam spans, thus enabling rooms with longer column spacing.

Analysis is conducted by creating three building models: the existing building, the building with waffle slab floors, and the building with waffle slab floors where beam and column elements are optimized in dimensions and reinforcement. Gravity and lateral loads are applied. The waffle slab floor has a thickness of 50 cm, with ribs of 150/300 mm spaced 800 mm apart. Structural analysis is performed using ETABS software and manual calculations for reinforcement design. After obtaining the internal forces in the structure between the existing building model and the building with waffle slab floors, a comparison is made to determine the influence of the waffle slab system on the existing building. Then, optimization of beam and column structural elements is carried out by reducing the dimensions by 5 cm in width and height.

The design results show that using waffle slab floors significantly reduces moment, shear, and deflection forces on beams. Moment and shear forces on columns also decrease, while axial force and joint reactions on columns have slight increases, possibly due to the selection of spacing or dimensions of the waffle slab. With the waffle slab, the structure also becomes stiffer as seen in the stability check, indicating that buildings with waffle slabs have a stiffer and more stable structure.

**Kata Kunci** : Waffle Slab, Conventional Slab, Ribbed Beams, Multi-story building

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat, dan karunia yang diberikan-Nyalah saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Redesign Rumah Susun Mahasiswa UNKRIP Yayasan Perguruan Tinggi Kristen Eka Sinta GKE di Palangkaraya dengan Menggunakan Sistem *Waffle Slab*”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Strata-1 Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir ini berkat doa restu dan dukungan banyak pihak, untuk itu saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang selalu menemani dan memotivasi saya, yaitu:

1. Keluarga, terutama ayah saya Arifudin dan ibu tercinta Siti Muliani, yang telah memberikan doa, dorongan, dan semangat penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Keluarga kecil saya yaitu istri saya tercinta Vanida Naftali yang selalu memberikan semangat, support dan lain-lain serta anak saya M. Natakala Baskara yang menjadi motivasi saya untuk selalu semangat.
3. Bapak Ir. Arya Rizki Darmawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T. M.T. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Rekan-rekan di Laboratorium Komputasi FT ULM yang selalu siap membantu dalam penyelesaian tugas akhir saya
6. Teman-teman di CV. Sakahandak Mandiri yang selalu siap menerima keluhan dan pertanyaan-pertanyaan sulit.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini baik dari segi bahasa, teknik penulisan maupun dari segi keilmuannya. Oleh karenanya, penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua orang dan dapat menjadi sumber informasi dan literatur bagi yang ingin melakukan penelitian sejenis berikutnya serta dengan segala ketulusan

dan kerendahan hari penulis mengharapkan ktirik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini di masa yang akan datang.

Banjarbaru, 2024

Penulis

Naufal Rizwan

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	23
1.1 Latar Belakang .....	23
1.2 Rumusan Masalah.....	25
1.3 Tujuan Perancangan.....	25
1.4 Manfaat Perancangan.....	25
1.5 Batasan Masalah.....	25
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	27
2.1 Umum .....	27
2.2 Pembebanan Gedung .....	27
2.3 Kombinasi Pembebanan.....	57
2.4 Pelat Lantai.....	58
2.5 Pelat Konvensional .....	58
2.5.1 Pelat Satu Arah.....	59
2.5.2 Pelat Dua Arah .....	60
2.6 Pelat dengan sistem <i>waffle slab</i> .....	61
2.7 Bentuk Balok Sistem Balok Rusuk .....	62
2.7.1 Sistem balok rusuk persegi .....	62

2.7.2	Sistem balok rusuk miring/diagonal .....	63
2.7.3	Sistem balok rusuk majemuk .....	63
2.8	Keuntungan Struktur Balok Rusuk.....	64
2.9	Penulangan Struktur.....	65
2.9.1	Penulangan Struktur Balok .....	65
2.9.2	Penulangan Struktur Kolom.....	72
2.9.3	Penulangan Struktur Pelat.....	74
BAB III METODOLOGI.....		78
3.1	Data Perencanaan .....	78
3.2	Lokasi Bangunan .....	96
3.3	Daftar Model Perancangan.....	96
3.4	Tahapan Analisis .....	101
3.5	Diagram Alir .....	102
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		103
4.1	Data Penampang Eksisting.....	103
4.2	Perencanaan Struktur Sistem <i>Waffle Slab</i> .....	106
4.3	Pembebanan .....	110
4.3.1	Beban Mati .....	110
4.3.2	Beban Hidup.....	111
4.3.3	Beban Mati Lantai .....	111
4.3.4	Beban Mati Balok.....	111
4.3.5	Beban Angin.....	112
4.3.6	Beban Gempa .....	120
4.4	Analisis Struktur.....	124
4.4.1	Gambar Model ETABS .....	124



4.4.2	Input Pembebanan .....	124
4.4.3	<i>Running</i> Analysis oleh ETABS.....	130
4.4.4	Kestabilan Struktur .....	131
4.4.5	Output dan Diagram Gaya Dalam .....	138
4.4.6	Rekap Gaya Dalam.....	142
4.4.7	Kontrol Lendutan.....	143
4.4.8	Penulangan Struktur Kolom Konvensional.....	144
4.4.9	Penulangan Struktur Balok Konvensional .....	147
4.4.10	Penulangan Struktur Pelat Konvensional.....	161
4.4.11	Penulangan Struktur Pelat <i>Waffle</i> .....	168
4.4.12	Penulangan Balok Rusuk <i>Waffle</i> .....	169
4.4.13	Optimalisasi Desain Struktur dengan Sistem <i>Waffle Slab</i> .....	170
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		186
5.1	Kesimpulan .....	186
5.2	Saran .....	186
DAFTAR PUSTAKA .....		188
LAMPIRAN I		
LAMPIRAN II		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta parameter gerak tanah Ss wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%) .....	46
Gambar 2. 2 Peta parameter gerak tanah S1 wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%) .....	46
Gambar 2. 3 Sistem Pelat Konvensional.....	59
Gambar 2. 4 Pelat <i>waffle</i> ( <i>waffle slab</i> ) beton bertulang.....	61
Gambar 2. 5 Sistem balok rusuk persegi.....	62
Gambar 2. 6 Sistem balok rusuk miring/diagonal .....	63
Gambar 2. 7 Sistem balok rusuk majemuk .....	64
Gambar 2. 8 Zonasi penulangan geser.....	70
Gambar 3. 1 Denah Ruang Lantai 1.....	79
Gambar 3. 2 Denah Ruang Lantai 2 .....	79
Gambar 3. 3 Denah Ruang Lantai 3 .....	80
Gambar 3. 4 Denah Lantai Dak.....	80
Gambar 3. 5 Denah Atap.....	81
Gambar 3. 6 Tampak Depan Bangunan .....	81
Gambar 3. 7 Tampak Belakang Bangunan .....	82
Gambar 3. 8 Tampak Kanan Bangunan .....	82
Gambar 3. 9 Tampak Kiri Bangunan.....	83
Gambar 3. 10 Denah Atap Tipe 1.....	83
Gambar 3. 11 Denah Atap Tipe 2.....	84
Gambar 3. 12 Detail Atap TR 1 dan TR 2 .....	84
Gambar 3. 13 Detail Atap TR 3.....	85
Gambar 3. 14 Detail Atap TR 4.....	85
Gambar 3. 15 Denah Kolom Lantai 1.....	86

Gambar 3. 16 Denah Kolom Lantai 2.....	86
Gambar 3. 17 Denah Kolom Lantai 3.....	87
Gambar 3. 18 Denah Kolom Lantai Dak .....	87
Gambar 3. 19 Denah Kolom Lantai Atap .....	88
Gambar 3. 20 Detail Kolom .....	88
Gambar 3. 21 Denah Balok Lantai 2 .....	89
Gambar 3. 22 Denah Balok Lantai 3 .....	89
Gambar 3. 23 Denah Balok Lantai Dak.....	90
Gambar 3. 24 Denah Ringbalk 1 .....	90
Gambar 3. 25 Denah Ringbalk 2 .....	91
Gambar 3. 26 Detail Balok 1.....	91
Gambar 3. 27 Detail Balok 2.....	92
Gambar 3. 28 Detail Balok 3.....	92
Gambar 3. 29 Denah Plat Lantai 1.....	93
Gambar 3. 30 Denah Plat Lantai 2.....	93
Gambar 3. 31 Denah Plat Lantai 3.....	94
Gambar 3. 32 Denah Plat Lantai Dak.....	94
Gambar 3. 33 Portal Tampak Depan .....	95
Gambar 3. 34 Portal Tampak Samping.....	95
Gambar 3. 35 Lokasi Perencanaan Rumah Susun.....	96
Gambar 3. 36 Permodelan Bangunan 3D menggunakan ETABS.....	96
Gambar 3. 37 Denah Lantai 2 dan 3 menggunakan ETABS .....	97
Gambar 3. 38 Denah Lantai Dak menggunakan ETABS .....	97
Gambar 3. 39 Potongan Melintang menggunakan ETABS .....	98
Gambar 3. 40 Potongan Memanjang menggunakan ETABS.....	98

Gambar 3. 41 Permodelan Atap 3D menggunakan ETABS .....	99
Gambar 3. 42 Permodelan Bangunan 3D dengan <i>sistem waffle slab</i> menggunakan ETABS .....	99
Gambar 3. 43 Denah Lantai 2 dengan sistem <i>waffle slab</i> .....	100
Gambar 3. 44 Denah Lantai 3 dengan sistem <i>waffle slab</i> .....	100
Gambar 3. 45 Denah Lantai Dak dengan sistem <i>waffle slab</i> .....	100
Gambar 3. 46 Diagram Alir.....	102
Gambar 4. 1 Balok L dan T.....	107
Gambar 4. 2 Garis netral Balok L.....	108
Gambar 4. 3 Garis netral Balok T.....	109
Gambar 4. 4 Peta kecepatan angin dasar.....	113
Gambar 4. 5 Grafik Spektrum Respon Desain .....	120
Gambar 4. 6 Perspektif 3D model eksisting.....	124
Gambar 4. 7 Perspektif 3D model pelat waffle .....	124
Gambar 4. 8 Beban mati lantai 1-3 .....	125
Gambar 4. 9 Beban mati dak .....	125
Gambar 4. 10 Beban mati dinding pada balok lantai dan dak.....	126
Gambar 4. 11 Beban hidup lantai 1-3 .....	126
Gambar 4. 12 Beban hidup dak .....	127
Gambar 4. 13 Beban distribusi atap.....	127
Gambar 4. 14 Beban angin bangunan.....	128
Gambar 4. 15 Grafik Respon Spektrum di Kota Palangkaraya.....	128
Gambar 4. 16 Input Parameter Beban Gempa.....	129
Gambar 4. 17 Input Faktor Skala (SF) Beban Gempa.....	129
Gambar 4. 18 Pemilihan beban yang akan di analisis .....	130

Gambar 4. 19 Tampak Bangunan terdeformasi setelah running analysis.....	130
Gambar 4. 20 Grafik Simpangan antar Lantai arah X pelat konvensional .....	136
Gambar 4. 21 Grafik Simpangan antar Lantai arah X pelat <i>waffle</i> .....	136
Gambar 4. 22 Grafik Simpangan antar Lantai arah y pelat konvensional .....	137
Gambar 4. 23 Grafik Simpangan antar Lantai arah y pelat <i>waffle</i> .....	137
Gambar 4. 24 Diagram Gaya Momen pelat konvensional.....	138
Gambar 4. 25 Diagram Gaya Momen pelat <i>waffle</i> .....	138
Gambar 4. 26 Diagram Gaya Lintang pelat konvensional.....	139
Gambar 4. 27 Diagram Gaya Lintang pelat <i>waffle</i> .....	139
Gambar 4. 28 Diagram Gaya Normal pelat konvensional .....	139
Gambar 4. 29 Diagram Gaya Normal pelat <i>waffle</i> .....	139
Gambar 4. 30 Nilai Gaya Momen dan Lintang pada balok dengan pelat konvensional.....	139
Gambar 4. 31 Nilai Gaya Momen dan Lintang pada balok dengan pelat <i>waffle</i>	139
Gambar 4. 32 Nilai Gaya Normal pada kolom dengan pelat konvensional.....	140
Gambar 4. 33 Nilai Gaya Normal pada kolom dengan pelat <i>waffle</i> .....	140
Gambar 4. 34 Kontur momen arah x pelat konvensional .....	140
Gambar 4. 35 Kontur momen arah x pelat <i>waffle</i> .....	140
Gambar 4. 36 Kontur momen arah y pelat konvensional .....	140
Gambar 4. 37 Kontur momen arah y pelat <i>waffle</i> .....	140
Gambar 4. 38 Nilai momen tumpuan arah x pelat konvensional .....	141
Gambar 4. 39 Nilai momen tumpuan arah x pelat <i>waffle</i> .....	141
Gambar 4. 40 Nilai momen lapangan arah x pelat konvensional.....	141
Gambar 4. 41 Nilai momen lapangan arah x pelat <i>waffle</i> .....	141
Gambar 4. 42 Nilai momen tumpuan arah y pelat konvensional .....	141

Gambar 4. 43 Nilai momen tumpuan arah y pelat <i>waffle</i> .....	141
Gambar 4. 44 Nilai momen lapangan arah y pelat konvensional.....	142
Gambar 4. 45 Nilai momen lapangan arah y pelat <i>waffle</i> .....	142
Gambar 4. 46 Joint reaksi pada bangunan dengan pelat konvensional .....	142
Gambar 4. 47 Joint reaksi pada bangunan dengan pelat <i>waffle</i> .....	142
Gambar 4. 48 Deformasi maksimum pada balok pelat konvensional akibat kombinasi terbesar .....	144
Gambar 4. 49 Deformasi maksimum pada balok pelat <i>waffle</i> akibat kombinasi terbesar .....	144
Gambar 4. 50 Gaya Momen Balok dan Kolom.....	172
Gambar 4. 51 Gaya Geser Balok dan Kolom.....	172
Gambar 4. 52 Gaya Aksial Balok dan Kolom.....	173
Gambar 4. 53 Pengecekan Keamanan Balok dan Kolom terhadap Kekuatan Struktur .....	173

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Beban Mati pada Gedung.....	28
Tabel 2. 2 Jenis Beban Hidup pada Gedung .....	29
Tabel 2. 3 Jenis Beban Hidup pada Gedung (Lanjutan 1) .....	30
Tabel 2. 4 Jenis Beban Hidup pada Gedung (Lanjutan 2) .....	31
Tabel 2. 5 Jenis Beban Hidup pada Gedung (Lanjutan 3) .....	32
Tabel 2. 6 Jenis Beban Hidup pada Gedung (Lanjutan 4) .....	32
Tabel 2. 7 Jenis Beban Hidup pada Gedung (Lanjutan 5) .....	33
Tabel 2. 8 Jenis Beban Hidup pada Gedung (Lanjutan 6) .....	34
Tabel 2. 9 Kategori risiko bangunan dan struktur lainnya untuk beban banjir, angin, salju, gempa, dan es .....	37
Tabel 2. 10 Faktor Topografi Kzt, Parameter untuk peningkatan kecepatan di atas bukit dan tebing .....	39
Tabel 2. 11 Koefisien Tekanan Internal $G_{Cpi}$ .....	40
Tabel 2. 12 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan, $K_z$ dan $K_h$ .....	41
Tabel 2. 13 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.....	44
Tabel 2. 14 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa (Lanjutan).....	45
Tabel 2. 15 Faktor Keutamaan Gempa .....	45
Tabel 2. 16 Klasifikasi Situs .....	47
Tabel 2. 17 Koefisien Situs, $F_a$ .....	49
Tabel 2. 18 Koefisien Situs, $F_v$ .....	49
Tabel 2. 19 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	51

Tabel 2. 20 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik .....	51
Tabel 2. 21 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	52
Tabel 2. 22 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ Dan $X$ .....	52
Tabel 2. 23 Simpangan Antar Tingkat Izin.....	56
Tabel 2. 24 Tebal Minimum Balok Non-Prategang atau Pelat Satu Arah.....	59
Tabel 2. 25 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok diantara tumpuan pada semua sisinya .....	60
Tabel 2. 26 Metode detail untuk menghitung $V_c$ .....	69
Tabel 2.27 Momen Pelat Persegi akibat beban merata kondisi tumpuan bebas dan terjepit penuh.....	75
Tabel 4. 1 Dimensi Kolom .....	103
Tabel 4. 2 Dimensi Balok Tumpuan.....	104
Tabel 4. 3 Dimensi Balok Lapangan .....	105
Tabel 4. 4 Dimensi Plat Lantai .....	106
Tabel 4. 5 Beban angin rencana HB 212-2002 .....	113
Tabel 4. 6 Faktor arah angin, $K_d$ .....	114
Tabel 4. 7 Faktor elevasi permukaan tanah, $K_e$ .....	115
Tabel 4. 8 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas, $K_z$ atau $K_h$ .....	116
Tabel 4. 9 Koefisien tekanan eksternal, $C_p$ .....	117
Tabel 4. 10 Koefisien tekanan dinding, $C_p$ .....	118
Tabel 4. 11 Kesimpulan Beban Angin pada Struktur Utama.....	119
Tabel 4. 12 Data Hasil Perhitungan Desain Spektra.....	120
Tabel 4. 13 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	121
Tabel 4. 14 Faktor Keutamaan Gempa .....	121



Tabel 4. 15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	122
Tabel 4. 16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik .....	122
Tabel 4. 17 Faktor R, $C_d$ dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik (sebagian)	123
Tabel 4. 18 Modal partisipasi rasio massa pada pelat konvensional .....	131
Tabel 4. 19 Modal partisipasi rasio massa pada pelat <i>waffle</i> .....	132
Tabel 4. 20 Kesimpulan nilai periode getar .....	133
Tabel 4. 21 Berat Seismik Efektif dari ETABS .....	134
Tabel 4. 22 Kesimpulan nilai gaya geser dasar seismik .....	135
Tabel 4. 23 <i>Displacement</i> antar lantai oleh gaya seismik dari ETABS.....	137
Tabel 4. 24 Kontrol <i>Drift Limit</i> pada Pelat Konvensional .....	138
Tabel 4. 25 Kontrol <i>Drift Limit</i> pada pelat <i>waffle</i> .....	138
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Gaya Dalam pada Struktur Bangunan.....	143
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan Pelat <i>Waffle</i> .....	168
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan Pelat <i>Waffle</i> (Lanjutan 1) .....	168
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penulangan Pelat <i>Waffle</i> (Lanjutan 2) .....	168
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Hasil Tulangan Lentur Balok Rusuk.....	169
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Hasil Tulangan Geser Balok Rusuk .....	170
Tabel 4. 32 Dimensi Kolom Baru.....	171
Tabel 4. 33 Dimensi Balok Baru .....	171
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Gaya Dalam pada Struktur Bangunan yang Telah Dioptimalisasi.....	174
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Hasil Tulangan Lentur Balok Baru .....	177

Tabel 4. 36 Rekapitulasi Hasil Tulangan Geser Balok Baru .....	178
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Hasil Tulangan Torsi Balok Baru .....	178
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Perbandingan Gaya dalam pada 3 model bangunan ...	179
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Perbandingan Penulangan Kolom.....	180
Tabel 4. 40 Rekapitulasi Perbandingan Penulangan Balok .....	181
Tabel 4. 41 Rekapitulasi Perbandingan Penulangan Balok (Lanjutan 1) .....	182
Tabel 4. 42 Rekapitulasi Perbandingan Penulangan Balok (Lanjutan 2) .....	183
Tabel 4. 43 Rekapitulasi Perbandingan Penulangan Balok (Lanjutan 3) .....	184
Tabel 4. 44 Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai pada Kedua Sistem Pelat.....	185

## DAFTAR NOTASI

$a$	= tinggi blok tegangan beton
$A_{cp}$	= luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton
$A_g$	= luas bruto penampang beton
$A_l$	= luas total tulangan longitudinal untuk menahan torsi
$A_o$	= luas bruto yang dilingkupi oleh lintasan alir geser
$A_{oh}$	= luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar
$A_s$	= luas tulangan
$A_s'$	= luas tulangan tekan
$A_{smaks}$	= luas tulangan maksimum
$A_{st}$	= luas tulangan terpasang
$A_t$	= luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan torsi dalam spasi
$A_v$	= luas tulangan geser
$A_{vmin}$	= luas minimum tulangan geser dalam spasi $s$
$b$	= lebar penampang
$b_{br}$	= lebar balok rusuk
$b_{bw}$	= lebar balok induk <i>waffle</i>
$b_{ebr}$	= lebar efektif balok rusuk
$b_{ew}$	= lebar efektif balok induk <i>waffle</i>
$c$	= jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral
$C_c$	= selimut beton
$C_d$	= faktor pembesaran defleksi
$C_n$	= koefisien tekanan netto
$C_p$	= koefisien tekanan eksternal
$C_s$	= koefisien respons seismik
$C_t$	= koefisien batas periode fundamental struktur
$C_u$	= koefisien batas atas pada periode yang dihitung
$C_{vx}$	= faktor distribusi vertikal
$d$	= tinggi efektif

$d_b$	= diameter tulangan nominal
$E_{br}$	= modulus elastisitas balok rusuk
$E_{bw}$	= modulus elastisitas balok induk <i>waffle</i>
$E_{pw}$	= modulus elastisitas pelat <i>waffle</i>
$F_a$	= faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek
$f_c'$	= kekuatan tekan beton
$f_s'$	= tegangan dalam tulangan tekan yang terkena beban terfaktor
$F_v$	= faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik
$f_y$	= mutu tulangan baja
$G$	= faktor efek tiupan angin
$G_{Cpi}$	= koefisien tekanan internal
$h_{br}$	= tinggi balok rusuk
$h_{bw}$	= tinggi balok induk <i>waffle</i>
$h_i$ dan $h_x$	= tinggi dasar sampai tingkat I atau x
$h_n$	= ketinggian struktur diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
$h_{pw}$	= tebal pelat <i>waffle</i>
$I_{br}$	= inersia balok rusuk
$I_{bw}$	= inersia balok induk <i>waffle</i>
$I_e$	= faktor keutamaan gempa
$I_o$	= daerah sendi plastis
$I_{pw}$	= inersia pelat <i>waffle</i>
$k$	= eksponen periode struktur
$K$	= faktor panjang efektif untuk komponen struktur tekan
$K_d$	= faktor arah angin
$K_e$	= faktor elevasi tanah
$K_h$	= koefisien eksposur tekanan velositas di ketinggian $z = h$
$K_z$	= koefisien eksposur tekanan velositas di ketinggian $z$
$K_{zt}$	= faktor topografi
$L_n$	= panjang bentang bersih yang diukur dari muka ke muka tumpuan

$MCE_R$	= percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
$M_n$	= momen nominal pada penampang
$M_u$	= momen terfaktor pada penampang
$M_{u1}$	= momen terfaktor pada penampang tarik
$M_{u2}$	= momen terfaktor pada penampang tekan
$P$	= tekanan angin
$P_{cp}$	= keliling luar penampang beton
$P_h$	= keliling garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar
$P_{n,max}$	= kekuatan aksial nominal maksimum
$P_o$	= kekuatan aksial nominal pada eksentrisitas nol
$P_u$	= gaya aksial terfaktor
$q$	= tekanan velositas
$q_h$	= tekanan velositas di ketinggian $z = h$
$q_z$	= tekanan velositas di ketinggian $z$
$R$	= koefisien modifikasi respons
$S_{MS}$	= parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek
$S_{M1}$	= parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
$S_{DS}$	= parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek
$S_{D1}$	= parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
$S_s$	= percepatan batuan dasar pada periode pendek
$S_1$	= percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
$T$	= batasan periode fundamental struktur
$T$	= pengaruh kumulatif suhu, rangkai, susut, perbedaan penurunan, dan beton yang dapat mengimbangi susut
$T_a$	= perkiraan periode fundamental struktur
$T_{cr}$	= momen retak torsi
$T_u$	= momen torsi terfaktor pada penampang
$V_c$	= kekuatan geser nominal yang disediakan beton
$V_e$	= gaya geser desain untuk kombinasi pembebanan termasuk pengaruh gempa

$V_n$	= kekuatan geser nominal
$V_s$	= kekuatan geser nominal yang diberikan penulangan geser
$V_{smin}$	= kekuatan geser nominal minimum yang diberikan penulangan geser
$V_u$	= gaya geser terfaktor
$x_o$	= jarak x terhadap pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar
$y_{bbr}$	= letak garis netral terhadap sisi bawah balok T
$y_{bw}$	= letak garis netral terhadap sisi bawah balok L
$y_{tbr}$	= letak garis netral balok T
$y_{tw}$	= letak garis netral balok L
$y_o$	= jarak y terhadap pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar
$\beta$	= rasio bentang bersih panjang terhadap bentang bersih pendek pelat
$\delta_x$	= simpangan pusat massa di tingkat-x
$\delta_{xc}$	= simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik
$\delta_y$	= simpangan pusat massa di tingkat-y
$\delta_{yc}$	= simpangan di tingkat-y yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik
$\Delta_x$	= simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis inelastik
$\Delta_y$	= simpangan di tingkat-y yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis inelastik
$\epsilon_t$	= regangan tarik netto dalam lapisan terjauh baja tarik longitudinal pada kekuatan nominal
$\rho$	= rasio $A_s$ terhadap bd
$\rho_b$	= rasio tulangan seimbang
$\emptyset$	= faktor reduksi kekuatan
$\Omega_0$	= faktor kuat lebih sistem