

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL 15 (LIMA BELAS)
LANTAI DI KABUPATEN KARANGANYAR PROVINSI JAWA
TENGAH**

Diajukan Guna Melenkapi Persyaratan untuk Mencapai
Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas
Tunas Pembangunan Surakarta



Disusun Oleh :
DIMAS OKKI WANDA
A0117004

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN
SURAKARTA 2021**

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL

15 (LIMA BELAS) LANTAI DI KABUPATEN KARANGANYAR

PROVINSI JAWA TENGAH

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan untuk Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S-1)
Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

Disusun oleh :



DIMAS OKKI WANDA

A.0117004

Menyetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Dian Arumningsih DP , MT.

Ir. Sri Haryono, MT

NIDN : 0624096201

NIDN : 0613015801

Mengesahkan:

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik

Suryo Handoyo, ST, MT.

Ir. Eny Krisnawati, M.Si NIDN :

0604087301

NIDN.0618116201

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang disusun sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta. Tugas akhir ini berjudul :

“PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL 15 (LIMA BELAS) LANTAI DI KABUPATEN

KARANGANYAR PROVINSI JAWA TENGAH”

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan arahan, bimbingan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak sebagai berikut :

1. Bapak dan Ibu, selaku orang tua yang selalu mendukung saya.
2. Ibu Ir. Eny Krisnawati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
3. Bapak Suryo Handoyo, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
4. Ibu Ir. Dian Arumningsih DP, MT., selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Bapak Ir. Sri Haryono, MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
7. Teman-teman dan sahabat seangkatan Program Studi Teknik Sipil 2017 Universitas Tunas Pembangunan Surakarta atas kerjasama dan bantuannya.
8. Semua pihak yang membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan segala keterbatasan yang ada penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Dengan demikian kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan

Dengan segala kekurangan, penulis tetap berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Surakarta, 20 Juni 2021

Penulis

Dimas Okki Wanda
A0117004

MOTTO

- ❖ *“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum, kecuali mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”*
(QS. Ar Rad : 11)

- ❖ **Disaat kamu sedang bermalas-malasan, ingatlah ribuan pesaingmu sedang berusaha mengalahkanmu (Dimas Okki Wanda)**

- ❖ **Sistem pendidikan yang bijaksana setidaknya akan mengajarkan kita betapa sedikitnya yang belum diketahui oleh manusia, seberapa banyak yang harus dipelajari (Sir John Lubbock)**

- ❖ **Hidup yang tidak pernah dipertarungkan, tidak akan pernah dimenangkan (Sultan Sjahrir)**

- ❖ **Lakukanlah hal-hal kecil dengan rasa cinta yang besar agar memperoleh hasil yang maksimal (Ibu Sutarmi)**

- ❖ **Tidak mengapa kuliah saya susah, yang penting raport anak saya kelak nama belakang bapaknya ST (Dimas Okki Wanda)**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah `alamin, karya ini penulis persembahkan kepada : Untuk diri sendiri (**Dimas Okki Wanda**), terima kasih sudah mau bertahan sampai detik ini, terima kasih atas semua usaha dan upayanya, terima kasih untuk usaha berproses menjadi lebih baik, terima kasih juga sudah mau berusaha menyadarkan diri bahwa diri sendiri ternyata tidak seburuk itu.

Untuk kedua orang tua penulis **Bapak Sartono Muchtar** yang telah menjadi contoh lelaki hebat dan yang selalu memberikan banyak nasehat, motivasi dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis khususnya, dan Kepada **Ibu Sutarmi** yang telah menjadi ibu penulis sekaligus perempuan luar biasa didalam hidup penulis, terima kasih atas segala masukan, motivasi, dan doa-doa yang tak henti-hentinya terselip dalam setiap waktu kepadaNya, untuk kedua orang tua saya ucapkan terima kasih atas semua air mata, keringat, lelah, dan waktu yang terkorbankan untuk memberikan yang terbaik bagi penulis.

Terima kasih juga kepada Adik perempuan satu-satunya penulis yaitu **Ajenk Ayu Larasati** yang selalu memberi semangat, nasehat dan dukungan serta sudah menjadi Adik perempuan terbaik yang selalu membantu penulis dalam segala hal.

Keluarga besar dari Bapak dan dari Ibu penulis, terima kasih atas segala masukan, motivasi dan dukungannya selama ini.

Dosen Pembimbing I penulis yaitu, **Ir. Dian Arumningsih DP, MT.** dan Dosen Pembimbing II penulis yaitu, Bapak **Ir. Sri Haryono, MT.** Terima kasih atas bimbingan dan nasehatnya selama ini dalam proses mengerjakan Tugas Akhir ini.

Seluruh Dosen terutama Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta. Terimakasih banyak atas ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berarti yang telah diberikan kepada penulis yang kelak untuk bekal hidup dimasa yang akan datang.

Teman, sahabat dan saudara seorganisasi, Internal Ukm Beton Ganesha , Universitas Tunas Pembangunan Surakarta. Teman serta sahabat mahasiswa angkatan 2017 Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Selama 4 tahun ini kita lalui bersama, suka dan duka kita rasakan bersama. Terima kasih atas nasehat, kerja sama dan saling membantu dalam segala hal. Kalian telah memberikan kesan-kesan indah tentang kebersamaan, kekeluargaan dan persaudaraan seperti saat ini, tanpa kalian mungkin saya tidak bisa seperti ini. Dan semoga cerita kita sebagai mahasiswa akan menjadi cerita dimasa kita tua nanti. Terima kasih dan semoga kita semua sukses untuk kedepannya, Aamiin.

Teman-teman dan sahabat-sahabatku yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih untuk segala hal yang selama ini kita lalui bersama dikeadaan susah ataupun senang Terima Kasih untuk semuanya.

PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL 15 (LIMA BELAS) LANTAI DI KABUPATEN KARANGANYAR PROVINSI JAWA TENGAH

ABSTRAK

Pembangunan Hotel di Kabupaten Karanganyar adalah salah satu solusi investasi di bidang ekonomi bisnis yang dapat mengoptimalkan potensi Kabupaten Karanganyar yang begitu besar. Perancangan yang disusun secara matang ditinjau dari segi keamanan, biaya, kegunaan, arsitektur, struktur, jasa maupun bahan bangunan lokal yang tersedia dengan desain modern seperti apartemen dapat menarik minat para konsumen. Bisnis tersebut diharapkan dapat memberikan pemasukan kas pemerintah daerah sekaligus menarik minat investor untuk menanamkan sahamnya di Kabupaten Karanganyar. Proses analisis struktur menggunakan *software* SAP 2000 v.20. Pembangunan Hotel 15 lantai (Lima Belas) lantai yang kuat terhadap gempa harus memperhatikan beberapa kriteria yang mengandung unsur keamanan, kenyamanan, serta aspek ekonomis sekaligus memiliki letak strategis dan layanan berstandar nasional. Pembangunan gedung perhotelan ini perlu adanya perencanaan yang sesuai dengan standar SNI yang telah ditentukan agar dapat menghitung faktor-faktor data tanah, dan beban gempa, dan beban yang bekerja pada gedung yang akan direncanakan, maka dengan menggunakan program SAP 2000 v20 (*Structural Analysis Program 2000*) dengan v20 dan sesuai SNI 1726-2019. Hasil yang didapat berdasarkan dari perancangan yaitu lantai 1-15 dimensi kolom yaitu 80 x 80 cm dengan tulangan 16 D 29. Dimensi *Sloof* 50 x 40 cm dengan tulangan tumpuan 3 D 19, tulangan lapangan 2 D 19, tulangan geser \emptyset 12-200. Dimensi balok induk 40 x 60 cm dengan tulangan tumpuan 4 D 25, tulangan lapangan 3 D 25 tulangan geser \emptyset 12-250. Dimensi balok anak 50 x 30 cm dengan tulangan tumpuan 4 D 19, tulangan lapangan 2 D 19, tulangan geser \emptyset 10-250. Dimensi pelat lantai adalah 12 cm dengan tulangan lapangan arah X dan Y \emptyset 12-240, tulangan tumpuan arah X dan Y \emptyset 12-240. Dimensi pelat atap 10 cm dengan tulangan lapangan arah X \emptyset 12-200, tulangan lapangan arah Y \emptyset 12-200. Dimensi pondasi *Bored Pile* adalah 80 cm dengan kedalaman 10,6 m, dimensi *Pile Cap* tulangan arah X dan Y D25 –160 mm dengan tebal pile cap 1200 mm.

Kata kunci : Hotel, Beton Bertulang, *Bored Pile*

STRUCTURE PLANNING OF HOTEL 15 (FIFTEEN) FLOOR IN KARANGANYAR REGENCY, CENTRAL JAVA PROVINCE

ABSTRACT

Hotel development in Karanganyar Regency is one of the investment solutions in the business economy that can optimize the enormous potential of Karanganyar Regency. A carefully prepared design in terms of safety, cost, usability, architecture, structure, services and local building materials available with modern designs such as apartments can attract consumers' interest. The business is expected to provide local government cash income as well as attract investors to invest their shares in Karanganyar Regency. Structural analysis process using SAP 2000 v.20 software. The construction of a 15 (fifteen) floor Hotel that is strong against earthquakes must pay attention to several criteria that contain elements of security, comfort, and economic aspects as well as having a strategic location and national standard services. The construction of this hotel building requires planning in accordance with the determined SNI standards in order to be able to calculate the factors of soil data, and earthquake loads, and the loads that work on the building to be planned, then by using the SAP 2000 v20 program (Structural Analysis Program 2000). with v20 and according to SNI 1726-2019. The results obtained based on the design are floors 1-15, column dimensions are 80 x 80 cm with 16 D 29 reinforcement. Sloof dimensions are 50 x 40 cm with 3 D 19 support reinforcement, 2 D 19 field reinforcement, 12-200 shear reinforcement. The dimensions of the main beam are 40 x 60 cm with 4 D 25 support reinforcement, 3 D 25 field reinforcement, shear reinforcement \emptyset 12250. The dimensions of the child beam are 50 x 30 cm with support reinforcement 4 D 19, field reinforcement 2 D 19, shear reinforcement 10-250. The dimensions of the floor slab are 12 cm with field reinforcement in X and Y directions 12-240, reinforcement in X and Y directions 12-240. The dimensions of the roof slab are 10 cm with field reinforcement in the X direction 12-200, field reinforcement in the Y direction 12-200. The dimensions of the Bored Pile foundation are 80 cm with a depth of 10.6 m, the dimensions of the Pile Cap reinforcement in the X and Y directions are D25-160 mm with a pile cap thickness of 1200 mm.

Keywords : Hotel, Reinforced Concrete, Bored Pile

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	
ii KATA PENGANTAR	
iii MOTTO	
.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	
viii ABSTRACT	
.....	ix DAFTAR
ISI.....	x DAFTAR
TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	
xv DAFTAR NOTASI	
.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perencanaan	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
5	
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Ketentuan Perencanaan Struktur Gedung	6
2.3 Persyaratan Sistem Struktur	7
2.3.1 Material	7
2.3.2 Beban Rencana	8
2.3.3 Sistem Struktur dan Lintasan Beban (<i>Load Path</i>)	8
2.3.4 Sistem Pemikul Gaya <i>Seismik</i>	9
2.3.5 <i>Spesifikasi</i> Tulangan	9
2.4 Beban Struktur.....	10
2.4.1 Beban Mati.....	10
2.4.2 Beban Hidup	11

2.4.3	Beban Gempa	11
2.4.4	Kombinasi Pembebanan	12
2.5	Analisa Kategori Desain <i>Seismik</i> (KDS)	13
2.6	Komponen Struktur.....	15
2.6.1	Pelat	15
2.6.2	Balok.....	18
2.6.3	Kolom.....	22
2.6.4	Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>).....	24
2.6.4	Fondasi.....	26
2.7	Struktur Tahan Gempa.....	27
BAB III	METODOLOGI PERENCANAAN	30
3.1	Tahapan Perencanaan Struktur Gedung.....	31
3.2	Denah Struktur Bangunan.....	33
3.3	Perhitungan Struktur Beton.....	34
3.3.1	Perhitungan Pelat.....	34
3.3.2	Perhitungan Kolom.....	38
3.3.3	Perhitungan Balok.....	40
BAB IV	ANALISA BEBAN TETAP	41
4.1	Perhitungan Beban Mati Dan Beban Hidup.....	41
4.2	Permodelan Struktur.....	43
4.3	Analisa Struktur Beban Vertikal.....	73
BAB V	ANALISA BEBAN SEMENTARA	78
5.1	Analisa Beban Gempa.....	78
5.1.1	Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan.....	78
5.1.2	Menentukan Kelas Situs.....	79
5.1.3	Menentukan Parameter Percepatan Gempa.....	83
5.1.4	Menentukan Kategori Desain <i>Seismic</i>	85
5.1.5	Menentukan Sistem Struktur Parameter Sistem.....	87
5.1.6	Menentukan Redundansi.....	87
5.1.7	Kriteria Pemodelan.....	88
5.1.8	<i>Kurva Spektrum Respon Desain</i>	88

5.1.9 <i>Input</i> Beban Gempa <i>Statis</i>	89
5.1.10 <i>Input</i> Beban Gempa <i>Dinamis</i>	92
5.1.11 <i>Modal Analysis</i>	93
5.1.12 <i>Analysis</i>	94
5.1.13 Pemeriksaan Struktur.....	96
5.1.14 Menghitung Periode Struktur.....	105
5.1.15 Kontrol Partisipasi <i>Massa</i>	110
5.1.16 Menentukan <i>Koefisien Respons Seismik</i>	112
5.1.17 Perhitungan Gaya Geser Dasar.....	112
5.1.18 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai.....	114
5.1.19 Analisa Struktur Beban Statis dan Beban Dinamis.....	119
BAB VI KOMBINASI PEMBEBANAN	128
6.1 Kombinasi Pembebanan.....	128
6.2 Persiapan <i>Input</i> Untuk SAP 2000 V20.....	129
6.3 Out Put SAP 2000 V20 Untuk Kombinasi Beban.....	132
BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR	153
7.1 Perencanaan Plat Atap dan Lantai.....	153
7.2 Perencanaan Balok dan <i>Sloof</i>	175
7.2.1 Balok Induk Lantai 1-15 (60 x 40 cm).....	175
7.2.2 Balok Anak (50 x 30 cm).....	184
7.2.3 <i>Sloof</i> (50 x 40 cm).....	192
7.3 Perhitungan Tulangan Kolom.....	198
6.6.1 Kolom 1 (80 x 80 cm).....	198
BAB VIII PERHITUNGAN PONDASI	206
8.1 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Pondasi	206
8.2 Data Perencanaan Pondasi Tiang (<i>Bore pile</i>)	206
8.3 Menghitung Perencanaan <i>Pile Cap</i>	211
BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN	219
9.1 Kesimpulan.....	219
9.2 Saran.....	222

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan nilai f_c'	7
Tabel 2.2 Kombinasi Beban	12
Tabel 2.3 Ketebalan Selimut Beton	
19 Tabel 2.1 Penerapan Kategori Desain	
Seismik.....	29
Tabel 3.1 Momen Pelat Persegi Akibat Beban Merata Kondisi Tumpuan Bebas dan Terjepit Penuh.....	36
Tabel 5.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	
69 Tabel 5.2 Faktor Keutamaan Gempa	
.....	69
Tabel 5.3 Perhitungan Nilai N	71
Tabel 5.4 Klasifikasi Kelas Situs	73
Tabel 5.5 Kategori Desain <i>Seismik</i> Berdasarkan Parameter <i>Respons</i> Percepatan Pada <i>Periode</i> Pendek (SNI 1726-2012 Tabel 8)	76
Tabel 5.6 Kategori Desain <i>Seismik</i> Berdasarkan Parameter <i>Respons</i> Percepatan Pada <i>Periode</i> Pendek (SNI 1726-2012 Tabel 8)	76
Tabel 5.7 Pemilihan Sistem Struktur	77
Tabel 5.8 Faktor R, Cd, Ω_0 untuk Sistem Penahan Gempa	77
Tabel 5.9 Nilai <i>parameter periode</i> pendekatan Ct dan x	96
Tabel 5.10 <i>Koefisien</i> untuk batas atas pada periode yang dihitung	96
Tabel 5.11 <i>Out Put</i> Waktu Getar Alami.....	99
Tabel 5.12 <i>Out Put Rasio Massa</i>	101
Tabel 5.13 perhitungan setiap <i>mode</i>	102
Tabel 5.14 <i>Out Put</i> berat dan massa bangunan berdasarkan SAP 2000 v.20 ..	103
Tabel 5.15 <i>Out Put</i> reaksi dasar dinamis pada SAP 2000 v.20	104
Tabel 5.16 Simpangan dinamik gempa arah X	105
Tabel 5.17 Kontrol kinerja batas struktur akibat beban gempa dinamik arah X	105
Tabel 5.18 Simpangan dinamik arah Y	106
Tabel 5.19 Kontrol kinerja batas struktur akibat beban dinamik arah Y	106

Tabel 5.20 Simpangan statis arah X	107
Tabel 5.21 Kontrol kinerja batas struktur akibat statik arah X	107
Tabel 5.22 Simpangan statik arah Y	108
Tabel 5.23 Kontrol kinerja batas struktur akibat statik arah Y	108
Tabel 6.1 Momen per meter lebar jalur tengah beban terbagi rata (PBI'71 hal. 202).	131
Tabel 6.2 Momen per meter lebar jalur tengah beban terbagi rata (PBI'71 hal. 202).	142
Tabel 6.3 <i>Out Put</i> Momen dan Gaya Geser Balok Induk Lantai 1-15.	153
Tabel 6.4 <i>Output</i> Momen dan Gaya Geser Balok Anak	160
Tabel 6.5 <i>Out put</i> Momen dan Gaya Geser <i>Sloof</i>	167
Tabel 6.6 Hasil <i>Out Put</i> kolom I dari analisis SAP 2000 V.20	172
Tabel 7.1 <i>Out Put</i> Gaya aksial pada pondasi	180
Tabel 7.2 Data Tanah <i>Sondir</i>	181
Lanjutan Tabel 7.2 Data Tanah <i>Sondir</i>	182

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi	4
Gambar 2.1 <i>Spektrum Respons Desain</i>	15
Gambar 2.2 Sketsa Pelat Satu Arah	16
Gambar 2.3 Sketsa Pelat Dua Arah	17
Gambar 2.4 Dinding Geser	25
Gambar 2.5 Fondasi Tiang Pancang	26
Gambar 2.6 Fondasi <i>Bore Pile</i>	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir	30
Gambar 3.2 Denah Lantai 1-15 (<i>Auto CAD</i>)	33
Gambar 3.3 Potongan A-A (<i>Auto CAD</i>)	33
Gambar 3.4 Potongan B-B (<i>Auto CAD</i>)	34
Gambar 3.5 Pelat dengan balok-balok pendukungnya)	35
Gambar 3.6 Diagram Alir Untuk Menghitung Tulangan Pada Pelat	37
Gambar 3.7 Diagram Alir Perhitungan Perencanaan Tulangan Balok	40
Gambar 4.1 Pemodelan Tiga Dimensi (3D)	43
Gambar 4.2 Pembuatan Model Baru	44
Gambar 4.3 <i>Input Grid Line</i> Bangunan	44
Gambar 4.4 <i>Defain Grid System Data</i>	45
Gambar 4.5 <i>Input Material</i> Beton	45
Gambar 4.6 <i>Input Material Property</i> Data Beton	46
Gambar 4.7 <i>Input Material Properti Tulangan</i>	46
Gambar 4.8 <i>Input Material</i> Properti Tulangan Pokok (BJTD410)	47
Gambar 4.9 <i>Input Material</i> Properti Tulangan Sengkang (BJTP240)	47
Gambar 4.10 <i>Input Material</i> Properti Kolom	48
Gambar 4.11 <i>Input Dimensi</i> Kolom 80 x 80 cm	48
Gambar 4.12 <i>Input Dimensi</i> Balok Induk 60 x 40 cm	49
Gambar 4.13 <i>Input Dimensi</i> Balok Anak 50 x 30 cm	49
Gambar 4.14 <i>Input Dimensi</i> Sloof 50 x 40 cm	50
Gambar 4.15 <i>Input Dimensi</i> Pelat Atap	50

Gambar 4.16 <i>Input</i> Dimensi Pelat Lantai	51
Gambar 4.17 <i>Input</i> Dimensi <i>Shear Wall</i>	51
Gambar 4.18 Menentukan Jenis Peletakan	52
Gambar 4.19 <i>Define Load Patterns</i>	52
Gambar 4.20 <i>Input</i> Beban Mati Pada Pelat Atap	53
Gambar 4.21 <i>Input</i> Beban Hidup Pada Pelat Atap	53
Gambar 4.22 Beban Mati Pada Pelat Atap.....	54
Gambar 4.23 Beban Hidup Pada Pelat Atap	55
Gambar 4.24 <i>Input</i> Beban Mati Pada Pelat Lantai	56
Gambar 4.25 <i>Input</i> Beban Hidup Pada Pelat Lantai 1-15	56
Gambar 4.26 Beban Mati Pada Pelat Lantai	57
Gambar 4.27 Beban Hidup Pada Pelat Lantai 1-15	58
Gambar 4.28 Permodelan Pada Dinding	59
Gambar 4.29 Beban Mati Pada Dinding Arah X	60
Gambar 4.30 Beban Mati Pada Dinding Arah Y	60
Gambar 4.31 Menentukan jenis <i>Constraint</i>	61
Gambar 4.32 <i>Joint Constraint</i>	61
Gambar 4. 33 Displacment beban mati arah X	62
Gambar 4. 34 Displacment beban hidup arah X.....	62
Gambar 4. 35 Displacment beban mati arah Y.....	63
Gambar 4. 36 Displacment hidup mati arah Y.....	63
Gambar 4. 37 Displacment gempa arah X.....	64
Gambar 4. 38 Displacment gempa arah Y.....	64
Gambar 4.39 Penentuan Massa Gedung	65
Gambar 4.40 Pengatur Sambungan Balok dan Kolom	66
Gambar 4.41 Bidang <i>Axial</i> Beban Mati Arah X	67
Gambar 4.42 Bidang <i>Axial</i> Beban Hidup Arah X	67
Gambar 4.43 Bidang Q Beban Mati Arah X	68
Gambar 4.44 Bidang Momen Beban Mati Arah Y	68
Gambar 4.45 Bidang Q Beban Hidup Arah X	69

Gambar 4.46 Bidang Q Beban Hidup Arah Y	69
Gambar 4.47 Bidang Momen Beban Mati Arah X	70
Gambar 4.48 Bidang Momen Beban Mati Arah Y	70
Gambar 4.49 Bidang Momen Beban Hidup Arah X	71
Gambar 4.50 Bidang Momen Beban Hidup Arah Y	71
Gambar 5.1 Grafik Hasil <i>Test Sondir</i>	72
Gambar 5.2 <i>Input Koordinat pada Website Ciptakarya.pu.go.id</i>	74
Gambar 5.3 <i>Out Put Desain Spektra pada Website Ciptakarya.pu.go.id (Ss,S1)</i>	75
Gambar 5.4 <i>Kurva Spektrum Respon Desain Berdasarkan Website Ciptakarya.pu.go.id</i>	79
Gambar 5.5 <i>Kurva Spektrum Respon Desain pada SAP 2000 V.20</i>	79
Gambar 5.6 Tipe Beban Gempa Statis	80
Gambar 5.7 <i>Input Tipe Beban Gempa Statis</i>	80
Gambar 5.8 <i>Modify Lateral Load Patterns EX</i>	81
Gambar 5.9 <i>Modify Lateral Load Patterns EY</i>	81
Gambar 5.10 Beban <i>Response Spectrum DX</i>	82
Gambar 5.11 Beban <i>Response Spectrum DY</i>	82
Gambar 5.12 Tipe Beban Gempa Dinamis	83
Gambar 5.13 <i>Modify Show Load Cases (Modal)</i>	83
Gambar 5.14 Pilihan Program <i>Analisis</i>	84
Gambar 5.15 Pilihan Menjalanan Program	84
Gambar 5.16 Proses <i>Running</i> Selesai.....	85
Gambar 5.17 <i>Check Of Structure</i> Arah X 1	86
Gambar 5.18 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 1	86
Gambar 5.19 <i>Check Of Structure</i> Arah X 2	87
Gambar 5.20 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 2	87
Gambar 5.21 <i>Check Of Structure</i> Arah X 3	88
Gambar 5.22 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 3	88
Gambar 5.23 <i>Check Of Structure</i> Arah X 4	89
Gambar 5.24 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 4	89
Gambar 5.25 <i>Check Of Structure</i> Arah X 5	90

Gambar 5.26 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 5	90
Gambar 5.27 <i>Check Of Structure</i> Arah X 6	91
Gambar 5.28 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 6	91
Gambar 5.29 <i>Check Of Structure</i> Arah X 7	92
Gambar 5.30 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 7	92
Gambar 5.31 <i>Check Of Structure</i> Arah X 8	93
Gambar 5.32 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 8	93
Gambar 5.33 <i>Check Of Structure</i> Arah X 9	94
Gambar 5.34 <i>Check Of Structure</i> Arah Y 9	94
Gambar 5.35 Peristiwa Bergetarnya Struktur Dalam 1 <i>Periode</i>	95
Gambar 5.36 Waktu Getar Alami <i>Mode 1</i>	97
Gambar 5.37 Waktu Getar Alami <i>Mode 2</i>	98
Gambar 5.38 Pilihan Untuk menampilkan <i>Time Periods</i>	99
Gambar 5.39 Pilihan Untuk Menampilan <i>Rasio Massa</i>	100
Gambar 5.40 Bidang <i>Axial</i> Beban Gempa Statis Arah X	109
Gambar 5.41 Bidang Q Beban Gempa Statis X Arah X	109
Gambar 5.42 Bidang Q Beban Gempa Statis X Arah Y	110
Gambar 5.43 Bidang Q Beban Gempa Statis Y Arah X	110
Gambar 5.44 Bidang Q Beban Gempa Statis Y Arah Y	111
Gambar 5.45 Bidang Momen Beban Gempa Statis X Arah X	111
Gambar 5.46 Bidang Q Beban Gempa Dinamis X Arah Y	112
Gambar 5.47 Bidang Q Beban Gempa Dinamis X Arah X	112
Gambar 5.48 Bidang Momen Gempa Statis Y Arah Y	113
Gambar 5.49 Bidang <i>Axial</i> Beban Gempa Dinamis Arah X	113
Gambar 5.50 Bidang Q Beban Gempa Dinamis X Arah X	114
Gambar 5.51 Bidang Q Beban Gempa Dinamis X Arah Y	114
Gambar 5.52 Bidang Q Beban Gempa Dinamis Y Arah X	115
Gambar 5.53 Bidang Q Beban Gempa Dinamis Y Arah Y	115
Gambar 5.54 Bidang Momen Beban Gempa Dinamis X Arah X	116
Gambar 5.55 Bidang Momen Beban Gempa Dinamis X Arah Y	116
Gambar 5.56 Bidang Momen Beban Gempa Dinamis Y Arah X	117
Gambar 5.57 Bidang Momen Beban Gempa Dinamis Y Arah Y	117

Gambar 6.1 Input Kombinasi Pembebanan di SAP2000	121
Gambar 6.2 Persiapan Analisis Struktur	121
Gambar 6.3 Tampilan Tabel <i>Out Put Joint Displacement</i>	122
Gambar 6.4 Tampilan Tabel Output <i>Joint Reaction</i>	123
Gambar 6.5 Tampilan Tabel Output <i>Frame Forces</i>	124
Gambar 6.6 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 1 Arah X (Momen 3-3/lentur)	125
Gambar 6.7 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 1 Arah Y (Momen 3-3/lentur)	125
Gambar 6.8 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 2 Arah X (Momen 3-3/lentur)	126
Gambar 6.9 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 2 Arah Y (Momen 3-3/lentur)	126
Gambar 6.10 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 3 X (Momen 3-3/lentur)	127
Gambar 6.11 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 3 Arah Y (Momen 3-3/lentur)	127
Gambar 6.12 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 4 Arah X (Momen 3-3/lentur)	128
Gambar 6.13 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 4 Arah Y (Momen 3-3/lentur)	128
Gambar 6.14 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 5 Arah X (Momen 3-3/lentur)	129
Gambar 6.15 Tampilan Gaya Batang Kombinasi 5 Arah Y (Momen 3-3/lentur)	129
Gambar 6.16 Kontrol struktur kolom I dengan <i>PCA Column</i>	177

DAFTAR NOTASI

A_b	= Luas penampang .
A_g	= Luas bruto penampang kolom, mm^2 .
A_n	= $A_g - A_{st}$ = Luas bersih (<i>netto</i>) beton pada penampang kolom, mm^2 .
A_s	= Luas tulangan tarik, mm^2 .
A_{st}	= Luas total tulangan, yaitu luas tulangan tarik ditambah luas tulangan tekan pada penampang kolom, mm^2 .
$A_{s,min}$	= Luas tulangan minimal sesuai persyaratan, mm^2 .
$A_{s,u}$	= Luas tulangan tarik yang diperlukan, mm^2 .
A_s'	= Luas tulangan tekan, mm^2 .
$A_{s,u}'$	= Luas tulangan tekan yang diperlukan, mm^2 .
A_v	= Luas penampang begel per meter panjang struktur, mm^2 .
$A_{v,t}$	= Luas tulangan begel terpasang per meter panjang struktur, mm^2 .
$A_{v,u}$	= Luas tulangan begel yang diperlukan per meter panjang struktur, mm^2 .
a	= Jumlah tiang pancang arah – x.fondasi telapak menerus, m.
b	= Ukuran lebar penampang struktur, mm. = Jumlah tiang arah – y.
b_o	= Keliling dari penampang kritis pada fondasi, mm.
C	= Faktor <i>Respons</i> Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum <i>Respons</i> Gempa Rencana.
C_1	= Nilai Faktor <i>Respons</i> Gempa yang didapat dari Spektrum <i>Respons</i> Gempa Rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.

- c = Dalam Subskrip menunjukkan besaran beton.
- c_b = Jarak antara garis netral dan tepi serta beton tekan pada kondisi regangan penampang seimbang (*balance*), mm.
- D = Diameter tulangan *defrom*, mm.
- di = Tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter.
- d = Tinggi efektif penampang struktur (kolom, balok, atau fondasi) yang diukur dari tepi serat beton tekan sampai pusat berat tulangan tarik, mm.
- d_s = Jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik, mm.
- d_s' = Jarak antara tepi serat beton tekan dan pusat berat tulangan tekan, mm.
- E_c = Modulus elastis beton
- Eff = Efisiensi dari sebuah kelompok tiang. E_s = Modulus elastisitas baja (=200 GPa) e = Eksentrisitas teoretis antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan kondisi elastik penuh.
- $.F_a$ = Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek.
- F_v = Factor amplifikasi getaran terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik.
- f_c' = Kuat tekan beton yang disyaratkan pada waktu umur beton 28 hari, 28 hari, MPa.
- F_i = Bagian dari gaya geser dasar, V , pada tingkat i atau x . f_s = Tegangan tarik baja tulangan, MPa. f_s' = Tegangan tekan baja tulangan, MPa.
- f_y = Kuat tarik atau kuat leleh baja tulangan tarik, MPa.
- H = Tinggi total gedung yang diukur dari taraf penjepitan lateral, m.
- h = Ukuran tinggi penampang struktur, mm. h_f = Ukuran tinggi/tebal penampang fondasi, mm.
- h_t = Ukuran tebal tanah diatas fondasi, m.
- hn = ketinggian struktur dalam (m) diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur.
- H_u = Gaya lateral yang diterima masing-masing tiang pancang.

	=
I	Faktor Keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh Gempa Rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu.
JHP	= Jumlah hambatan lekat pada sondir
k_s	= <i>Modulus Of Subgrade Reaction</i>
k_{sv}	= <i>Modulus Of Subgrade Reaction</i> arah vertikal
l	= Panjang balok, m
l_n	= Panjang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.
L	= Panjang fondasi telapak setempat, atau panjang <i>sloof</i> pada fondasi telapak menerus, m. = Beban hidup nominal yang dapat dianggap sama dengan beban hidup rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung.
L_n	= Bentang bersih terpanjang pada pelat.
S_n	= Bentang bersih terpendek pada pelat.
M	= Momen lentur secara umum.
M_{lx}	= Momen lapangan per meter lebar di arah x.
M_{ly}	= Momen lapangan per meter lebar di arah y.
M_n	= Momen nominal suatu penampang unsur struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal, atau akibat pengaruh momen leleh sendi plastis yang sudah direduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan f_1 .
$M_{u,x}$	= Momen terfaktor yang bekerja searah sumbu X, kNm.
$M_{u,y}$	= Momen terfaktor yang bekerja searah sumbu Y, kNm.
M_{tx}	= Momen tumpuan per meter lebar di arah x.
M_{ty}	= Momen tumpuan per meter lebar di arah y.

	=	
M _{tix}	=	Momen tumpuan akibat jepit tak terduga diarah x.
M _{tiy}	=	Momen tumpuan akibat jepit tak terduga di arah y.
m		Jumlah tulangan maksimal per-baris yang dapat dipasang pada ukuran lebar (b) penampang struktur, batang.
	=	Jumlah barisan tiang
N	=	Nilai hasil Test Penetrasi Standar pada suatu lapisan tanah; gaya normal secara umum.
\bar{N}	=	tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m
N_i	=	tahanan penetrasi standar 60 persen energi (N_{60}) yang
n	=	Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan besaran nominal.
	=	Jumlah total tulangan pada hitungan tulangan longitudinal kolom.
	=	Jumlah tiang pada pondasi tiang pancang.
P	=	Beban aksial kolom, yaitu beban yang arahnya sejajar dengan sumbu longitudinal kolom, kN.
P _{group}	=	Beban yang terjadi pada kelompok tiang.
P _{ijin}	=	Beban yang terjadi pada pondasi tiang pancang yang sudah dikalikan dengan faktor efisiensi.
PI	=	Indeks Plastisitas tanah.
P _{max}	=	Beban maksimum yang terjadi pada tiang pancang.
P _D	=	Beban aksial yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
P _L	=	Beban aksial yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.
P _E	=	Beban aksial yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
P _n	=	Beban aksial nominal kolom, kN.
P _u	=	Beban aksial perlu atau beban aksial terfaktor, kN.
\bar{P}_u	=	Kuat dukung fondasi pada daerah yang dibebani, kN.
Q	=	Sumbu vertikal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $Q = \phi \cdot P_n / (f_c' \cdot b \cdot h)$
Q _n	=	Pembebanan nominal pada suatu struktur gedung, yaitu

	=	kombinasi beban-beban nominal, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor beban.
Q_u		Pembebanan ultimit pada struktur gedung, yaitu kombinasi beban-beban ultimit, dihasilkan oleh kombinasi beban-beban nominal, masing-masing dikalikan dengan faktor beban.
q	=	Beban terbagi rata oleh berat fondasi dan berat tanah di atas fondasi, kN/m^2
q_c	=	Tahanan ujung sondir.
R	=	Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut; faktor reduksi gempa representatif struktur gedung tidak beraturan.
R_n	=	Kekuatan nominal suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan nominal unsur-unsurnya, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor reduksi.
S	=	Jarak 1000 mm yang diambil untuk perhitungan dalam menentukan spasi begel atau spasi tulangan.
	=	Jarak antar tiang pancang.
S_{MS}	=	Parameter spectrum respons percepatan pada perioda pendek.
S_{M1}	=	Parameter spectrum respons percepatan pada perioda 1 detik.
S_S	=	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek.
S_1	=	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik.
S_{DS}	=	Parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek.
S_{D1}	=	Parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik.

S_u	=	Kuat geser niralir lapisan tanah.
S_{ui}	=	Kuat geser niralir lapisan tanah ke-i.
\bar{S}_u	=	Kuat geser niralir rata-rata berbobot dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.
s		Spasi begel atau spasi tulangan fondasi, mm.
s_b	=	Selimut beton atau lapisan lindung beton untuk tulangan, mm.
T	=	Periode Getar Fundamental Struktur.
$T_{a \text{ minimum}}$	=	Nilai batas bawah periode bangunan.
T_c	=	Waktu getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada Spektrum <i>Respon</i> Gempa Rencana.
T_R	=	Waktu getar alami fundamental gedung dari rumus <i>Rayleigh</i> , detik.
T_1	=	Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik.
V	=	Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan tersebut.
V_c	=	Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton..
V_s	=	Kecepatan rambat gelombang geser.
	=	Gaya geser dasar nominal akibat beban gempa yang dipikul oleh suatu jenis subsistem struktur gedung tertentu di tingkat dasar.
\bar{v}_s	=	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, didalam lapisan 30 m teratas.
v_{si}	=	kecepatan gelombang geser lapisan i dinyatakan dalam meter perdetik (m/detik).
V_s	=	Gaya geser nominal yang disumbangkan oleh sengkang/begel, kN.

V_t	= Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung dan yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum <i>respon</i> s atau dari hasil analisis respon dinamik riwayat waktu.
W_b	Berat lantai besmen struktur bawah suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
W_i	= Berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
W_t	= Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
x	= Jarak As kolom ke As tiang pancang arah x.
y	= Jarak As kolom ke As tiang pancang arah y.
Z_i	= Ketinggian lantai tingkat ke-i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.
α	= Faktor lokasi penulangan pada perhitungan panjang penyaluran tulangan.
α_{fm}	= Nilai rata-rata α_f untuk semua balok tepi panel.
α_f	= Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat yang dibatasi secara lateral pada setiap sisi balok.
β	= Rasio dimensi panjang terhadap pendek pada pelat dua arah
α_s	= Suatu konstanta yang digunakan untuk menghitung V_c , yang nilainya bergantung pada letak fondasi.
β (beta)	= Indeks kepercayaan (<i>reliability index</i>), suatu bilangan yang bila dikalikan dengan deviasi standar distribusi besaran n (R_u/Q_u), kemudian dikurangkan dari nilai rata-rata besaran tersebut, menghasilkan suatu nilai besaran itu yang probabilitas untuk dilampauinya terbatas pada suatu persentase tertentu, di mana R_u adalah kekuatan ultimit struktur gedung yang ditinjau dan Q_u adalah pembebanan ultimit pada struktur gedung itu.
	= Rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom.

β_1 (beta-1)	=	Faktor pembentuk tegangan beton tekan persegi ekuivalen.
δ_b (delta-b)	=	Faktor pembesar momen untuk kolom yang tidak dapat bergoyang.
ε_c'	=	Regangan tekan beton (tanpa satuan).
ε_s	=	Regangan tarik baja tulangan.
ε_s'	=	Regangan tekan baja tulangan.
ε_y	=	Regangan tekan baja tulangan pada saat leleh.
λ	=	Panjang bentang struktur, mm.
	=	Faktor beton agregat ringan pada perhitungan panjang penyaluran tulangan.
ρ	=	Rasio tulangan sebesar A_{st} / A_g untuk kolom, atau $A_s / (b.d)$ untuk balok dan plat, %.
σ	=	Simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya pelelehan pertama.
	=	Tegangan yang terjadi pada tanah dasar fondasi.
ρ_{maks}	=	Rasio tulangan maksimal sesuai persyaratan, %.
ρ_{min}	=	Rasio tulangan minimal.
ζ (zeta)	=	Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada Wilayah Gempa.
ξ (ksi)	=	Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.
Σ (sigma)	=	Tanda penjumlahan.
	=	Faktor reduksi kekuatan secara umum.
	=	Faktor reduksi kekuatan yang diambil sebesar 0,65 untuk kolom dengan tulangan sengkang atau sebesar 0,70 untuk kolom dengan tulangan spiral.
	=	Diameter batang tulang polos, mm.

(psi) =
= Koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor *respons* gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa.
= Derajat hambatan pada ujung kolom yang terjepit (tanpa satuan).

