

## **TUGAS AKHIR**

# **PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG APARTEMEN “PANCER ASTAMA” 10 LANTAI TAHAN GEMPA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SPRMK) DI KOTA BANDUNG**



Aulia Zahrotul Zakiah

19.11.0033

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
SURABAYA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.)  
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

oleh :

**AULIA ZAHROTUL ZAKIAH**

NPM : 19.11.0033

Tanggal Ujian : 4 Januari 2024

Disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing,



**Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, M.T.**

NIK. 94245 - ET

Menggetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



**Johan Paing Heru Waskito, S.T., M.T.**

NIK. 196903102005011002



**Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.**

NIK. 93190 - ET

**LEMBAR PENGESAHAN REVISI**

**Judul : PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG APARTEMEN PANCER ASTAMA 10 LANTAI TAHAN GEMPA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI KOTA BANDUNG**

**Nama : AULIA ZAHROTUL ZAKIAH**

**NPM : 19.11.0033**

Tanggal Ujian: 3 Januari 2024

Disetujui Oleh:

Dosen Penguji I,



**Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.**  
NIK: 93190-ET

Dosen Penguji II,



**Danang Sefiya Raharja, ST, MT.**  
NIK: 22866-ET

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



**Dr. Ir. H. Soerjandani P. M., MT.**  
NIK: 94245-ET

**PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG  
APARTEMEN PANCER ASTAMA 10 LANTAI TAHAN GEMPA DENGAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DI KOTA  
BANDUNG**

**Nama Mahasiswa : Aulia Zahrotul Zakiah  
NPM : 19110033  
Jurusan : Teknik Sipil FT-UWKS  
Dosen Pembimbing : Dr.Ir. H. Soerjandani Priantoro M, MT**

**Abstrak**

Indonesia termasuk negara yang sering mengalami bencana alam terutama bencana gempa bumi. Di Indonesia, Bandung merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi gempa bumi. Kota Bandung sendiri merupakan kota terpadat ketiga di Indonesia yang mana menjadi peluang untuk membangun apartemen sebagai sarana tempat tinggal. Apartemen Pancer Astama direncanakan di Kota Bandung 10 lantai dengan tinggi 40 meter yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). SRPMK memiliki kelebihan antara lain pendetailannya menghasilkan struktur dengan daktilitas penuh yang memiliki kemampuan dalam berdeformasi inelastis tanpa kehilangan kekuatan. Metode perhitungan pembebanan gempa menggunakan analisa respon spektrum dan beban gravitasi yang dikombinasikan. Standart peraturan yang menjadi acuan dalam tugas akhir ini yaitu SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan *Non* gedung, SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Bangunan Gedung dan Struktur lain, serta SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Pemodelan perencanaan komponen struktur gedung beton bertulang serta analisa struktur menggunakan program bantu komputer. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa struktur gedung termasuk bangunan tahan gempa. Nilai simpangan horisontal (*drift*) memenuhi persyaratan dengan tidak melebihi simpangan horisontal izin yaitu 100 mm. Selain itu, gedung ini juga memenuhi syarat *Strong Column Weak Beam* dengan  $\sum M_{nc} > (1,2) \sum M_{nb}$  dan Hubungan Balok Kolom (HBK) pada kondisi terkekang 4 balok maupun 3 atau 2 balok dengan nilai  $V_n > V_{x-x}$  telah memenuhi persyaratan.

***Kata Kunci: Apartemen, Struktur Beton Bertulang, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, Struktur Gedung Tahan Gempa, Bandung***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir berjudul “Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Beton Bertulang 10 lantai dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Di Kota Bandung”. Segala hambatan dan rintangan yang dialami dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini telah menjadi sebuah pelajaran dan pengalaman untuk kedepannya. Dalam prosesnya, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis dalam kesempatan ini dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT.
2. Orang Tua, terutama Almarhumah Mama yang senantiasa selalu mendoakan dan mendukung sejak awal hingga akhir.
3. Seluruh keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung penuh atas keberhasilan terselesainya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Johan Paing Heru Waskito, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
5. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
6. Bapak Dr.Ir. H.Soerjandani Priantoro Machmoed, MT. selaku dosen pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
7. Sahabat (Teh Melo, Defia, Cinta, Alfi, Novita, Dimas, Grashella, Laura, Mbak dewi, Dinda, Mbak Ayu, Dian) dan teman – teman Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang selalu mendukung dan membantu serta semua pihak yang telah banyak membantu penyusun, baik secara moril maupun materil, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk perbaikan dan kelengkapan laporan ini.

Surabaya, Januari 2024

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Perencanaan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Umum .....	6
2.2 Perencanaan Terdahulu.....	6
2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	9
2.4 Konsep Desain / Perencanaan Struktur.....	11
2.4.1 Desain Terhadap Beban Lateral.....	11
2.4.2 Perencanaan Kapasitas.....	13
2.5 Prosedur Analisis Beban Seismik SNI Gempa 1726-2019 .....	15
2.5.1 Gempa Rencana.....	15
2.5.2 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	16
2.5.3 Pembebanan Struktur.....	19
2.5.4 Klasifikasi Situs.....	20

2.5.5	Menentukan Respon Spektrum.....	21
2.5.6	Kategori Desain Seismik.....	24
2.5.7	Periode Fundamental Pendekatan.....	25
2.5.8	Distribusi Vertical Gaya Gempa.....	26
2.5.9	Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	27
2.5.10	Batas Simpangan Antar Lantai.....	27
2.6	Perencanaan Balok.....	28
2.6.1	Batas Desain.....	28
2.6.2	Kekuatan Rencana.....	29
2.6.3	Batasan Tulangan.....	29
2.6.4	Pendetailan Penulangan.....	30
2.7	Perencanaan Kolom.....	30
2.7.1	Batasan Dimensi.....	30
2.7.2	Kekuatan Desain.....	30
2.7.3	Batasan Tulangan.....	31
2.7.4	Pendetailan Penulangan.....	31
2.7.5	Tulangan Geser.....	31
2.8	Persyaratan Untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	32
2.8.1	Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	32
2.8.2	Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	36
2.8.3	Joint Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	40
2.9	Perencanaan Tiang Pancang.....	43
2.10	Perencanaan <i>Pile cap</i> .....	46
<b>BAB III METODOLOGI PERENCANAAN.....</b>		<b>48</b>
3.1	Data Perencanaan.....	48
3.2	Diagram Alir Rencana.....	48

3.3	Penjelasan Diagram Alir Rencana.....	50
<b>BAB IV PRELIMINARY DESAIN.....</b>		<b>53</b>
4.1	Umum.....	53
4.2	Perencanaan Dimensi Balok Induk.....	53
4.3	Perencanaan Dimensi Balok Anak.....	54
4.4	Perencanaan Dimensi Plat.....	54
4.5	Perencanaan Dimensi Kolom.....	58
4.5.1	Pembebanan pada Kolom.....	58
4.5.2	Perencanaan Dimensi Kolom.....	60
<b>BAB V STRUKTUR SEKUNDER.....</b>		<b>62</b>
5.1	Struktur Sekunder.....	62
5.2	Perencanaan Plat.....	62
5.3	Pembebanan Plat Atap.....	62
5.4	Perencanaan Pembebanan Plat Lantai.....	67
5.5	Perencanaan Balok Anak Atap.....	75
5.6	Perencanaan Balok Anak Lantai.....	79
5.7	Perencanaan Tangga.....	86
5.7.1	Pembebanan Tangga.....	87
5.7.2	Analisa Statika Tangga.....	88
5.7.3	Gaya Dalam Tangga.....	89
5.7.4	Penulangan Plat Bordes Tangga.....	89
5.7.5	Kontrol Kekuatan Plat Bordes Tangga.....	91
5.7.6	Penulangan Plat Tangga Miring.....	92
5.7.7	Kontrol Kekuatan Plat Tangga Miring.....	93
5.8	Perencanaan Balok Bordes.....	94
5.8.1	Perhitungan Gaya Dalam.....	103
5.8.2	Syarat Batas Penulangan Balok Bordes.....	103



5.8.3	Penulangan Lentur Balok Bordes.....	104
5.8.4	Penulangan Geser Balok Bordes.....	107
<b>BAB VI PEMBEBANAN BEBAN GEMPA.....</b>		<b>100</b>
6.1	Data Perencanaan Struktur.....	100
6.2	Pembebanan pada Struktur.....	100
6.2.1	Pembebanan Gravitasi pada Struktur.....	100
6.2.2	Pembebanan Gempa pada Struktur.....	102
6.3	Batas Simpangan Antar Lantai.....	108
6.4	Periode Getar Waktu Alami Struktur.....	109
<b>BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER.....</b>		<b>112</b>
7.1	Perencanaan Balok Induk.....	112
7.1.1	Perencanaan Balok Induk (B1).....	112
7.1.2	Penulangan Lentur Balok Induk (B1).....	113
7.1.3	Persyaratan Detail Komponen Lentur.....	115
7.1.4	Penulangan Geser Balok Induk (B1).....	117
7.1.5	Syarat Detail Komponen Lentur.....	121
7.1.6	Penulangan Torsi Balok Induk (B1).....	124
7.1.7	Pemutusan Tulangan Balok Induk (B1).....	125
7.2	Perencanaan Kolom.....	126
7.2.1	Kuat Maksimal Tekan Rencana pada Kolom.....	128
7.2.2	Pendetailan Sesuai SNI 2847 – 2019.....	129
7.2.3	Persyaratan Strong Column Weak Beam.....	129
7.2.4	Pengekangan yang dibutuhkan kolom.....	131
7.2.5	Periksa Kebutuhan Pengekang untuk Beban Geser pada kolom.....	133
7.2.6	Sambungan Lewatan Tulangan pada kolom.....	136
7.3	Desain Hubungan Balok kolom (HBK).....	138
7.3.1	Desain HBK yang Terkekang 4 Balok.....	139

7.3.2	Desain HBK yang Terkekang 3 atau 2 Balok.....	140
<b>BAB VIII PERENCANAAN STRUKTUR PONDASI.....</b>		<b>142</b>
8.1	Daya Dukung Tiang Pancang.....	142
8.2	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1.....	142
8.2.1	Daya Dukung Tiang Pondasi Tipe 1 Berdasarkan Kekuatan Material.....	142
8.2.2	Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Tanah.....	143
8.2.3	Kebutuhan Tiang Pancang pada Pondasi Tipe 1.....	144
8.2.4	Efisiensi Kelompok Tiang Pancang Pondasi Tipe 1.....	145
8.2.5	Perencanaan Pile Cap Pondasi Tipe 1.....	147
8.2.6	Perencanaan Sloof untuk Pondasi Tipe 1.....	150
8.3	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 2.....	152
8.3.1	Daya Dukung Tiang Pondasi Tipe 2 Berdasarkan Kekuatan Material.....	153
8.3.2	Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Tanah.....	153
8.3.3	Kebutuhan Tiang Pancang pada Pondasi Tipe 2.....	154
8.3.4	Efisiensi Kelompok Tiang Pancang Pondasi Tipe 2.....	156
8.3.5	Perencanaan Pile Cap Pondasi Tipe 2.....	158
8.3.6	Perencanaan Sloof untuk Pondasi Tipe 2.....	161
8.4	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 3.....	163
8.4.1	Daya Dukung Tiang Pondasi Tipe 3 Berdasarkan Kekuatan Material.....	163
8.4.2	Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Kekuatan Tanah.....	164
8.4.3	Kebutuhan Tiang Pancang pada Pondasi Tipe 3.....	165
8.4.4	Efisiensi Kelompok Tiang Pancang Pondasi Tipe 3.....	166
8.4.5	Perencanaan Pile Cap Pondasi Tipe 3.....	168
8.4.6	Perencanaan Sloof untuk Pondasi Tipe 3.....	171
<b>BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>174</b>
9.1	Kesimpulan.....	174
9.2	Saran.....	174

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>175</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>177</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi geologi kawasan Cekungan Bandung.....	2
Gambar 1.2 Peta Penyebaran Gempa Bumi Indonesia.....	2
Gambar 1.3 Lokasi Perencanaan Gedung Apartemen Pancer Astama.....	3
Gambar 2.1 Bentuk Gedung Pancer Astama menggunakan SRPMK.....	9
Gambar 2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	9
Gambar 2.3 Mekanisme Leleh Pada Gedung Akibat Beban Gempa.....	14
Gambar 2.4 Parameter Gerak Tanah $S_s$ , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko- tertarget ( $MCE_R$ ) Wilayah Indonesia untuk Spektrum Respons 0,2 Detik (Redaman Kritis 5%).....	15
Gambar 2.5 Spektrum Respons Desain .....	24
Gambar 2.6 Lebar Efektif Maksimum Balok Lebat ( <i>Wide Beam</i> ) dan Persyaratan Tulangan Transversal.....	33
Gambar 2.7 Contoh Sengkang Tertutup (Hoop) yang Dipasang Bertumpuk dan Ilustrasi Batasan Maksimum Spasi Horizontal Penumpu Batang Longitudinal.....	35
Gambar 2.8 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom.....	38
Gambar 2.9 Contoh Penulangan Transversal pada Kolom dengan $P_u > 0,3A_gf_c'$ atau $f_c' >$ 70 Mpa.....	38
Gambar 2.7 Luas <i>Joint</i> Efektif.....	43
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	49
Gambar 4.1 Penampang Balok Induk Plat Atap.....	55
Gambar 4.2 Penampang Balok Anak Plat Atap.....	56
Gambar 4.3 Perhitungan Pembebanan Pada Kolom.....	58
Gambar 5.1 Tipe Plat Atap.....	63
Gambar 5.2 Tipe Plat Lantai.....	67
Gambar 5.3 Pembebanan Segitiga Pada Balok Anak Atap.....	74
Gambar 5.4 Diagram Geser.....	78

Gambar 5.5 Pembebanan Segitiga Pada Balok Anak Lantai.....	81
Gambar 5.6 Diagram Geser.....	85
Gambar 5.7 Perencanaan Tangga.....	87
Gambar 5.8 Analisa Statika Tangga.....	88
Gambar 5.9 Gaya Momen Pada Tangga.....	89
Gambar 5.10 Gaya geser Momen Pada Tangga.....	89
Gambar 5.11 Diagram Geser.....	98
Gambar 6.1 Respons Spektrum Kota Bandung.....	104
Gambar 6.2 Gaya Gempa Tiap Lantai Arah X dan Y.....	107
Gambar 6.3 Output Simpangan Struktur Gedung Arah X dan Arah Y.....	109
Gambar 7.1 Gaya Geser Gravitasi dan Geser Gempa Balok Induk.....	119
Gambar 7.2 Pemasangan Sengkang Balok Induk (B1).....	123
Gambar 7.3 Detail Penulangan Balok Induk.....	125
Gambar 7.4 Pemutusan Tulangan Balok Induk (B1).....	126
Gambar 7.5 Nomogram Kolom Non Sway.....	127
Gambar 7.6 Diagram Interaksi Gaya Aksial dan Momen Kolom.....	128
Gambar 7.7 Tulangan Atas Balok Menyatu Dengan Plat.....	129
Gambar 7.8 Diagram Interaksi Gaya Aksial dan Momen.....	131
Gambar 7.9 Penulangan Kolom.....	136
Gambar 7.10 Sambungan Lewatan pada Kolom.....	137
Gambar 7.11 Tulangan Kolom pada Lantai 1.....	138
Gambar 7.12 HBK terkekang 4 Balok.....	140
Gambar 7.13 HBK terkekang 3 atau 2 Balok.....	141
Gambar 8.1 Perencanaan Pondasi Tipe 1.....	145
Gambar 8.2 Diagram Interaksi Penulangan Sloof.....	151
Gambar 8.3 Penulangan Sloof.....	152
Gambar 8.4 Perencanaan Pondasi Tipe 2.....	156
Gambar 8.5 Diagram Interaksi Penulangan Sloof.....	162

Gambar 8.6 Penulangan Sloof.....	162
Gambar 8.7 Perencanaan Pondasi Tipe 3.....	166
Gambar 8.18 Diagram Interaksi Penulangan Sloof.....	172
Gambar 8.6 Penulangan Sloof.....	173

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perencanaan Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	16
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa.....	19
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs.....	20
Tabel 2.5 Koefisien Situs $F_a$ .....	22
Tabel 2.6 Koefisien Situs $F_v$ .....	22
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	25
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik.....	25
Tabel 2.9 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	26
Tabel 2.10 Simpangan izin Antar Tingkat .....	27
Tabel 2.11 Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	28
Tabel 2.12 Kasus Dimana $A_{v,min}$ tidak diperlukan jika $0,5 \phi V_c > V_c > \phi V_c$ .....	29
Tabel 2.13 Spasi Maksimum Tulangan Geser.....	30
Tabel 2.14 Persyaratan Maksimum Tulangan Geser.....	32
Tabel 2.15 Tulangan Transversal untuk Kolom – Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	39
Tabel 2.16 Kekuatan Geser Nominal <i>Joint</i> $V_n$ .....	41
Tabel 5.1 Perhitungan Momen Plat Atap.....	64
Tabel 5.2 Perhitungan Momen Plat Lantai.....	68
Tabel 6.1 Berat Struktur Tiap Lantai.....	102
Tabel 6.2 Klasifikasi Situs Kota Bandung.....	103
Tabel 6.3 Distribusi Beban Gempa Statik Ekuivalen ( $F_i$ ).....	106
Tabel 6.4 Kombinasi Pembebanan.....	107
Tabel 6.5 Simpangan Antar Lantai Akibat Gempa Arah X dan Y.....	108
Tabel 6.6 Perhitungan T-Rayleigh pada sumbu X.....	110
Tabel 6.7 Perhitungan T-Rayleigh pada sumbu Y.....	110
Tabel 7.1 Momen Terbesar pada Balok Induk.....	113