

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Analisis dan Desain Bangunan Bertingkat Pada Tanah Sedang dan Tanah Lunak Sesuai SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan Bapak/Ibu dosen serta beberapa pihak yang membantu dengan segala keikhlasan. Untuk itu penyusun ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Widodo, MSCE., Ph.D selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Edy Purwanto, Dr., Ir., CES., DEA. selaku dosen penguji 1.
3. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T. selaku dosen penguji 2.
4. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman yang sudah membantu hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Akhirnya, Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, Agustus 2016

Penulis,

Shander Zulfikar Poliyama

12 511 326

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KONDISI TANAH TERHADAP  
ANALISIS DAN DESAIN BANGUNAN BERTINGKAT  
PADA TANAH SEDANG DAN TANAH LUNAK  
SESUAI SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012  
(EFFECT OF SOIL CONDITIONS ON ANALYSIS AND  
DESIGN OF STORY BUILDING STRUCTURE DESIGN ON  
SOFT SOIL AND MEDIUM SOIL USING SNI 1726:2012  
AND SNI 2847:2013)**

disusun oleh


**Shander Zulfikar Poliyama**  
12 511 326

telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

diuji pada tanggal 26 September 2016

oleh Dewan Penguji

Pembimbing I

  
26/9/2015  
Prof. Ir. Widodo, MSCE.,  
Ph.D.

Penguji I

  
Edy Purwanto, Dr., Ir.,  
CES, DEA.

Penguji H

  
Yunalia Muntafi, S.T.,  
M.T.

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya mengatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 September 2016

Yang membuat pernyataan,



Shander Zulfikar Poliyama

(12 511 326)

## DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR	NOTASI
xxii	
ABSTRAK	xxvii
ABSTRACT	xxix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENELITIAN	5
1.4 MANFAAT PENELITIAN	6
1.5 BATASAN PENELITIAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 TINJAUAN UMUM	8
2.2 PENELITIAN TERDAHULU	9
2.3 KEASLIAN PENELITIAN	20
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 KLASIFIKASI TANAH UNTUK PERENCANAAN GEMPA	21
3.1.1 Pengertian Tanah	21
3.1.2 Parameter Tanah	21
3.1.3 Klasifikasi Tanah	24

3.1.4 Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Bentuk Umum	
Respons	Spektrum
26	
3.2 PEMBEBANAN	30
3.3 METODE ANALISIS STRUKTUR TERHADAP BEBAN GEMPA	
33	
3.3.1 Analisis	Statik
33	Ekuivalen
3.3.2 Respons	Spektrum
34	
3.3.3 Analisis Respon Riwayat Waktu ( <i>Time History</i> )	
37	
3.4 REDUKSI MOMEN INERSIA PENAMPANG STRUKTUR	
38	
3.5 DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG (SNI 2847:2013)	39
3.5.1 Kekuatan Desain	39
3.5.2 Komponen Struktur Lentur Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK)	40
3.5.2.1 Tulangan Longitudinal	40
3.5.2.2 Tulangan Transversal	41
3.5.2.3 Persyaratan Kekuatan Geser	42
3.5.3 Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial	42
3.5.3.1 Kekuatan Lentur Minimum Kolom	42
3.5.3.2 Tulangan Memanjang	43
3.5.3.3 Tulangan Transversal	44
3.5.3.4 Persyaratan Kekuatan Geser	45
3.6 ANALISIS PERENCANAAN TERHADAP GEMPA (SNI 1726:2012)	45
3.6.1 Gempa Rencana	45
3.6.2 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	45
3.6.3 Klasifikasi Situs	46

3.6.4	Parameter Percepatan Gempa	47
3.6.5	Parameter Percepatan Spektral Desain	48
3.6.6	Spektrum Respons Desain	48
3.6.7	Kategori Desain Seismik	49
3.6.8	Sistem Struktur	50
3.6.9	Faktor Redudansi	51
3.6.10	Kombinasi dan Pengaruh Beban Gempa	52
3.6.11	Geser Dasar Seismik	54
3.6.12	Periode Fundamental	55
3.6.13	Distribusi Vertikal Gaya Gempa	58
3.6.14	Distribusi Horizontal Gaya Gempa	58
3.6.15	Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga	59
3.6.16	Penentuan Simpangan Antar Lantai	61
3.6.17	Analisis Spektrum Respons Ragam	62
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		
4.1	LOKASI PENELITIAN	63
4.2	WAKTU PENELITIAN	63
4.3	PEMODELAN STRUKTUR	63
4.4	METODE PENELITIAN	65
4.5	BAGAN ALIR PENELITIAN	69
<b>BAB V ANALISIS DAN DESAIN</b>		
5.1	ESTIMASI DIMENSI	72
5.1.1	Dimensi Balok	72
5.1.2	Dimensi Pelat	73
5.1.3	Dimensi Kolom	76
5.2	PEMBEBANAN STRUKTUR	77
5.2.1	Beban mati	77
5.2.2	Beban Hidup	78
5.2.3	Beban Tembok	78
5.2.4	Beban Gempa Statik Ekuivalen	80
5.3	HASIL ANALISIS STRUKTUR	94
5.3.1	Geser Dasar Seismik	94

5.3.2	Simpangan Antar Lantai Ijin, $\Delta_a$		95
5.3.3	Pengaruh		Torsi
	104		
5.4	PERHITUNGAN	ELEMEN	STRUKTUR
	106		
5.4.1	Perhitungan	Pelat	Lantai
	106		
5.4.2	Redistribusi		Momen
	121		
5.4.3	Perencanaan		Balok
	122		
5.4.4	Perencanaan		Kolom
	156		
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN			
6.1	SIMPULAN		171
6.2	SARAN		172
DAFTAR PUSTAKA			173
LAMPIRAN			
			175

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Terdahulu	15
Tabel 3.1 Jenis Beban Mati Pada Gedung	30
Tabel 3.2 Jenis Beban Hidup untuk Gedung	31
Tabel 3.3 Faktor Reduksi Beban Hidup untuk Gedung	32
Tabel 3.4 Faktor Reduksi Kekuatan	39
Tabel 3.5 Faktor Keutamaan Gempa	46
Tabel 3.6 Klasifikasi Situs	46
Tabel 3.7 Koefisien Situs, $F_a$	47
Tabel 3.8 Koefisien Situs, $F_v$	48
Tabel 3.9 Kategori Deain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	50
Tabel 3.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	50
Tabel 3.11 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ Untuk Sistem Penahan Beban Lateral	50
Tabel 3.12 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	55
Tabel 3.13 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$	56
Tabel 3.14 Ketidakberaturan Bangunan	60
Tabel 3.15 Simpangan Antar Lantai Ijin, $(\Delta_a)$	62
Tabel 5.1 Hasil estimasi ukuran balok	73
Tabel 5.2 Hasil estimasi tebal pelat	75
Tabel 5.3 Hasil estimasi dimensi kolom	76
Tabel 5.4 Koefisien Situs, $F_a$	76
Tabel 5.5 Koefisien Situs, $F_v$	82
Tabel 5.6 Tabel respon spektrum tanah sedang	87
Tabel 5.7 Tabel respon spektrum tanah lunak	88
Tabel 5.8 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa	89
Tabel 5.9 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	90



Tabel 5.10 Faktor keutamaan gempa, $I_e$	90
Tabel 5.11 Berat total bangunan per lantai	92
Tabel 5.12 Tabel gaya geser per lantai gempa tanah sedang	92
Tabel 5.13 Tabel gaya geser per lantai gempa tanah lunak	93
Tabel 5.14 Tabel gaya geser gempa tanah sedang	94
Tabel 5.15 Tabel gaya geser gempa tanah lunak	95
Tabel 5.16 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x pada tanah sedang (Redudansi	1,3)
95	
Tabel 5.17 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y pada tanah sedang (Redudansi	1,3)
96	
Tabel 5.18 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x pada tanah lunak (Redudansi	1,3)
97	
Tabel 5.19 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y pada tanah lunak (Redudansi	1,3)
97	
Tabel 5.20 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x pada tanah sedang (Redudansi	1)
98	
Tabel 5.21 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y pada tanah sedang (Redudansi	1)
99	
Tabel 5.22 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan	

antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x pada tanah lunak  
(Redudansi 1)

99

Tabel 5.23 Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan  
antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y pada tanah lunak  
(Redudansi 1)

100

Tabel 5.24 Pemeriksaan pengaruh torsi arah-x tanah sedang  
104

Tabel 5.25 Pemeriksaan pengaruh torsi arah-y tanah sedang  
105

Tabel 5.26 Pemeriksaan pengaruh torsi arah-x tanah lunak  
105

Tabel 5.27 Pemeriksaan pengaruh torsi arah-y tanah lunak  
106

Tabel 5.28 Koefisien momen,  $C_u$   
108

Tabel 5.29 Hasil analisis perhitungan pelat  
121

Tabel 5.30 Hasil desain dan perbandingan Balok 1  
144

Tabel 5.31 Hasil desain dan perbandingan Balok 2 145

Tabel 5.32 Hasil desain dan perbandingan Balok 3 145

Tabel 5.33 Hasil desain dan perbandingan Balok 4 146

Tabel 5.34 Hasil desain dan perbandingan Balok 5 147

Tabel 5.35 Hasil desain dan perbandingan tulangan transversal Balok 1 155

Tabel 5.36 Hasil desain dan perbandingan tulangan transversal Balok 2 155

Tabel 5.37 Hasil desain dan perbandingan tulangan transversal Balok 3 155

Tabel 5.38 Hasil desain dan perbandingan tulangan transversal Balok 4 156

Tabel 5.39 Hasil desain dan perbandingan tulangan transversal Balok 5 156

Tabel 5.40 Hasil desain dan perbandingan tulangan longitudinal kolom 165

Tabel 5.41 Hasil desain dan perbandingan tulangan transversal kolom 169



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peta kerusakan gempa Yogyakarta 2006 dan lokasi patahan opak	2
Gambar 1.2 Kerusakan gedung akibat gempa Yogyakarta 2006	2
Gambar 3.1 Hasil Uji Penetrasi, SPT	22
Gambar 3.2 Hasil Sondir	23
Gambar 3.3 Pengaruh PI dan kedalaman endapan terhadap spektrum	27
Gambar 3.4 Normalisasi spektrum	29
Gambar 3.5 Analisis Statik Ekuivalen	34
Gambar 3.6 akselerogram Gempa El Centro N-S, 18 Mei 1940	38
Gambar 3.7 Geser Desain Untuk Balok dan Kolom	43
Gambar 3.8 Spektrum Respons Desain	49
Gambar 3.9 Syarat Penentuan Periode Getar	57
Gambar 3.10 Faktor Pembesaran Torsi, $A_x$	60
Gambar 4.1 <i>Diaphragm Constraint</i>	64
Gambar 4.2 Denah Bangunan Portal X-Y	66
Gambar 4.3 Denah Bangunan Portal Y-Z	66
Gambar 4.4 Denah Bangunan Portal X-Z	67
Gambar 5.1 Contoh bagian slab yang disertakan dengan balok	74
Gambar 5.2 Penampang balok bujur	74
Gambar 5.3 Penampang balok lintang	74
Gambar 5.4 $S_S$ , Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget( $MCER$ ), kelas situs $SB$	80
Gambar 5.5 $C_{RS}$ , Koefisien risiko terpetakan, perioda respons spektral 0,2 detik	81

Gambar 5.6	$C_{RS}$ , Koefisien risiko terpetakan, perioda respons spektral 1 detik	81
Gambar 5.7	$S_I$ , Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER), kelas situs SB	82
Gambar 5.8	Output periode getar bangunan kondisi tidak retak ( <i>uncracked</i> )	85
Gambar 5.9	Output periode getar bangunan kondisi retak ( <i>cracked</i> )	85
Gambar 5.10	Syarat periode fundamental struktur, $T$	86
Gambar 5.11	Grafik respon spektrum tanah sedang dan tanah lunak	88
Gambar 5.12	Output SAP2000 v14 berat lantai	1-9 91
Gambar 5.13	Output SAP2000 v14 berat lantai	10 91
Gambar 5.14	Grafik gaya geser lantai gempa tanah sedang dan tanah lunak	94
Gambar 5.15	Perbandingan simpangan antar lantai arah-x pada tanah sedang dan tanah lunak untuk redudansi 1,3 dan 1,0	101
Gambar 5.16	Perbandingan simpangan antar lantai arah-y pada tanah sedang dan tanah lunak untuk redudansi 1,3 dan 1,0	101
Gambar 5.17	Denah Pelat Lantai	107
Gambar 5.18	Diagram tegangan dan regangan balok tulangan rangkap	124
Gambar 5.19	Diagram tegangan dan regangan balok tulangan rangkap	135
Gambar 5.20	Hasil Desain Tulangan Lentur Balok B1-1	144

Gambar	5.21	Momen tumpuan balok pada tanah sedang	148
Gambar	5.22	Momen lapangan balok pada tanah sedang	148
Gambar	5.23	Momen tumpuan balok pada tanah lunak	149
Gambar	5.24	Momen lapangan balok pada tanah lunak	149
Gambar	5.25	Diagram gaya geser akibat beban gravitasi	150
Gambar	5.26	Diagram gaya geser akibat beban gempa	150
Gambar	5.27	Diagram gaya geser akibat beban gravitasi dan gempa	151
Gambar	5.28	Hasil Desain Tulangan Transversal Balok B1-1	154
Gambar	5.29	Tulangan arah x dan arah y	158
Gambar	5.30	Diagram $Mn-Pn$ Tulangan Arah x	162
Gambar	5.31	Plot Hasil $Mn-Pn$ Analisis SAP2000 v14 Tulangan Arah x	163

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	176
Lampiran 2. Beban mati dan hidup pelat lantai	178
Lampiran 3. Beban mati dan hidup pelat atap	179
Lampiran 4. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 1 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)	180
Lampiran 5. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 1 pada tanah sedang (Redudansi 1)	181
Lampiran 6. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 1 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)	182
Lampiran 7. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 1 pada tanah sedang (Redudansi 1)	183
Lampiran 8. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 2 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)	184

- Lampiran 9. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 2 pada tanah sedang (Redudansi 1) 185
- Lampiran 10. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 2 pada tanah sedang (Redudansi 1,3) 186
- Lampiran 11. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 2 pada tanah sedang (Redudansi 1) 187
- Lampiran 12. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 3 pada tanah sedang (Redudansi 1,3) 188
- Lampiran 13. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 3 pada tanah sedang (Redudansi 1) 189
- Lampiran 14. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 3 pada tanah sedang (Redudansi 1,3) 190
- Lampiran 15. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 3 pada tanah sedang (Redudansi 1) 191



- Lampiran 16. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 4 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)  
192
- Lampiran 17. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 4 pada tanah sedang (Redudansi 1)  
193
- Lampiran 18. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 4 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)  
194
- Lampiran 19. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 4 pada tanah sedang (Redudansi 1)  
195
- Lampiran 20. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 5 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)  
196
- Lampiran 21. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 5 pada tanah sedang (Redudansi 1)  
197
- Lampiran 22. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 5 pada tanah sedang (Redudansi 1,3)  
198

- Lampiran 23. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 5 pada tanah sedang (Redudansi 1) 199
- Lampiran 24. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 6 pada tanah sedang (Redudansi 1,3) 200
- Lampiran 25. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 6 pada tanah sedang (Redudansi 1) 201
- Lampiran 26. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 6 pada tanah sedang (Redudansi 1,3) 202
- Lampiran 27. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 6 pada tanah sedang (Redudansi 1) 203
- Lampiran 28. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 1 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 204
- Lampiran 29. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 1 pada tanah lunak (Redudansi 1) 205

- Lampiran 30. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 1 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 206
- Lampiran 31. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 1 pada tanah lunak (Redudansi 1) 207
- Lampiran 32. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 2 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 208
- Lampiran 33. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 2 pada tanah lunak (Redudansi 1) 209
- Lampiran 34. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 2 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 210
- Lampiran 35. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 2 pada tanah lunak (Redudansi 1) 211
- Lampiran 36. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 3 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 212

- Lampiran 37. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 3 pada tanah lunak (Redudansi 1) 213
- Lampiran 38. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 3 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 214
- Lampiran 39. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 3 pada tanah lunak (Redudansi 1) 215
- Lampiran 40. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 4 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 216
- Lampiran 41. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 4 pada tanah lunak (Redudansi 1) 217
- Lampiran 42. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 4 pada tanah lunak (Redudansi 1,3) 218
- Lampiran 43. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 4 pada tanah lunak (Redudansi 1) 219

- Lampiran 44. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 5 pada tanah lunak (Redudansi 1,3)  
220
- Lampiran 45. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 5 pada tanah lunak (Redudansi 1)  
221
- Lampiran 46. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 5 pada tanah lunak (Redudansi 1,3)  
222
- Lampiran 47. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 5 pada tanah lunak (Redudansi 1)  
223
- Lampiran 48. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 6 pada tanah lunak (Redudansi 1,3)  
224
- Lampiran 49. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-x Joint 6 pada tanah lunak (Redudansi 1)  
225
- Lampiran 50. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 6 pada tanah lunak (Redudansi 1,3)  
226

Lampiran 51. Pemeriksaan simpangan antar lantai yang terjadi terhadap simpangan antar lantai maksimum yang diijinkan arah-y Joint 6 pada tanah lunak (Redudansi 1)	227
Lampiran 52. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 1 (B1) pada Tanah Sedang	228
Lampiran 53. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 2 (B2) pada Tanah Sedang	230
Lampiran 54. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 3 (B3) pada Tanah Sedang	232
Lampiran 55. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 4 (B4) pada Tanah Sedang	233
Lampiran 56. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 5 (B5) pada Tanah Sedang	236
Lampiran 57. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 1 (B1) pada Tanah Lunak	239
Lampiran 58. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 2 (B2) pada Tanah Lunak	242
Lampiran 59. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 3 (B3) pada Tanah Lunak	245
Lampiran 60. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 4 (B4) pada Tanah Lunak	247
Lampiran 61. Rekapitulasi Desain Tulangan Balok 5 (B5) pada Tanah	



Lampiran 267	75.	Kodefikasi	Hasil	Desain	Balok	Lantai	6
Lampiran 268	76.	Kodefikasi	Hasil	Desain	Balok	Lantai	7
Lampiran 269	77.	Kodefikasi	Hasil	Desain	Balok	Lantai	8
Lampiran 270	78.	Kodefikasi	Hasil	Desain	Balok	Lantai	9
Lampiran 271	79.	Kodefikasi	Hasil	Desain	Balok	Lantai	10



## DAFTAR NOTASI

- $A_0$  = percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana
- $A_B$  = luas dasar struktur, dinyatakan dalam meter persegi ( $m^2$ )
- $A_{ch}$  = luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar Tulangan transversal,  $mm^2$
- $A_g$  = luas bruto penampang beton,  $mm^2$ . Untuk penampang berlubang,  $A_g$  adalah luas beton saja dan tidak termasuk luas lubang
- $A_i$  = luas badan dinding geser “i”, dinyatakan dalam meter persegi ( $m^2$ )
- $A_s$  = luas tulangan tarik longitudinal non-prategang,  $mm^2$
- $A_{sh}$  = luas penampang total tulangan transversal (termasuk kait silang) dalam spasi  $s$  dan tegak lurus terhadap dimensi  $b_c$ ,  $mm^2$
- $A_x$  = faktor amplifikasi torsi
- $b_w$  = lebar badan (web), tebal dinding, atau diameter penampang lingkaran, mm
- $c$  = jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral, mm
- $c_1$  = dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kapital (capital), atau braket (bracket) yang diukur dalam arah bentang dimana momen ditentukan, mm
- $c_2$  = dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kapital (capital), atau braket (bracket) yang diukur dalam arah tegak lurus terhadap  $c_1$ , mm
- $C_d$  = faktor amplifikasi defleksi
- $C_s$  = koefisien respons gempa
- $C_{Vx}$  = faktor distribusi vertikal
- $d$  = jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal, mm

- $d_c$  = tebal total lapisan tanah kohesif di dalam lapisan 30 m paling atas
- $d_i$  = tebal suatu lapisan tanah atau batuan di dalam lapisan 30 m paling atas
- $D$  = beban mati, atau momen dan gaya dalam yang terkait
- $E$  = pengaruh gempa, atau momen dan gaya dalam yang terkait
- $E_h$  = pengaruh beban gempa horizontal
- $E_v$  = pengaruh beban gempa vertikal
- $f_c'$  = kekuatan tekan beton yang disyaratkan, Mpa
- $f_y$  = kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan, Mpa
- $f_{yt}$  = kekuatan leleh tulangan transversal yang disyaratkan  $f_y$ , Mpa
- $F_a$  = koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)
- $F_v$  = koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)
- $F_i, F_x$  = bagian dari gaya geser dasar,  $V$ , pada tingkat  $i$  atau  $x$
- $h_i, h_x$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$  (lihat 7.8.3), dinyatakan dalam meter (m)
- $h_x$  = spasi horisontal kait silang atau kaki sengkang tertutup (hoop) pusat ke pusat  
maksimum pada semua muka kolom, mm
- $H$  = beban akibat tekanan lateral tanah, air dalam tanah, atau bahan lainnya, atau  
momen dan gaya dalam yang terkait, N
- $I$  = momen inersia terfaktor
- $I_g$  = momen inersia
- $I_e$  = faktor keutamaan
- $k$  = eksponen yang terkait dengan perioda struktur
- $l_n$  = panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
- $l_o$  = panjang, yang diukur dari muka joint sepanjang sumbu komponen struktur, dimana tulangan transversal khusus harus disediakan, mm

- $l_y$  = bentang panjang pelat , mm
- $l_x$  = bentang pendek pelat , mm
- $l_{ny}$  = bentang panjang bersih pelat , mm
- $l_{nx}$  = bentang pendek bersih pelat , mm
- $L$  = beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang terkait
- $L_r$  = beban hidup atap, atau momen dan gaya dalam yang terkait
- $M_{pr}$  = kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka joint yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan longitudinal sebesar paling sedikit  $1,25f_y$  dan faktor reduksi kekuatan,  $\phi$ , sebesar 1.0, N·mm
- $M_{tx}$  = Momen tumpuan arah-x pelat
- $M_{ty}$  = Momen tumpuan arah-y pelat
- $M_{lx}$  = Momen lapangan arah-x pelat
- $M_{ly}$  = Momen lapangan arah-y pelat
- $N$  = tahanan penetrasi standar
- $\bar{N}$  = tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas
- $\bar{N}_{ch}$  = tahanan penetrasi standar rata-rata tanah non kohesif dalam lapisan 30 m paling atas
- $Q_E$  = pengaruh gaya gempa horisontal
- $R$  = beban hujan, atau momen dan gaya dalam yang terkait
- $R$  = koefisien modifikasi respons
- $s_u$  = kuat geser niralir
- $\bar{s}_u$  = kuat geser niralir rata-rata di dalam lapisan 30 m paling atas
- $s_{ui}$  = kuat geser niralir suatu lapisan tanah kohesif  $i$  di dalam lapisan 30 m paling atas
- $s_o$  = spasi pusat ke pusat tulangan transversal dalam panjang  $l_o$  mm

- $S$  = jenis tanah
- $S_{MI}$  = percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_{MS}$  = parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
- $S_s$  = parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
- $S_I$  = parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
- $S_{DS}$  = parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
- $S_{D1}$  = parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
- $S_b$  = tebal selimut beton
- $SD$  = simpangan maksimum
- $SV$  = kecepatan maksimum
- $SA$  = percepatan maksimum
- $T$  = periode fundamental bangunan
- $$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$
- $$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$
- $U$  = kekuatan perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang terkait

- $v_s$  = kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil ( $< 10^{-3}$ ), dinyatakan dalam meter per detik (m/detik)
- $\bar{v}_s$  = kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas
- $\bar{v}_{si}$  = kecepatan rambat gelombang geser dalam lapisan tanah atau batuan ke- $i$ , di dalam lapisan 30 m paling atas
- $V$  = geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau
- $V_c$  = kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton, N
- $V_s$  = total gaya (geser) lateral seismik rencana elemen-elemen di atas sistem isolasi
- $V_t$  = nilai desain dari gaya geser dasar akibat gempa
- $w$  = kadar air tanah (persen)
- $w_i$  = tributari berat sampai tingkat  $i$
- $w_x$  = bagian dari berat seismik efektif struktur,  $W$ , di tingkat  $x$
- $W$  = beban angin, atau momen dan gaya dalam yang terkait
- $W$  = berat seismik efektif bangunan
- $W_u$  = beban terfaktor per satuan panjang balok atau pelat satu arah
- $x$  = jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif dalam menahan gaya lateral dalam arah yang ditinjau
- $\gamma$  = berat isi tanah
- $\gamma_d$  = berat isi kering tanah
- $\xi$  = rasio redaman
- $\mu$  = daktilitas struktur
- $\sum M_{nc}$  = jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka kedalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus

dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.

$\sum M_{nb}$  = jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka kedalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint.

$\rho$  = faktor redundansi struktur

$\rho_s$  = rasio volume tulangan spiral terhadap volume total inti yang dikekang oleh spiral

(diukur dari sisi luar ke sisi luar spiral)

$\Omega_0$  = faktor kuat lebih

$\delta_{max}$  = perpindahan maksimum di tingkat x (mm) yang dihitung dengan mengasumsikan  $A_x = 1$  (mm)

$\delta_{avg}$  = rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x yang dihitung dengan mengasumsikan  $A_x = 1$  (mm)

$\delta_{xe}$  = defleksi pada lokasi yang diisyaratkan dengan analisis elastis

$\Delta_a$  = simpangan antar lantai yang diijinkan

$\beta$  = rasio dimensi panjang terhadap pendek: bentang bersih untuk pelat dua arah

## ABSTRAK

Dalam merencanakan struktur bangunan gedung bertingkat, beberapa faktor yang harus diperhatikan oleh seorang perencana struktur antara lain : fungsi bangunan gedung, keamanan gedung, kekuatan, kekakuan, kestabilan, keindahan, dan pertimbangan biaya. Salah satu faktor utama juga yang perlu diperhatikan dalam proses perencanaan bangunan gedung tahan gempa adalah pengaruh dari lokasi serta kondisi tanah bangunan dibangun. Hal ini karena lapisan tanah di bawah permukaan yang menopang pondasi bangunan dapat meningkatkan besarnya beban gempa yang dialami oleh struktur bangunan. Berdasarkan uraian tersebut, pada penelitian ini dilakukan analisis perencanaan bangunan bertingkat pada tanah sedang dan tanah lunak sesuai SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, gedung yang dirancang adalah gedung yang berfungsi sebagai hotel dengan 10 lantai dengan konstruksi beton bertulang, memiliki Kategori Resiko II dan berada pada Kategori Desain Seismik D. Sistem struktur yang diterapkan pada gedung ini berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK). Perancangan komponen struktur meliputi perancangan pelat, balok, dan kolom. Mutu baja tulangan  $f_y = 350$  Mpa untuk tulangan dengan diameter lebih besar 12 mm dan,  $f_y = 240$  Mpa untuk tulangan dengan diameter lebih kecil dan sama dengan 12 mm. Beban yang dianalisis berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Pada perencanaan bangunan bertingkat ini, analisis beban gempa menggunakan analisis dinamik metode Respons Spektrum.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan *software* SAP2000 v.14 dan *Microsoft Excel* didapat hasil sebagai berikut, besar nilai gaya geser maksimal bangunan terhadap arah yang ditinjau yang terjadi pada tanah lunak lebih besar 142,480% daripada tanah sedang, besar nilai simpangan antar lantai maksimal pada tanah lunak lebih besar 149,114% daripada tanah sedang, hasil desain luas penampang struktur ( $A_g$ ) balok pada tanah lunak mencapai 136,111% lebih besar dibandingkan pada tanah sedang, perbandingan hasil jumlah tulangan longitudinal balok pada tanah lunak mencapai 150% dibandingkan pada tanah sedang, perbandingan hasil desain jarak tulangan transversal balok pada tanah lunak mencapai 133,333% dibandingkan pada tanah sedang, perbandingan hasil desain jumlah tulangan longitudinal kolom pada tanah lunak mencapai 116,667% dibandingkan pada tanah sedang, dan perbandingan hasil desain jarak tulangan transversal kolom pada tanah sedang mencapai 204% dibandingkan pada tanah lunak.

**Kata Kunci** : SPRMK, Respons Spektrum, Bangunan Bertingkat, Tanah Sedang, Tanah Lunak

## ABSTRACT

*In planning the structure of multi-storey buildings, several factors must be considered by a structure planner, among others: the function of the building, security building, strength, stiffness, stability, beauty and cost considerations. One of the main factors that also need to be considered in the planning process of building earthquake resistant building is the influence of the location and soil conditions of the building will built. This is because the soil layer below the surface which prop up the foundation of the building can increase the magnitude of earthquake loads experienced by the structure. Based on these descriptions, the research analyzed storey building on land planning medium and soft soils SNI 2847: 2013 and ISO 1726: 2012.*

*In the preparation of this final project, the building was designed a building that serves as a hotel with 10 floors with reinforced concrete construction, in a Risk Category II and is located in Seismic Design Category D. The system is applied to the building structure is in the form of bearer Special Moment Frame System (SRPMK ). The design of the structural components includes designing plates, beams, and columns. The quality of steel reinforcement  $f_y = 350$  MPa for reinforcement with larger diameter 12 mm and,  $f_y = 240$  MPa for reinforcement with a smaller diameter and is equal to 12 mm. Expenses were analyzed in the form of dead loads, live loads and seismic loads. In this multi-storey building planning, analysis, dynamic analysis using current seismic load response spectrum method.*

*According to analysis done by SAP2000 v.14 software and Microsoft Excel showed the following results, great value for the maximum shear force that reviewed the building to the direction that occur on soft soil 142.480% greater than the soil medium, large drift value maximum on ground floor soft bigger 149.114% than the land was, the result of extensive design cross-sectional structure (Ag) beam on soft soil reached 136.111% greater than in the soil medium, the comparison of the number of longitudinal steel beams in the soft soil reaches 150% compared to the soil medium, the comparison results design spacing reinforcing transversal beams in the soft ground reached 133.333% compared to the soil medium, the comparison of the design of the amount of longitudinal reinforcement of columns in soft ground reached 116.667% compared to the soil medium, and the comparison of the results of the design within the reinforcement of transverse columns on the ground is reaching 204% compared to the soft soil.*

**Key words :** SRPMK, Response Spectrum, Building Storey, Medium Soil, Soft Soil