

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5
LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**ANDIKA EKA PUTRA
NIM : D 100 130 179**

kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5 LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 15 Maret 2019

oleh :

ANDIKA EKA PUTRA
NIM : D100 130 179

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing,



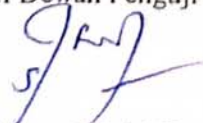
Ir. Ali Asroni, M.T.
NIK : 484

Anggota I Dewan Penguji



Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIK : 610

Anggota II Dewan Penguji



Budi Setiawan, S.T., M.T.
NIK : 785

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 15 Maret 2019

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sulandari, M.T., Ph.D.
Surakarta

Ketua Prodi Teknik Sipil


Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andika Eka Putra
NIM : D 100 130 179
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 5 Lantai
Di Boyolali Dengan Sistem Rangka Pemikul
Momen Menengah (SRPMM)

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 23 Maret 2019

Yang menyatakan,



(Andika Eka Putra)

MOTTO

Katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?"

(Q.S. Az-Zumar:9)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Q.S. Al-Mujadilah: 11)

Jagalah Allah, niscaya Dia akan menjagamu. Jagalah Allah, niscaya kau dapati Dia di hadapanmu. Jika engkau hendak meminta, mintalah kepada Allah, dan jika engkau hendak memohon pertolongan, mohonlah kepada Allah.

(Al-Hadits)

Di antara tanda keberhasilan diakhir adalah kembali kepada Allah di awal

(Ibnu Atha'illah al-Iskandari)

Kita menuntut ilmu untuk menjadi orang baik, bukan orang yang bisa menjawab pertanyaan ujian.

Ujian untuk belajar, bukan belajar untuk ujian.

(K.H. Hasan Abdullah Sahal)

PERSEMBAHAN

- *Untuk orang tuaku, Ibu Jinarti dan Bapak Mi'at yang senantiasa mendo'akan, memberikan semangat dan mencurahkan kasih sayangnya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini dan sampai kapanpun. Semoga kami dijadikan anak yang selalu berbakti di dunia dan akhirat. Aamiin.*
- *Adikku Sheila Nur Andini semoga kamu lebih baik dari masmu saat menyusun skripsi nanti dan selalu menjadi anak yang berbakti pada orang tua. Aamiin*
- *Keluarga besar Sanamat Ngatini, yang selalu mendukung dan mendoakan saya dalam hal apapun, serta selalu mengingatkan untuk menjadi anak yang baik dan sholeh. Semoga kita selalu dalam lindungan dan rahmat-Nya. Aamiin*
- *Terimakasih Novita Dewi Suhimtyas yang selalu memotivasi dan memberikan semangat untuk segera dan cepat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini*
- *Teman-teman Di Desa yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terimakasih selalu membuat setiap beban saya ringan dengan candaan dan kekeluargaan kalian.*
- *Pak yai Aropat dan teman teman keluarga Singoprono Futsal yang selalu membuat saya sehat saat dalam lapangan maupun luar lapangan dengan clometannya hehehe. Semoga silaturahmi tetap dan selalu terjalin.*
- *Teknik Sipil UMS Angkatan 2013, yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Semoga silaturahmi tetap terjalin dan sukses selalu.*

Jazakumullahu Khoiron katsiro. Semoga ilmu yang kami pelajari menjadi berkah dan bermanfaat bagi agama dan bangsa. Aamiin.

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaykum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu wataa'ala* yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5 LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir. Ali Asroni, M.T., selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Ir. Abdul Rochman, M.T. dan Budi Setiawan, S.T., M.T., selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 6). Bapak, ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik material maupun spiritual.
- 7). Teman – teman teknik sipil angkatan 2013 seperjuangan.

- 8). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah *Subhanahu wataa'ala. Aamiin.*

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca. *Wassalamu 'alaykum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Surakarta, 15 Maret 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR NOTASI	xxii
ABSTRAK	xxviii
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	1
C. Tujuan dan Manfaat Perencanaan	2
1. Tujuan perencanaan	2
2. Manfaat perencanaan	2
D. Batasan Masalah	2
E. Keaslian Tugas Akhir	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Konsep Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	6
1. Daktilitas	6
2. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	6
3. Konsep Kolom Kuat Balok Lemah.....	7
4. Pemasangan sendi plastis.....	7
B. Pembebanan Struktur.....	8
1. Definisi berbagai jenis beban.....	8

2. Kekuatan komponen struktur	9
3. Faktor beban	10
C. Beban Gempa Dengan Analilis Statis.....	11
1. Koefisien beban gempa.....	11
2. Faktor keutamaan gedung.....	12
3. Koefisien modifikasi respons	12
4. Berat total seismic efektif struktur.....	12
D. Beban Gempa Dengan Analisis Dinamis	13

BAB III. LANDASAN TEORI

A. Perencanaan Plat dan Tangga	16
1. Perencanaan plat beton bertulang	16
2. Perencanaan tangga beton bertulang.....	16
B. Perencanaan Balok	18
1. Perhitungan tulangan longitudinal balok	18
2. Perhitungan tulangan geser balok.....	19
3. Perhitungan tulangan torsi	19
C. Perencanaan Kolom	24
1. Perhitungan tulangan longitudinal kolom.....	24
1a). Penentuan P_u dan M_u	24
1b). Pembuatan diagram desain kolom	24
1c). Proses hitungan tulangan.....	25
2. Perhitungan tulangan geser kolom.....	26
D. Perencanaan Fondasi	27
1. Perencanaan fondasi tiang pancang	27
1a). Perhitungan daya dukung izin tiang pancang.....	27
1b). Jumlah tiang yang diperlukan.....	29
2. Perhitungan tulangan tiang pancang.....	29
2a). Analilis gaya dalam tiang pancang.....	29
2b). Penulangan tiang pancang	31

BAB IV. METODE PERENCANAAN

A. Data Perencanaan	33
---------------------------	----

B. Alat Bantu Perencanaan	33
C. Pedoman yang digunakan	34
D. Tahap Perencanaan	34

BAB V. PERENCANAAN KONSTRUKSI PLAT DAN TANGGA

A. Perencanaan plat	37
1. Perencanaan plat atap	37
<i>1a). Denah plat atap</i>	<i>37</i>
<i>1b). Data-data perencanaan.....</i>	<i>37</i>
<i>1c). Analisis pembebanan plat atap.....</i>	<i>38</i>
<i>1d). Perhitungan momen plat atap</i>	<i>38</i>
<i>1e). Penulangan plat atap.....</i>	<i>39</i>
2. Perencanaan plat lantai	49
2a). Denah plat lantai.....	49
2b). Data-data perencanaan.....	50
2c). Analisis pembebanan plat lantai	50
2d). Perhitungan momen plat lantai.....	50
2e). Penulangan plat lantai	52
B. Perencanaan Tangga	61
1. Perhitungan anak tangga.....	61
2. Data-data perencanaan.....	62
3. Analisis pembebanan plat tangga	63
4. Analisis mekanika.....	63
5. Perhitungan tulangan tangga.....	64
1). Perhitungan tulangan badan tangga.....	64
2). Perhitungan tulangan bordes tangga.....	72

BAB VI. PENENTUAN DIMENSI PORTAL

A. Data Perencanaan	77
1. Dimensi komponen struktur	77
2. Data material.....	77
3. Pembebanan	78
4. Bebean gempa.....	78

B.	Analisis Beban Mati	78
1.	Menetapkan material	79
2.	Menetapkan penampang komponen struktur	80
3.	Perhitungan beban mati tambahan pada struktur	84
C.	Analisis Beban Hidup	85
D.	Analisis Beban Gempa.....	85
1.	Data-data perencanaan beban gempa.....	86
2.	Faktor eksentrisitas gedung	86
2a).	<i>Pusat kekakuan bangunan</i>	87
2b).	<i>Pusat massa bangunan</i>	89
2c).	<i>Kontrol momen puntir</i>	92
3.	Perhitungan balok lift	93
3a).	<i>Perhitungan balok pengatrol dan perletakan mesin..</i>	95
3b).	<i>Pembebanan pada balok</i>	96
4.	Data-data perencanaan beban gempa static equivalen.....	97
4a).	<i>Berat total bangunan</i>	97
4b).	<i>Perhitungan beban</i>	101
5.	Analisis beban gempa dinamis <i>response spectrum</i>	102
5a).	<i>Input respons spektrum gempa rencana</i>	104
5b).	<i>Definisi tipe analisis response spectrume</i>	106
5c).	<i>Kontrol beban gempa statis</i>	112
E.	Torsi Balok	180
F.	Kontrol Kecukupan Dimesi Portal.....	180
1.	Kecukupan dimesi balok.....	180
1a).	<i>Kontrol terhadap tulangan momen lentur</i>	180
1b).	<i>Kontrol terhadap torsi</i>	185
1c).	<i>Penetapan dimensi balok</i>	186
2.	Kecukupan dimensi kolom	186
2a).	<i>Pembuatan diagram perancangan kolom</i>	186
2b).	<i>Kontrol dimensi</i>	191
2c).	<i>Penetapan dimesnsi kolom</i>	192

BAB VII. PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA DENGAN PRINSIP SRPMM

A. Perencanaan Struktur Balok	193
1. Tulangan longitudinal balok	193
<i>1a). Momen lentur balok.....</i>	193
<i>1b). Perhitungan tulangan longitudinal balok</i>	194
<i>1c). Kontrol momen desain balok</i>	197
<i>1d). Pemutusan tulangan</i>	200
2. Tulangan geser balok	215
<i>2a). Tulangan geser balok ujung kiri</i>	216
<i>2b). Tulangan geser balok luar sendi plastis.....</i>	218
<i>2c). Tulangan geser balok ujung kanan</i>	219
3. Tulangan torsi balok	219
B. Perencanaan Struktur Kolom.....	230
1. Tulangan longitudinal kolom.....	230
2. Tulangan geser kolom.....	231

BAB VIII. PERENCANAAN SLOOF DAN FONDASI

A. Perencanaan Sloof.....	238
1. Tulangan longitudinal sloof.....	238
2. Tulangan geser sloof	245
<i>2a). Tulangan geser sloof ujung kiri.....</i>	248
<i>2b). Tulangan geser sloof bagian tengah</i>	250
<i>2c). Tulangan geser sloof ujung kanan.....</i>	251
B. Perencanaan Fondasi Tiang Pancang	252
1. Daya dukung izin tiang pancang.....	252
<i>1a). Daya dukung izin tekan tiang pancang</i>	252
<i>1b). Daya dukung izin tarik tiang pancang</i>	255
2. Jumlah tiang yang diperlukan.....	257
3. Efisiensi kelompok tiang	257
4. Beban maksimum setiap tiang pada kelompok tiang	259
5. Analisa gaya dalam tiang pancang	259

5a). Metode pengangkatan satu titik	259
5b). Metode pengangkatan dua titik	262
6. Penulangan tiang pancang	264
6a). Tulangan longitudinal tiang pancang	264
6b). Tulangan geser tiang pancang	266
C. Perencanaan <i>Poer</i>	267
1. Tinjauan tegangan geser 1 arah	267
2. Tinjauan tegangan geser 2 arah	268
3. Penulangan <i>poer</i>	270
3a). Perhitungan panjang penyaluran tegangan (l_d)	272
BAB IX. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	273
B. Saran	274
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I.1. Denah Gedung (tampak atas).....	4
Gambar I.2. Bentuk portal gedung.....	4
Gambar II.1. Sendi plastis pada balok	7
Gambar II.2. Sendi plastis pada kolom	8
Gambar II.3. Peta desain spectra daerah Boyolali (puskim).....	13
Gambar II.4. Contoh grafik respon spectra (puskim)	14
Gambar II.5. Input data puskim ke <i>microsoft excel</i> (puskim).....	15
Gambar III.1. Ukuran anak tangga.....	17
Gambar III.2. Skema perhitungan penulangan plat (Asroni, 2016).....	17
Gambar III.3. Skema perhitungan tulangan longitudinal balok dari portal SRPMM (Asroni, 2015)	20
Gambar III.4. Skema perhitungan tulangan geser (begel) balok dari portal SRPMM (Asroni,2015).....	21
Gambar III.5. Diagram desain kolom tanpa satuan.....	25
Gambar III.6. Skema hitungan begel kolom dari portal SRPMM (Asroni, 2015)	28
Gambar III.7. Gaya dalam pada pengangkatan satu titik	29
Gambar III.8. Gaya dalam pada pengangkatan dua titik.....	30
Gambar III.9. Skema perhitungan tulangan tiang pancang.....	32
Gambar IV.1. Skema perencanaan struktur	36
Gambar V.1. Denah plat atap	37
Gambar V.2. Penulangan plat atap tipe A.....	48
Gambar V.3. Denah plat lantai 2 sampai 5	51
Gambar V.4. Penulangan plat lantai tipe A.....	60
Gambar V.5. Denah konstruksi tangga	62
Gambar V.6. Sistem perletakan pada struktur tangga bawah	64
Gambar V.7. Penulangan plat tangga.....	74
Gambar VI.1. Denah portal pada program <i>SAP 2000</i>	76

Gambar VI.2. Portal 3D pada program <i>SAP 2000</i>	77
Gambar VI.3. Input pembebanan beban mati (<i>Dead Load</i>)	78
Gambar VI.4. Spesifikasi material beton pada program <i>SAP 2000</i>	79
Gambar VI.5. Kotak dialog <i>Rectangular Section</i> (balok utama)	80
Gambar VI.6. Kotak dialog <i>Reinforcement Data</i> (balok utama)	81
Gambar VI.7. Kotak dialog <i>Rectangular Section</i> (kolom)	82
Gambar VI.8. Kotak dialog <i>Reinforcement Data</i> (kolom)	82
Gambar VI.9. Input data penampang pelat	83
Gambar VI.10. Pusat massa lantai 2, 3, 4, dan 5	89
Gambar VI.11. Pusat massa lantai ruang mesin	90
Gambar VI.12. Pusat massa lantai atap	91
Gambar VI.13. Denah dan Potongan <i>Lift</i>	94
Gambar VI.14. Denah balok pengatrol mesin <i>lift</i>	95
Gambar VI.15. Denah balok perletakkan mesin <i>lift</i>	95
Gambar VI.16. Pembebanan pada balok pengatrol mesin <i>lift</i>	96
Gambar VI.17. Pembebanan pada balok perletakkan mesin <i>lift</i> depan	97
Gambar VI.18. Pembebanan pada balok perletakan Mesin <i>lift</i> belakang	97
Gambar VI.19. <i>Define Mass Source</i> pada sap 2000 v.15	103
Gambar VI.20. <i>Output spectrum</i> gempa kota Boyolali	104
Gambar VI.21. Membuat data <i>respons spectrum</i> pada sap 2000 v.15	105
Gambar VI.22. Input data <i>respons spectrum</i>	105
Gambar VI.23. Hasil keluaran input data <i>resposn spectrum</i>	106
Gambar VI.24. Input <i>load cases</i> (pembebanan) sap 2000 v.15	107
Gambar VI.25. <i>Load cases</i> arah gempa X <i>respons spectrum</i>	107
Gambar VI.26. <i>Load cases</i> arah gempa Y <i>respons spectrum</i>	108
Gambar VI.27. Menampilkan <i>output</i> gempa statik	109
Gambar VI.28. Hasil <i>output Base reaction</i>	109
Gambar VI.29. <i>Load cases</i> arah gempa Y baru	111
Gambar VI.30. Hasil <i>output</i> gempa statik ke-2	111
Gambar VI.31. Hasil <i>output</i> beban mati dan beban hidup total sap 2000 v.15	112

Gambar VI.32. Diagram interaksi kolom untuk perencanaan tulangan dengan $f_c' = 25 \text{ MPa}$, $f_y = 390 \text{ MPa}$.	190
Gambar VI.33. Tulangan longitudinal pada kolom K2-22	192
Gambar VII.1. Tulangan longitudinal balok BM-7	197
Gambar VII.2. Selimut momen balok BM-7	201
Gambar VII.3. Gaya geser pada Balok BM-7	216
Gambar VII.4. Tulangan longitudinal balok BM-7	220
Gambar VII.5. Gambar tulangan longitudinal kolom K2-22	231
Gambar VII.6. Pemasangan tulangan geser kolom K2-22	235
Gambar VIII.1. <i>Sloof</i> pada Portal As-G	238
Gambar VIII.2. Tulangan longitudinal <i>sloof</i> SL-16	244
Gambar VIII.3. Gaya geser pada <i>Sloof</i> SL-16	248
Gambar VIII.4. Penempatan tiang pancang untuk kolom K1-2	258
Gambar VIII.5. Gaya dalam pada pengangkatan satu titik	259
Gambar VIII.6. SFD dan BMD pengangkatan satu titik	262
Gambar VIII.7. Gaya dalam pada pengangkatan dua titik	262
Gambar VIII.8. SFD dan BMD pengangkatan dua titik	264
Gambar VIII.9. Penulangan tiang pancang	267
Gambar VIII.10. Tegangan geser 1 arah	267
Gambar VIII.11. Tegangan geser 2 arah	268

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel V.1. Momen plat atap.....	39
Tabel V.2. Tulangan dan momen desain plat atap	48
Tabel V.3. Momen plat lantai	51
Tabel V.4. Tulangan dan momen desain plat lantai.....	61
Tabel V.5. Momen pada konstruksi tangga	64
Tabel V.6. Tulangan dan momen desain konstruksi tangga	75
Tabel VI.1. Beban hidup rumah sakit SNI-1727-3013	85
Tabel VI.2. Pusat massa lantai 2, 3, 4,dan 5	90
Tabel VI.3. Pusat massa lantai ruang mesin	91
Tabel VI.4. Pusat massa lantai atap	92
Tabel VI.5. Spesifikasi Lift Produksi Hyundai Elevator Co. Ltd.	93
Tabel VI.6. Gaya geser dasar bangunan akibat gempa	102
Tabel VI.7. Hasil hitungan momen lentur balok. Portal As 1	114
Tabel VI.8. Hasil hitungan momen lentur balok. Portal As 3	117
Tabel VI.9. Hasil hitungan momen lentur balok. Portal As 4.....	121
Tabel VI.10. Hasil hitungan momen lentur balok. Portal As A.....	124
Tabel VI.11. Hasil hitungan momen lentur balok. Portal As C	126
Tabel VI.12. Hasil hitungan momen lentur balok. Portal As G.....	127
Tabel VI.13. Hasil hitungan kombinasi gaya geser balok Portal As 1	130
Tabel VI.14. Hasil hitungan kombinasi gaya geser balok Portal As 3	133
Tabel VI.15. Hasil hitungan kombinasi gaya geser balok Portal As 4.....	137
Tabel VI.16. Hasil hitungan kombinasi gaya geser balok Portal As A.....	141
Tabel VI.17. Hasil hitungan kombinasi gaya geser balok Portal As C.....	142
Tabel VI.18. Hasil hitungan kombinasi gaya geser balok Portal As G.....	144
Tabel VI.19. Hasil hitungan kombinasi momen lentur kolom Portal As A.....	147
Tabel VI.20. Hasil hitungan kombinasi momen lentur kolom Portal As C	148

Tabel VI.21. Tabel VI.20. Hasil hitungan kombinasi momen lentur kolom Portal As G.....	150
Tabel VI.22. Hasil hitungan kombinasi gaya geser kolom Portal As A (luar sendi Plastis).....	153
Tabel VI.23. Hasil hitungan kombinasi gaya geser kolom Portal As C (luar sendi Plastis).....	155
Tabel VI.24. Hasil hitungan kombinasi gaya geser kolom Portal As G (luar sendi Plastis).....	157
Tabel VI.25. Hasil hitungan kombinasi gaya geser kolom Portal As A (daerah sendi Plastis)	160
Tabel VI.26. Hasil hitungan kombinasi gaya geser kolom Portal As C (daerah sendi Plastis)	161
Tabel VI.27. Hasil hitungan kombinasi gaya geser kolom Portal As G (daerah sendi Plastis)	163
Tabel VI.28. Hasil hitungan kombinasi gaya aksial kolom Portal As A (luar sendi Plastis).....	166
Tabel VI.29. Hasil hitungan kombinasi gaya aksial kolom Portal As C (luar sendi Plastis).....	168
Tabel VI.30. Hasil hitungan kombinasi gaya aksial kolom Portal As G (luar sendi Plastis).....	170
Tabel VI.31. Hasil hitungan kombinasi gaya aksial kolom Portal As A (daerah sendi Plastis)	173
Tabel VI.32. Hasil hitungan kombinasi gaya aksial kolom Portal As C (daerah sendi Plastis)	174
Tabel VI.33. Hasil hitungan kombinasi gaya aksial kolom Portal As G (daerah sendi Plastis)	176
Tabel VI.34. Hasil hitungan torsi balok arah x	181
Tabel VI.35. Hasil hitungan torsi balok arah y	183
Tabel VI.36. Tabel hasil hitungan Q dan R untuk diagram kuat desain kolom	190
Tabel VII.1. Kombinasi momen lentur balok BM-7 portal As G.....	193

Tabel VII.2. Momen lentur yang dipakai pada balok BM-7	193
Tabel VII.3. Hasil hitungan tulangan longitudinal balok Portal As 1	201
Tabel VII.4. Hasil hitungan tulangan longitudinal balok Portal As 3	204
Tabel VII.5. Hasil hitungan tulangan longitudinal balok Portal As 4	207
Tabel VII.6. Hasil hitungan tulangan longitudinal balok Portal As A	211
Tabel VII.7. Hasil hitungan tulangan longitudinal balok Portal As C	212
Tabel VII.8. Hasil hitungan tulangan longitudinal balok Portal As G.....	213
Tabel VII.9. Kombinasi beban geser balok BM-7.....	216
Tabel VII.10. Hasil hitungan tulangan geser balok Portal As 1	221
Tabel VII.11. Hasil hitungan tulangan geser balok Portal As 3	223
Tabel VII.12. Hasil hitungan tulangan geser balok Portal As 4	225
Tabel VII.13. Hasil hitungan tulangan geser balok Portal As A	227
Tabel VII.14. Hasil hitungan tulangan geser balok Portal As C	228
Tabel VII.15. Hasil hitungan tulangan geser balok Portal As G	229
Tabel VII.16. Hasil hitungan tulangan longitudinal kolom	232
Tabel VII.17. Kombinasi gaya geser kolom daerah sendi plastis....	233
Tabel VII.18. Kombinasi gaya geser kolom daerah luar sendi plastis.....	233
Tabel VII.15. Hasil hitungan tulangan geser kolom	236
Tabel VIII.1. Hasil hitungan kombinasi momen lentur <i>sloof</i> Portal As A	240
Tabel VIII.2. Hasil hitungan kombinasi momen lentur <i>sloof</i> Portal As C	240
Tabel VIII.3. Hasil hitungan kombinasi momen lentur <i>sloof</i> Portal As G	241
Tabel VII.4. Hasil hitungan tulangan longitudinal <i>sloof</i> Portal As A	244
Tabel VII.5. Hasil hitungan tulangan longitudinal <i>sloof</i> Portal As C	245
Tabel VII.6. Hasil hitungan tulangan longitudinal <i>sloof</i> Portal As G	245
Tabel VIII.7. Hasil hitungan kombinasi gaya geser <i>sloof</i> Portal As A	246
Tabel VIII.8. Hasil hitungan kombinasi gaya geser <i>sloof</i> Portal As C	246

Tabel VIII.9. Hasil hitungan kombinasi gaya geser <i>sloof</i>	
Portal As G	247
Tabel VII.10. Hasil hitungan tulangan geser <i>sloof</i> Portal As A	251
Tabel VII.11. Hasil hitungan tulangan geser <i>sloof</i> Portal As C	252
Tabel VII.12. Hasil hitungan tulangan geser <i>sloof</i> Portal As G	252
Tabel VII.14. Daya dukung tekan tiang berdasarkan data sondir	253
Tabel VII.15. Daya dukung tarik tiang berdasarkan data sondir	255

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L-1. Faktor keutamaan gedung.....	
Lampiran L-2. Lampiran II.1 (lanjutan).....	
Lampiran L-3. Koefisien situs, F_a dan F_v	
Lampiran L-4. Momen didalam plat persegi.....	
Lampiran L-5. Denah dan ptotongan <i>Lift</i> Produksi Hyundai Elevator Co. Ltd.....	
Lampiran L-6. Validasi perhitungan beban	
Lampiran L-7. Lampiran VI.2 (lanjutan)	
Lampiran L-8. Gambar detail.....	

DAFTAR NOTASI

A_{cp}	= luasan yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm^2 .
A_0	= luasan yang dibatasi oleh garis pusat (<i>centerline</i>) dinding pipa, mm^2 .
A_{0h}	= luasan yang dibatasi garis begel terluar, mm^2 .
A_s	= luas tulangan tarik pada struktur, mm^2 .
A'_s	= luas tulangan tekan, mm^2 .
A_{sb}	= luas tulangan bagi (pada pelat), mm^2 .
A_{st}	= $A_s + A'_s$ = luas total tulangan longitudinal (pada balok), mm^2 .
$A_{s,b}$	= luas tulangan tarik pada kondisi seimbang (<i>balance</i>), mm^2 .
$A_{s,maks}$	= batas maksimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm^2 .
$A_{s,min}$	= batas minimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm^2 .
$A_{s,u}$	= luas tulangan yang diperlukan, mm^2 .
$A_{v,u}$	= luas tulangan geser/begel yang diperlukan, mm^2 .
a	= tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen, mm.
a_b	= tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen kondisi <i>balance</i> , mm.
b	= ukuran lebar penampang struktur, mm.
C	= koefisien bebab gempa, bergantung pada situs tanah tempat struktur dibangun dan perioda fundamental struktur.
C_d	= faktor amplifikasi defleksi
C_u	= koefisien batas atas untuk perioda yang dihitung bergantung pada S_{D1}
C_c	= gaya tekan beton, kN.
C_i	= koefisien momen pelat pada arah sumbu-i.
C_{lx}	= koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
C_{ly}	= koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
C_{tx}	= koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
C_{ty}	= koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
C_s	= koefisien respon seismik.
D	= beban mati (<i>dead load</i>), N, N/mm, atau Nmm. = lambang batang tulangan <i>deform</i> (tulangan ulir).
d	= jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tekan, mm.

d_b	= diameter batang tulangan, mm.
d_d	= jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
d'_d	= jarak antara pusat berat tulangan tekan pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
d_s	= jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tarik, mm.
d_{s1}	= jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan tepi serat beton tarik, mm.
d_{s2}	= jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan baris kedua, mm.
d'_s	= jarak antara pusat berat tulangan tekan dan tepi serat beton tekan, mm.
E	= beban yang diakibatkan oleh gempa (<i>earthquake load</i>), N atau Nmm.
E_c	= modulus elastisitas beton, MPa.
E_s	= modulus elastisitas baja tulangan, MPa.
f_{ct}	= kuat tarik beton, MPa.
f'_c	= kuat tekan beton dan mutu beton yang disyaratkan pada beton umur 28 hari, MPa.
F_a	= koefisien situs untuk parameter respon spektral S_s .
F_i	= beban gempa nominal statik ekuivalen pada lantai ke-i, kN.
f_i	= gaya geser pada selimut segmen tiang (untuk pasir = $N/5$, lempung $f_i=N$)
F_v	= koefisien situs untuk parameter respon spektral S_1 .
f_r	= faktor reduksi beban hidup.
f_s	= tegangan tarik baja tulangan, Mpa.
F'_s	= tegangan tekan baja tulangan, Mpa.
f_y	= kuat leleh baja tulangan longitudinal, MPa.
f_{yt}	= kuat leleh baja tulangan transversal, MPa.
H	= tinggi total gedung diukur dari penjepitan lateral, m.
h	= ukuran tinggi penampang struktur, mm.
h_i	= ketinggian lantai ke-i dari taraf penjepitan lateral, m.
I	= momen inersia, mm^4 .
I_e	= faktor keutamaan bangunan yang bergantung pada fungsi bangunan dan kategori resiko akibat kejadian gempa.

K	= faktor momen pikul, MPa.
K_{maks}	= faktor momen pikul maksimal, MPa.
K_r	= kategori resiko bangunan.
L	= beban hidup (<i>life load</i>), N, N/mm, atau Nmm.
l_d	= panjang penyaluran tegangan tulangan tarik atau tekan, mm.
l_{db}	= panjang penyaluran tegangan dasar, mm.
l_{dh}	= panjang penyaluran tulangan kait, mm.
l_{hb}	= panjang penyaluran kait dasar, mm.
l_i	= panjang segmen tiang yang ditinjau, m.
l_n	= bentang bersih kolom atau balok, mm.
l_o	= jarak sendi plastis pada ujung bawah kaki kolom atau kaki dinding, mm.
m	= jumlah tulangan maksimal per baris selebar balok.
M_d	= momen desain struktur, kNm.
M_D	= momen lentur diakibatkan oleh beban mati, kNm.
M_E	= momen lentur diakibatkan oleh beban gempa, kNm.
M_i	= momen pelat pada arah sumbu-I, Nmm.
M_L	= momen lentur diakibatkan oleh beban hidup, kNm.
M_{lx}	= momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), kNm.
M_{ly}	= momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), kNm.
M_n	= momen nominal <i>aktual</i> struktur, kNm.
$M_{n,maks}$	= momen nominal <i>aktual</i> maksimal struktur, kNm
M_{tx}	= momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), kNm.
M_{ty}	= momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), kNm.
M_u	= momen perlu atau momen terfaktor, kNm.
$M_{u,x}$	= momen terfaktor yang bekerja searah sumbu X, kNm.
$M_{u,y}$	= momen terfaktor yang bekerja searah sumbu Y, kNm.
N	= nilai <i>standard penetration test</i>
n	= jumlah total batang tulangan pada hitungan balok. = jumlah kaki begel pada hitungan begel.
P	= beban aksial kolom.
P_a	= daya dukung izin tiang, ton.

- P_{cp} = keliling yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
 P_D = beban aksial yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
 P_E = beban aksial yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
 P_h = keliling yang dibatasi garis begel terluar, mm.
 P_L = beban aksial yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.
 P_n = beban aksial nominal kolom, kN.
 P_{nb} = beban aksial nominal kolom pada kondisi *balance*, kN.
 P_u = beban aksial perlu atau aksial terfaktor, kN.
 $P_{u,x}$ = beban aksial perlu yang bekerja searah sumbu X, kN.
 $P_{u,y}$ = beban aksial perlu yang bekerja searah sumbu Y, kN.
 $P_{u\phi}$ = beban aksial perlu minimum pada batas nilai ϕ yang mengikat dari 0,65 untuk kolom bersengkang atau 0,70 untuk kolom dengan tulangan spiral sampai 0,90, kN.
 P_o = beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.
 Q = sumbu vertikal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $Q = \phi \cdot P_n / (f'_c \cdot b \cdot h)$ atau $Q = P_u / (f'_c \cdot b \cdot h)$.
 Q_b = $\phi \cdot P_n / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada kondisi regangan penampang *balance*.
 Q_o = $\phi \cdot P_o / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban sentris.
 Q_ϕ = $P_{u\phi} / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban P_ϕ .
 q_c = tahanan ujung konus.
 q_D = beban mati terbagi rata, kN/m.
 q_L = beban hidup terbagi rata, kN/m.
 q_u = beban terfaktor terbagi rata, kN/m.
 R = faktor reduksi gempa
= sumbu horisontal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $R = \phi \cdot M_n / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$ atau $R = M_u / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$.
 S = jarak 1 meter atau 1000 mm.
 S_{DS} = parameter desain percepatan respons spektral pada periode pendek (0,2 detik).
 S_{DSu} = parameter desain percepatan respons spektral pada batas atas (ultimit).
 S_{D1} = parameter desain percepatan respons spektral pada periode panjang

(1,0 detik).

- SF = faktor aman pondasi.
- S_{MS} = modifikasi percepatan respons spektral S_S yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_{M1} = modifikasi percepatan respons spektral S_1 yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_S = parameter kecepatan respons spektral pada perioda pendek (0,2 detik).
- S_1 = parameter kecepatan respons spektral pada perioda panjang (1,0 detik).
- s = spasi begel balok atau spasi tulangan pelat, mm.
- T_a = waktu getar fundamental struktur untuk rumus pendekatan, detik.
- T_c = waktu getar fundamental struktur eksak, detik.
- T_n = momen puntir (torsi) nominal, Nmm.
- T_u = momen puntir (torsi) perlu atau torsi terfaktor, Nmm.
- U = kuat perlu atau beban terfaktor, N, N/mm, atau Nmm.
- V = beban dasar nominal statik ekuivalen akibat gempa rencana, kN.
- V_c = gaya geser nominal yang dapat ditahan oleh beton, kN.
- V_D = gaya geser yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
- V_E = gaya geser yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
- V_L = gaya geser yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.
- V_n = gaya geser nominal pada struktur beton bertulang, kN.
- V_s = gaya geser yang dapat ditahan oleh tulangan sengkang/begel, kN.
- V_u = gaya geser perlu atau gaya geser terfaktor, kN.
- V_{ud} = gaya geser terfaktor pada jarak d dari muka tumpuan, kN.
- W_i = berat gedung termasuk beban hidup yang sesuai pada lantai ke-i, kN.
- W_t = berat total gedung termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
- β_1 = faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen yang nilainya bergantung mutu beton.
- γ_c = berat beton, kN/m³.
- Ω_0 = faktor kuat lebih struktur
- ϵ'_c = regangan beton (tanpa satuan).
- ϵ'_{cu} = regangan tekan beton pada batas retak.

- ε_s = regangan tarik baja tulangan.
- ε'_s = regangan tekan baja tulangan.
- ε_y = regangan tarik baja tulangan pada saat leleh.
- ϕ = faktor reduksi kekuatan, diameter tulangan polos, mm.

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5 LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

Andika Eka Putra¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl.
A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura Sukoharjo
e-mail : andikaekaputra24644469@gmail.com

Abstrak

Sebagai wilayah yang berkembang Boyolali adalah Kabupaten yang mempunyai letak yang strategis, sehingga banyak investor yang bersaing dalam bidang bisnis maupun infrastruktur untuk menunjang perkembangan wilayah tersebut. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan sebuah gedung apartemen 5 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Peraturan yang dipakai adalah peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan pemerintah, yaitu SNI 1726-2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung) dan SNI 2847-2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Gedung direncanakan di sekitar bandara Adi Soemarmo dengan klasifikasi tanah termasuk kategori SD (tanah sedang) dengan faktor modifikasi respons (R) sebesar 5, faktor keutamaan gedung I_e diambil 1,0. Mutu beton yang dipakai $f'_c = 25$ MPa, serta tulangan longitudinal $f_y = 390$ MPa dan tulangan geser (begel) $f_{yt} = 300$ MPa. Balok struktur direncanakan berdimensi 250/400 untuk lantai 1 sampai dengan lantai atap. Sedangkan untuk kolom direncanakan berdimensi 450/450 untuk lantai 1 sampai dengan lantai atap. Gedung dilengkapi dengan fasilitas penunjang berupa lift, terdapat 2 lift dengan kapasitas 1350 kg atau 20 orang. Struktur bawah direncanakan memakai pondasi tiang pancang dengan poer 1,75x1,75 dan tiang berdiameter 25 cm dengan kedalaman 11 m. Analisa mekanika struktur gedung menggunakan *software* "SAP2000" dengan pemodelan portal 3D dan untuk penggambaran detail tulangan menggunakan *software* "Autocad". Hasil dari perencanaan diperoleh tebal plat atap 100 mm dengan tulangan pokok D10-200 dan tulangan bagi D8-260. Tebal plat lantai 2 sampai lantai ruang mesin 120 mm dengan tulangan pokok D10-240 dan tulangan bagi D8-220. Tangga beton bertulang dengan tebal 120 mm dengan tulangan pokok badan tangga dan bordes D10 serta tulangan bagi D8. Balok 250/400 dengan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser Ø10, kolom diperoleh dimensi 450/450 dengan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser Ø10. Dimensi tiang pancang 250x250 mm dipancang pada kedalaman 11 m dengan tulangan memanjang D12 dan tulangan geser Ø8. Poer pondasi berukuran 1750x1750x750 mm dengan tulangan pokok D19 dan tulangan bagi D16. Dimensi *sloof* 250/400 dengan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser Ø8 untuk tumpuan, Ø6 untuk lapangan.

Kata Kunci: perencanaan, sistem rangka pemikul momen menengah, struktur gedung apartemen

Abstract

As a developing area Boyolali is a district that has a strategic location, so that many investors compete in the business sector as well as infrastructure to support the development of the region. This Final Project aims to plan a 5-story apartment building with a Medium Moment Resisting Frame System (SRPMM). The regulations used are the latest regulations (SNI) that have been issued by the government, namely SNI 1726-2012 (Procedures for Planning Earthquake Resilience for Building Structure and Non-Building) and SNI 2847-2013 (Requirements for Structural Concrete for Building Buildings). The building is planned around Adi Soemarmo airport with land classification including SD category (medium land) with modification factor response (R) of 5, building priority factor I_e taken 1.0. The concrete quality used is $f'_c = 25$ MPa, and longitudinal reinforcement $f_y = 390$ MPa and f_{yt} shear reinforcement = 300 MPa. The planned beam structure has a dimension of 250/400 for floors 1 to the roof floor. Whereas the planned column has a dimension of 450/450 for floors to roof floors. The building is equipped with supporting facilities in the form of an elevator, there are 2 lifts with a capacity of 1350 kg or 20 people. The lower structure is planned to use a pile foundation with a pole of 1.75 x 1.75 and a pole with a diameter of 25 cm with a depth of 11 m. Building structure mechanics analysis uses "SAP2000" software with 3D portal modeling and for detailed reinforcement depictions using "Autocad" software. The results of the planning obtained 100 mm roof plate thickness with D10-200 staple reinforcement and reinforcement for D8-260. The thickness of the 2nd floor plate to the engine room floor is 120 mm with the main reinforcement D10-240 and reinforcement for D8-220. Reinforced concrete ladder with 120 mm thickness with basic reinforcement of D10 stair and landing body and reinforcement for D8. Beams 250/400 with longitudinal reinforcement D22 and Ø10 shear reinforcement, columns obtained dimensions 450/450 with longitudinal reinforcement D22 and Ø10 shear reinforcement. The dimensions of the pile 250x250 mm are arranged at a depth of 11 m with longitudinal reinforcement D12 and shear reinforcement Ø8. The foundation piles are 1750x1750x750 mm with D19 main reinforcement and D16 reinforcement. Sloof 250/400 dimensions with reinforced length D22 and shear reinforcement Ø8 for support, Ø 6 for field.

Keywords: planning, intermediate moment bearer frame system, apartment building structure