

**EVALUASI KEKUATAN DAN DETAILING TULANGAN BALOK
BETON BERTULANG SESUAI SNI 2847:2013 DAN 1726:2012
(STUDI KASUS : HOTEL 10 LANTAI DI SEMARANG)**

*Evaluation of Strength and Detailing Beam Reinforced Concrete
According SNI 287:2013 and 1726:2012
(Case Study : 10th Floor Hotel at Semarang)*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun oleh :

RIZAL RAY SANDY AGUSTA
NIM. I1113075

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**EVALUASI KEKUATAN DAN DETAILING TULANGAN BALOK BETON BERTULANG
SESUAI SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012
(STUDI KASUS : HOTEL 10 LANTAI DI SEMARANG)**

*Evaluation of Strength and Detailing of Reinforced Concrete Beam
According to SNI 2847:2013 and SNI 1726:2012
(Case Study : 10th Floor Hotel at Semarang)*

SKRIPSI

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta*



Disusun Oleh :

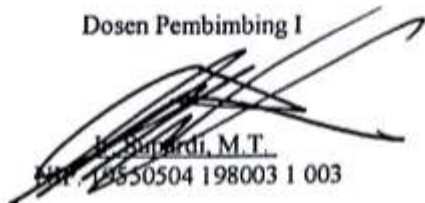
RIZAL RAY SANDY AGUSTA

NIM. 1 1113075

*Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendaratan
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret*

Persetujuan :

Dosen Pembimbing I


Ir. Supardi, M.T.
NIP. 19550504 198003 1 003

Dosen Pembimbing II


Ir. Sunarmasto, MT.
NIP. 19560717 198703 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI KEKUATAN DAN DETAILING TULANGAN BALOK BETON BERTULANG
SESUAI SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012
(STUDI KASUS : HOTEL 10 LANTAI DI SEMARANG)**

*Evaluation of Strength and Detailing of Reinforced Concrete Beam
According to SNI 2847:2013 and SNI 1726:2012
(Case Study : 10th Floor Hotel at Semarang)*

SKRIPSI

Disusun Oleh :

RIZAL RAY SANDY AGUSTA

NIM. I 1113075

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima guna memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Hari : Kamis

Tanggal : 24 Maret 2016

Tim Penguji :

1. Ir. Supardi, MT
NIP. 19550504 198003 1 003
2. Ir. Sunarmasto, MT
NIP. 19560717 198703 1 003
3. Ir. Bambang Santosa, MT
NIP. 19590823 198601 1 001
4. Prof. Stefanus Adi Kristiawan, ST, MSc, Ph.D
NIP. 19690501 199512 1 001



Mengetahui, 31 MAR 2016
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Wibowo, ST, DEA
NIP. 19681007 199502 1 001

MOTTO

Lakukan yang terbaik yang bisa anda lakukan, dengan segenap kemampuan, dengan cara apapun, dimanapun, kapanpun, kepada siapa pun, sampai anda sudah tidak mampu lagi melakukannya.

Jangan biarkan satu hari berlalu tanpa kau kembangkan dirimu selangkah lebih maju.

Belajarlah dimanapun kamu berada, karena pengetahuan yang sesungguhnya ada disetiap hembusan nafas dan langkah kalian

“Man Jadda WaJada” yang artinya “Barangsiapa bersungguh-sungguh pasti akan mendapatkan hasil

Dadio guru nang jagad

Belajarlah dari masa lalu jika kita ingin mendefinisikan masa depan

Hasil tertinggi dari pendidikan adalah toleransi, karena semakin seorang paham perbedaan, dia akan paham makna kebersamaan

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur tiada terkira kupakanjatkan kehadiran Illahi Robbi, pencipta alam semesta yang telah memberikan rahmat, hidayah serta anugerah yang tak terhingga.

“ Serangkai Budi Penghargaan” Dibalik tabir pembuatan episode Skripsi

- ☉ Ribuan syukur dan doa untuk papa & mama yang tak henti-hentinya mendoakan, mendidiku tak pernah jemu dan selalu menaburkan pengorbanan dengan kasih sayang. Tanpa maaf dan restumu hidupku tak menentu.
- ☉ Fiqcha Nanda Faizal Agusta, Annysa Amelya Suci Agusta, Bintang Azhar Rayhan Agusta yang membawa suasana keceriaan didalam keluarga.
- ☉ Teman-teman Kontrakan Toni ulinnuha, Tegar Adhi Utomo, Sokma Akhriani, Utomo fibriyanto, Sekti Hapsoro Romadhoni, Taufik Eko Susanto, lanjar Aji Nugraha, baktiyar, Aris Munandar, Adi Nugroho dan Saiful kharim yang terus selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini

☉ Semua Rekan-rekan S1 Non Reg 2013 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

Thankz guyz for your support n any help that make it done

- ☉ *Alhamdulillah jaza kumulohu khoiro buat semua teman sekarpase, keluarga ciledug dan rembang*

☉ *The last, thank's to :*
“Elani Irene Wulandari Nugroho” yang turut mendoakan dan memberi semangat terselesaikannya laporan Skripsi ini.

ABSTRAK

Rizal Ray Sandy Agusta, 2016, Evaluasi Kekuatan dan Detailing Tulangan Balok Beton Bertulang Sesuai SNI 2847:2013 dan 1726:2012 (Studi Kasus : Hotel 10 Lantai di Semarang), Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

Bencana alam besar yang melanda Indonesia telah meruntuhkan banyak bangunan berteknologi tradisional maupun modern. Pada umumnya untuk struktur gedung bertingkat berupa struktur portal terbuka beton bertulang tanpa dinding geser dengan dinding bata sebagai pengisi.

Evaluasi komponen struktur akan terlihat bagaimana perbedaan *detailing* tulangan elemen struktur balok beton bertulang yang dievaluasi menurut (SNI 1726:2012) dan (SNI 2847:2013), mengetahui kekuatan tulangan yang terpasang di lapangan dengan menghitung analisis tampang untuk lentur dan geser balok eksisting. Evaluasi dilakukan pada struktur atas hotel 10 Lantai di Semarang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh simpangan antar tingkat untuk gedung hotel 10 lantai di Semarang memenuhi persyaratan $(\Delta) < \Delta a/\rho$, kekuatan momen nominal (M_n) memenuhi persyaratan $M_u < \phi M_n$, kekuatan geser nominal (V_n) memenuhi persyaratan $V_e < \phi V_n$, spasi bersih untuk lapis 1 memenuhi persyaratan > 25 mm, spasi bersih antar lapis memenuhi persyaratan > 40 mm. Tulangan transversal yang terpasang pada tumpuan D10-100 dipasang sejauh $1/4L$ (1637,5 mm) memenuhi persyaratan *detailing* $100 \text{ mm} < d/4$ (135,125 mm), $100 \text{ mm} < 6d_b$ (114 mm), dan $100 < 150$ mm. Pada tumpuan tulangan transversal dipasang sejauh $> 2h$ (1200 mm) dan pada tengah bentang dipasang D150-100, memenuhi persyaratan *detailing* $< d/2$ (270,25 mm). Panjang sambungan lewatan untuk tulangan memanjang l_d (740 mm) $<$ persyaratan *detailing* $48d_b$ (912 mm).

Kata Kunci : Gempa, Beton Bertulang, Tulangan transversal, Simpangan antar tingkat, Momen nominal, Geser nominal, *Detailing*.

ABSTRACT

Rizal Ray Sandy Agusta, 2016, Evaluation of Strength and Reinforcement Detailing Reinforced Concrete Beams Under SNI 2847: 2013 and 1726: 2012 (Case Study: Hotel 10 Floors in Semarang), Thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University.

Major natural disasters that struck Indonesia have undermined many traditional and modern building technology . In general the structure of the multi-storey building in the form of an open frame structure without shear walls of reinforced concrete with brick walls as fillers.

Evaluation of the structural components to be seen how different reinforcement detailing structural elements of reinforced concrete beams were evaluated according to (SNI 1726 : 2012) and (SNI 2847 : 2013) , knowing the strength of the reinforcement installed in the field by calculating the analysis looks for existing bending and shear beam . The evaluation was done on the structure of the 10 floor hotel in Semarang with Special Moment Frame System bearers (SRPMK) .

The results showed that the whole drift rate to a 10th Floor Hotel at Semarang meet the requirements $(\Delta) < \Delta_a / \rho$, the power of the nominal torque (M_n) meets the requirements of $M_u < \phi M_n$, nominal shear strength (V_n) meet the requirements $V_e < \phi V_n$, clean spaces to meet the requirements of tier 1 > 25 mm , clean spaces between layers meet the requirements of > 40 mm . Reinforcement transverse mounted on a pedestal D10-100 installed as far $1 / 4L$ (1637.5 mm) to meet the requirements detailing $100 \text{ mm} < d / 4$ (135.125 mm) , $100 \text{ mm} < 6dB$ (114 mm) , and $100 < 150$ mm . Transverse reinforcement mounted on a pedestal so far $> 2h$ (1200 mm) and at midspan mounted D150-100 , meet the requirements detailing $< d / 2$ (270.25 mm) . The length of the connection throughput for longitudinal reinforcement l_d (740 mm) $<$ to the terms detailing 48dB (912 mm).

Keywords : Earthquake, Reinforced Concrete, transverse reinforcement, deviation between levels, the nominal moment, the nominal shear, Detailing.

PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul skripsi **“Evaluasi Kekuatan dan Detailing Tulangan Balok Beton Bertulang Sesuai SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012 (Studi kasus : Hotel 10 Lantai di Wilayah Semarang)”**. guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Terselesainya skripsi ini juga dikarenakan adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik dukungan moril ataupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta semua Staf dan Karyawan.
2. Pimpinan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta semua Staf dan Karyawan.
3. Ir. Supardi, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Sunarmasto, MT selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Fajar Sri Handayani, ST, MT selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan masukan dan arahan kepada penulis.
5. Semua Staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
6. Semua Staf PT. Pegadaian Persero Team Pengembangan dan Pembangunan Properti yang banyak memberi informasi dan data untuk penelitian ini.
7. Keluarga besar tercinta yang selalu memberikan semangat, perhatian dan dukungan penuh.
8. Teman-teman Teknik Sipil transfer angkatan 2013, terima kasih atas dukungannya.
9. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan skripsi ini hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Kritik dan saran yang bersifat membangun selalau penulis terima. Meskipun demikian, semoga skripsi ini mampu menjadi tambahan kekayaan ilmu dan wacana bagi penulis pada khususnya dan

bagi keluarga besar Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta pada umumnya serta pihak lain yang membutuhkan.

Surakarta, Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR NOTASI	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	9
2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.2. Landasan Teori	14
2.2.1. Persyaratan Material Konstriksi	14
2.2.1.1. Spesifikasi Material Beton.....	14
2.2.1.2. Spesifikasi Material Tulangan.....	15
2.2.2. Ketentuan Perencanaan Pembebanan.....	15
2.2.2.1. Beban Mati.....	14
2.2.2.2. Beban Hidup.....	14
2.2.2.3. Beban Gempa.....	21

2.2.2.4.	Kombinasi Pembebanan.....	32
2.2.3.	Gaya Dalam Akibat Beban Kombinasi.....	33
2.2.4.	Lentur Pada Balok Persegi.....	40
2.2.4.1.	Teori Dasar.....	40
2.2.4.2.	Dasar Penghitungan Kuat Lentur Nominal Balok.....	42
2.2.4.3.	Analisis Versus Desain.....	44
2.2.4.4.	Jenis-jenis Keruntuhan Lentur.....	45
2.2.4.5.	Analisis Balok Persegi dengan Tulangan Tarik.....	45
2.2.4.6.	Analisis Balok Tulangan Tekan.....	48
2.2.4.7.	Analisis Balok Tulangan Tekan dan Tarik.....	49
2.2.4.8.	Persyaratan Detailing Komponen Struktur Lentur SRPMK.....	52
2.2.5.	Geser Pada Balok Persegi.....	55
BAB 3	METODE PENELITIAN	62
3.1.	Uraian Umum	62
3.2.	Penjelasan Diagram Alir Penelitian	63
3.2.1.	Pengumpulan Data dan Studi Litelatur.....	64
3.2.2.	Kriteria Pemilihan Struktur.....	64
3.2.3.	Preliminary Desain.....	65
3.2.4.	Penentuan Permodelan Struktur.....	65
3.2.5.	Modelling Stuktur Bangunan Menggunakan ETABS v15.....	67
3.2.6.	Output Gaya Dalam Akibat Beban Gravitasi dan Gempa.....	67
3.2.7.	Evaluasi dan Kontrol.....	69
3.2.8.	Penggambaran detailing tulangan SRPMK.....	69
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1.	Gambaran Umum.....	70
4.2.	Data Bangunan.....	72
4.3.	Preliminari desain.....	78
4.3.1.	Material	78
4.3.2.	Balok dan Kolom.....	78
4.3.3.	Pelat	79

4.3.4.	Pondasi	79
4.4.	Pembebanan.....	79
4.4.1	Beban Gempa (<i>Quake</i>)	79
4.4.2.	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	115
4.4.3.	Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	120
4.4.4.	Pembebanan Balok Tangga.....	121
4.5.	Kombinasi Pembebanan.....	123
4.6.	Hasil Analisis.....	126
4.7.	Gaya Dalam Akibat Beban Kombinasi.....	131
4.8.	Evaluasi Kekuatan Penampang Terhadap Lentur.....	138
4.9.	Evaluasi Kekuatan Penampang Terhadap Geser.....	155
4.10.	Cek Persyaratan Detailing Tul. SRPMK Sesuai SNI-2847-2013...	163
4.10.1.	Cek Batas Spasi untuk Tulangan.....	163
4.10.2.	Cek <i>Detailing</i> Tulangan Transversal.....	166
4.10.3.	<i>Lap Splicing</i> untuk Bentang Menerus.....	168
4.11.	Resume Hasil Evaluasi Kekuatan dan Detailing Tulangan Balok...	169
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	173
5.1.	Kesimpulan	173
5.2.	Saran	173
PENUTUP.....		175
DAFTAR PUSTAKA		176
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Korelasi Terminologi Kegempaan dalam Beberapa Aturan yang Ada.....	5
Tabel 2.1.	Spesifikasi Baja Tulangan Paduan Rendah (ASTM A 706 M, 1993).....	16
Tabel 2.2.	Persyaratan Baja Tulangan Karbon (ASTM A 615, 1993)	16
Tabel 2.3.	Beban dari Berat Sendiri Bahan Bangunan Gedung.....	18
Tabel 2.4.	Beban dari Berat Sendiri Komponen Bangunan Gedung.....	19
Tabel 2.5.	Sesuai PPIUG 1983, Beban Hidup pada Lantai.....	20
Tabel 2.6.	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Beban Gempa.....	22
Tabel 2.7.	Faktor Keutamaan Gempa.....	23
Tabel 2.8.	Klasifikasi Situs (Tabel 3 SNI 1726:2012).....	25
Tabel 2.9.	Koefesien Situs, F_a (Tabel 4 SNI 1726:2012).....	26
Tabel 2.10.	Koefesien Situs, F_v (Tabel 5 SNI 1726:2012).....	27
Tabel 2.11.	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek (Tabel 6 SNI 1726 : 2012)...	28
Tabel 2.12.	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik (Tabel 7 SNI 1726 : 2012....	29
Tabel 2.13.	Tingkat Resiko Kegempaan.....	29
Tabel 2.14.	Koefesien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung (Tabel 14 SNI 1726:2012).....	30
Tabel 2.15.	Nilai Parameter Periode C_t dan α (Tabel 15 SNI 1726:2012).....	30
Tabel 2.16.	Tebal Minimum Balok Non-Prategang atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung.....	34
Tabel 4.1.	Dimensi Balok, Kolom dan Pelat.....	76

Tabel 4.2.	Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	80
Tabel 4.3.	Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	80
Tabel 4.4.	Klasifikasi Situs (Tabel 3 SNI 1726:2012).....	83
Tabel 4.5.	Koefesien Situs, F_a (Tabel 4 SNI 1726:2012).....	84
Tabel 4.3.	Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	80
Tabel 4.4.	Klasifikasi Situs (Tabel 3 SNI 1726:2012).....	83
Tabel 4.5.	Koefesien Situs, F_a (Tabel 4 SNI 1726:2012).....	84
Tabel 4.6.	Koefesien Situs, F_V (Tabel 5 SNI 1726:2012).....	84
Tabel 4.7.	Respon Spektra.....	86
Tabel 4.8.	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek (Tabel 6 SNI 1726 : 2012).....	87
Tabel 4.9.	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik (Tabel 7 SNI 1726 : 2012).....	87
Tabel 4.10.	Tingkat Resiko Kegempaan.....	88
Tabel 4.11.	Berat Struktur Lantai Mezzanine.....	76
Tabel 4.12.	Berat Struktur Lantai 1.....	91
Tabel 4.13.	Berat Struktur Lantai 2.....	93
Tabel 4.14.	Berat Struktur Lantai 3-7.....	96
Tabel 4.15.	Berat Struktur Atap.....	98
Tabel 4.16.	Berat Struktur Atap Tangga dan Lift.....	101
Tabel 4.17.	Rangkuman Berdasarkan Hasil Perhitungan Berat Struktur	102

Tabel 4.18.	Koefesien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung (Tabel 14 SNI 1726:2012).....	103
Tabel 4.19.	Nilai Parameter Periode C_t dan x (Tabel 15 SNI 1726:2012).....	103
Tabel 4.20.	Koefesien Reduksi Beban Hidup (Tabel 3.3 PPIUG 1983).....	105
Tabel 4.21.	Koordinat Titik Tangkap Pusat Massa pada Masing-masing Lantai.....	107
Tabel 4.22.	Gaya Lateral Ekuivalen per Lantai Arah Barat-Timur (x).....	111
Tabel 4.23.	Gaya Lateral Ekuivalen per Lantai Arah Utara-Selatan (y).....	111
Tabel 4.24.	Simpangan Antar Lantai ijin $\Delta_a^{a,b}$	112
Tabel 4.25.	Simpangan Antar Lantai yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah x.....	114
Tabel 4.26.	Simpangan Antar Lantai yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah y.....	115
Tabel 4.27.	Beban Mati Tambahan (<i>Dead Load</i>).....	116
Tabel 4.28.	Beban Mati Terpusat Pada Balok Atap (<i>Dead Load</i>).....	103
Tabel 4.29.	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	120
Tabel 4.30.	Distribusi Kombinasi Pembebanan Pada <i>Software Etabs</i> 125105	
Tabel 4.31.	Resume Momen Desain Balok B52 (G1) SRPMK.....	135
Tabel 4.32.	Momen-momen Ujung dan Tengah Bentang Akibat Pembebanan Gravitasi dan Gempa.....	137
Tabel 4.33.	Besarnya Nilai Momen Ultimate dan Momen Nominal Tulangan Eksisting.....	155
Tabel 4.34.	Konfigurasi Penulangan dan Kapasitas Momen Penampang Balok 52 (G1).....	158

Tabel 4.35. Gaya Geser di Muka Kolom Interor Kiri dan Kanan..... 161

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Perbandingan spektral percepatan desain pada periode pendek untuk tanah keras (Arfiadi dan Satyarno, 2010).....	3
Gambar 1.2.	Parameter nilai percepatan respon spektral gempa MCER risikotertarget pada periode pendek teredam 5 persen.....	4
Gambar 1.3.	Respons spektrum lokasi objek penelitian (sampel gedung hotel disalah satu Hotel Terkemuka di Semarang).....	4
Gambar 1.4.	Tampak Gedung Hotel 10 Lantai di Semarang.....	5
Gambar 2.1.	Kemungkinan pola terbentuknya sendi plastis ,Widodo (2007) dalam Ulfah (2011).	13
Gambar 2.2.	Desain SPRMK mencegah terjadinya mekanisme <i>soft story</i> (a) dengan membuat kolom kuat sehingga <i>drfit</i> tersebar merata sepanjang lantai (c) atau sebagian besar lantai (b).....	13
Gambar 2.3.	Perencanaan geser untuk Balok SRPMK.....	13
Gambar 2.4.	Parameter S_s MCE_R untuk lokasi situs berdasarkan Gambar 9 SNI 1726:2012.....	24
Gambar 2.5.	Parameter S_I MCE_R untuk lokasi situs berdasarkan Gambar 10 SNI 1726:2012	24
Gambar 2.6.	Spektrum Respons Desain.....	28
Gambar 2.7.	Sketsa Dimensi Balok.....	34
Gambar 2.8.	Daerah <i>tributariy</i> untuk geser pada balok interior.....	35
Gambar 2.9.	Ketentuan dimensi penampang balok.....	38
Gambar 2.10.	Koefisien momen dan geser SNI 2847:2013	38
Gambar 2.11.	Kombinasi Lentur dan Persyaratan Minimum Kuat Lentur.....	40
Gambar 2.12.	Bentuk keruntuhan pada Balok.....	41
Gambar 2.13.	Distribusi Regangan dan Tegangan Beton pada Kondisi Ultimit.....	42

Gambar 2.14.	Blok Tegangan Persegi Ekuivalen.....	43
Gambar 2.15.	Distribusi Tegangan Persegi Ekuivalen.....	46
Gambar 2.16.	Diagram Balok Regangan pada Kondisi <i>Balanced</i>	47
Gambar 2.17.	Efektifitas Tulangan tekan dalam Mengurangi Defleksi Jangka Panjang akibat Beban Tetap (<i>Sustained Load</i>) (<i>Macgregor and Wight, 2006</i>).....	49
Gambar 2.18.	Ketentuan Dimensi Penampang Balok.....	53
Gambar 2.19.	Persyaratan Tulangan Lentur.....	53
Gambar 2.20.	Persyaratan Sambungan Lewatan.....	55
Gambar 2.21.	Sketsa Kuat Lentur Mungkin Maksimum (M_{pr-1} dan M_{pr-3}) Balok Akibat Goyangan ke Kanan.....	56
Gambar 2.22.	Kombinasi Geser Akibat Gravitasi dan Gempa.....	57
Gambar 2.23.	Beban, Momen Ujung dan Diagram Gaya Geser Balok.....	58
Gambar 2.24.	Persyaratan Tulangan Transversal.....	61
Gambar 2.25.	Contoh Sengkang Tertutup yang Dipasang Bertumpuk.....	49
Gambar 2.26.	Persyaratan untuk Sengkang Tertutup (<i>Closed Hoop</i>) dan Pengkikat Silang (<i>Crosstie</i>).....	61
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penyelesaian Penelitian.....	62
Gambar 3.2.	Diagram Alir Pembebanan Gempa.....	66
Gambar 3.3.	Diagram Alir Desain Prosedur Evaluasi.....	68
Gambar 4.1.	Respon Spektrum Gempa Rencana SNI 2012.....	70
Gambar 4.2.	Tampak <i>Landscape</i> Hotel.....	72
Gambar 4.3.	Denah Struktur Balok.....	73
Gambar 4.4.	Denah Struktur Kolom.....	73
Gambar 4.5.	Denah Struktur Pelat.....	73
Gambar 4.6.	Potongan Gedung Utara-Selatan (arah x).....	74

Gambar 4.7.	Potongan Gedung Barat-Timur (arah y).....	74
Gambar 4.8.	Lokasi Penghitungan Gempa Rencana.....	81
Gambar 4.9.	Peta <i>Spectral Response Acceleration of Indonesia for 2% 50 years with 5% damping</i> untuk S_s	81
Gambar 4.10.	Peta <i>Spectral Response Acceleration of Indonesia for 2% 50 years with 5% damping</i> untuk S_1	82
Gambar 4.11.	Syarat kurva respon spectra.....	86
Gambar 4.12.	Gambar Respon Spektra.....	86
Gambar 4.13.	Ilustrasi Periode Getar yang digunakan.....	104
Gambar 4.14.	Input Koefisien Reduksi Beban hidup untuk Gempa di ETABS.....	105
Gambar 4.15.	Distribusi Diafragma Masing-Masing Lantai Pada Program ETABS.....	106
Gambar 4.16.	Distribusi Diafragma Tiap Lantai Pada Program ETABS.....	106
Gambar 4.17.	<i>Assign</i> Diafragma Masing-masing Lantai Pada Program ETABS.....	106
Gambar 4.18.	Mode 1 (Arah Barat-Timur) dengan $T_c = 1,088$ detik.....	107
Gambar 4.19.	Mode 1 (Arah Utara-Selatan) dengan $T_c = 0,958$ detik.....	108
Gambar 4.20.	Defleksi Maksimum yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah x.....	113
Gambar 4.21.	Defleksi Maksimum yang Dihasilkan oleh Beban Gempa Arah y.....	114
Gambar 4.22.	Faktor pengali berat sendiri elemen struktur.....	115
Gambar 4.23.	Distribusi Beban Mati Pada Pelat Lantai.....	117
Gambar 4.24.	Distribusi Beban Mati Pada Balok.....	118
Gambar 4.25.	Sketsa Permodelan Beban Terpusat Rangka GRC.....	118

Gambar 4.26.	Distribusi Beban Mati Terpusat.....	119
Gambar 4.27.	Distribusi Beban Hidup Pada Pelat Lantai.....	121
Gambar 4.28.	Distribusi Beban Pada Balok Tangga.....	122
Gambar 4.29.	Distribusi kombinasi pembebanan.....	124
Gambar 4.30.	Ketentuan Perencanaan Konstruksi Beton.....	126
Gambar 4.31.	Faktor Reduksi Kekuatan yang Disesuaikan dari SNI 2847 2013.....	127
Gambar 4.32.	Derajat Kebebasan Ketentuan Analisis Dinamik.....	127
Gambar 4.33.	Diagram Gaya Momen dan Gaya Geser Akibat Gempa Arah x (Barat-Timur) dengan Metode Statik Ekuivalen.....	128
Gambar 4.34.	Diagram Gaya Momen dan Gaya Geser Akibat Gempa Arah y (Utara-Selatan) dengan Metode Statik Ekuivalen.....	128
Gambar 4.35.	Diagram Momen Gaya Geser Beban Kombinasi 2....	129
Gambar 4.36.	Diagram Momen Beban Kombinasi 4 & Kombinasi 5.....	129
Gambar 4.37.	Diagram Momen Beban Kombinasi 6 dan Kombinasi 7.....	130
Gambar 4.38.	Desain Check Struktur Beton.....	131
Gambar 4.39.	Ratio Tulangan Longitudinal dan Tulangan Geser.....	131
Gambar 4.40.	Balok dan Kolom yang Mengalami Goyangan Akibat Kombinasi Pembebanan Gravitasi dan Pembebanan Seismik.....	132
Gambar 4.41.	Sketsa Momen Akibat Dorongan Gempa dari Arah Kiri dan Kanan.....	133
Gambar 4.42.	Denah Lantai 2 untuk Balok B 52.....	133
Gambar 4.43.	Potongan Melintang Portal untuk Balok yang Menerima Momen Maksimum Akibat Beban Kombinasi 4.....	134
Gambar 4.44.	Diagram Potongan Melintang Portal untuk Balok yang	

	Menerima Momen Maksimum Akibat Beban Kombinasi 4....	134
Gambar 4.45.	Balok yang Menerima Momen Maksimum Akibat Beban Kombinasi 4.....	135
Gambar 4.46.	Diagram Momen Akibat Beban Gravitasi, Gempa dan Kombinasi.....	137
Gambar 4.47.	Diagram Momen Balok B52 (G1) Akibat Goyangan Gempa Arah Kanan dan Kiri.....	138
Gambar 4.48.	Potongan Meanjang Tulangan Lentur pada Balok B52 (G1)..	140
Gambar 4.49.	Potongan Penampang Balok pada Masing-masing Lokasi Tumpuan ataupun Lapangan.....	140
Gambar 4.50.	Diagram Regangan dan Tegangan Tumpuan Kiri (Momen Negatif).....	140
Gambar 4.51.	Diagram Regangan dan Tegangan Tumpuan Kiri (Momen Positif).....	144
Gambar 4.52.	Diagram Regangan dan Tegangan Tumpuan Kanan (Momen Negatif).....	146
Gambar 4.53.	Diagram Regangan dan Tegangan Tumpuan Kanan (Momen Positif).....	149
Gambar 4.54.	Diagram Regangan dan Tegangan Tengah Bentang (Momen Positif).....	151
Gambar 4.55.	Potongan Memanjang Tulangan Geser Eksisting pada Balok B52.....	155
Gambar 4.56.	Potongan Penempatan Tulangan Geser.....	156
Gambar 4.57.	Sketsa Kuat Lentur Mungkin Maksimum (M_{pr-1} dan M_{pr-3}) Balok Akibat Goyangan ke Kanan.....	157
Gambar 4.58.	Diagram Potongan Melintang Portal untuk Balok yang Menerima Gaya Geser Akibat Beban Kombinasi 4.....	158

Gambar 4.59. Balok yang Menerima Gaya Geser Beban Kombinasi 4.....	159
Gambar 4.60. Beban, Momen Ujung, dan Diagram Gaya Geser Balok B52 (G1).....	160
Gambar 4.61. Potongan A-A Interior Kiri.....	164
Gambar 4.62. Potongan B-B Interior Kanan.....	165
Gambar 4.63. Potongan B-B Tengah Bentang.....	149
Gambar 4.64. Sketsa Tulangan Geser Hasil Perhitungan.....	166
Gambar 4.65. Potongan Memanjang Penempatan Tulangan Geser di Lapangan.....	166
Gambar 4.66. Persyaratan Tulangan Transversal.....	167
Gambar 4.67. Sketsa Perbandingan antara Persyaratan Tulangan Transversal sesuai SNI 2013 dengan Tulangan Transversal yang Terpasang.....	167
Gambar 4.68. <i>Detailing</i> Persyaratan Sambungan Lewatan.....	169

DAFTAR NOTASI

- A = Luas permukaan benda uji (mm^2).
- A_b = Jumlah air yang dibutuhkan (liter/m^3).
- A_{bs} = Luas tulangan tarik dalam kondisi regangan berimbang (mm^2).
- A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus (liter).
- A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya (liter).
- b = Lebar penampang benda uji (mm).
- d = Tinggi efektif benda uji (mm).
- d_b = Diameter tulangan (mm).
- f_c' = Kuat tekan beton (MPa).
- f_{cr}' = Kuat tekan rata-rata (MPa).
- f_r = Modulus kerutuhan beton (MPa).
- f_y = Kuat leleh baja (MPa).
- G_0 = Berat pasir awal (gram).
- G_1 = Berat pasir akhir (gram).
- h = Tinggi penampang benda uji (mm).
- I_g = Momen inersia penampang beton bruto terhadap sumbu pusat (mm^4).
- K_r = Persentase kerikil terhadap agregat campuran (%).
- L = Panjang bentang pengujian (mm).
- l_d = Panjang penyaluran tegangan (mm).
- M = Nilai tambah.
- M_n = Kekuatan lentur nominal pada penampang (Nmm).
- M_{cr} = Momen retak dari beton (Nmm).
- P = Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (N).

P_a = Persentase pasir terhadap agregat campuran (%).

R = Kuat lentur (MPa).

S_d = Standart deviasi.

y = Jarak antara titik berat desak beton ke titik berat tarik beton (mm).

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** : Shop Drawing
- Lampiran B** : Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)
- Lampiran C** : Soil Investigation
- Lampiran D** : Summary Report Analysis Structure
- Lampiran E** : Surat-surat dan Lembar Pemantauan