

**ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL
STRUKTUR PLAT DENGAN BALOK DAN PLAT CENDAWAN
PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT
(Study Kasus Pada Gedung ATW Surakarta)**

Tugas Akhir

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



diajukan oleh :

**Lilik Junaidah
NIM : D 100 000 174
NIRM : 00.6.106.03010.5.0174**

kepada

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL
STRUKTUR PLAT DENGAN BALOK DAN PLAT CENDAWAN
PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT
(Study Kasus Pada Gedung ATW Surakarta)**

disusun oleh :

Lilik Junaidah
NIM : D 100 000 174
NIRM : 00.6.106.03010.5.0174

telah dipertahankan pada ujian pendadaran Tugas Akhir
di hadapan Dewan Penguji
pada hari Senin, tanggal 15 Januari 2007

Susunan Dewan Penguji :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Ir. H. Aliem Sudjatmiko, M.T.
NIP. 131.683.033

Anggota Dewan Penguji,

M. Solichin, S.T., M.T.
NIK. 792

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 15 Januari 2007

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik UMS,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. H. Sri Widodo, M.T.
NIK. 542

H. M. Ujjianto, ST., M.T.
NIK. 728

PRAKATA

Assalaamu'alaiikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan lancar dan baik.

Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat dan seluruh pengikut yang setia sampai akhir zaman. Amin.

Tugas Akhir sangatlah diperlukan bagi mahasiswa yang sedang dalam tahap akhir masa studi. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman praktis dari dasar teoritis yang diperoleh dari bangku kuliah dengan harapan mahasiswa yang bersangkutan dapat lebih profesional dalam lingkup disiplin ilmu yang dipelajarinya. Selain itu, Tugas Akhir juga merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar kesarjanaan.

Tugas Akhir ini merupakan laporan dari hasil penelitian yang berjudul **“Analisis Kebutuhan Material Struktur Plat Dengan Balok Dan Plat Cendawan Pada Bangunan Gedung Bertingkat”**. Struktur plat yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah plat dari gambar denah Gedung *Automotive* Akademi Teknologi Warga (ATW) Surakarta.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya terutama kepada :

- 1). Bapak Ir. H. Sri Widodo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2). Bapak H. M. Ujianto, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir. H. Ali Asroni, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus sebagai Ketua Dewan Penguji, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.

- 4). Bapak Ir. H. Aliem Sudjarmiko, M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Sekretaris Dewan Penguji, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya Tugas Akhir ini.
- 5). Bapak M. Solichin, S.T., M.T., selaku Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir.
- 6). Bapak Ir. H. A. Karim Fatchan, M.T., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan kepada penulis.
- 7). Bapak & Mama yang telah memberikan kasih sayang, bimbingan, dorongan, nasehat, restu dan pengorbanan baik moril maupun materiil.
- 8). Kakakku (Mba' Renny & Mas Agoes), Adikku (Ida & Vicky) dan Luqman Fathoni yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 9). Teman-teman di Wisma Alif Via (Nanik, Rini, Liena & Mba' Elly), terima kasih atas semua dukungan yang telah kalian berikan.
- 10). Segenap rekan-rekan sesama civitas akademika Universitas Muhammadiyah Surakarta yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas semua dukungan yang telah kalian berikan selama ini.

Jazakumullah, semoga Allah SWT membalas semua amal dan niat baik kalian. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan.

Akhir kata, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan bisa dijadikan bahan studi bagi kita, khususnya bagi yang berkecimpung dalam bidang Teknik Sipil.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Januari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI	xx
INTISARI	xxiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Tujuan Penelitian	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Keaslian Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian Plat Lantai	5
B. Kategori Plat	6
1. Plat kaku	6
2. Membran	6
3. Plat fleksibel	7
4. Plat tebal	8
C. Konsep Dasar	8
1. Sistim plat dengan balok	8
2. Sistim plat tanpa balok	8
D. Perbedaan Perencanaan Struktur Plat dengan Balok dan Plat Cendawan	9
BAB III. LANDASAN TEORI	11
A. Sistim Perencanaan	11
B. Pembebanan struktur	12
1. Kuat perlu	12
2. Kuat nominal	12

3.	Kuat rencana/kuat tersedia	13
C.	Beban Gempa	13
1.	Faktor-faktor penentu beban gempa	13
1a).	<i>Koefisien gempa dasar (C)</i>	13
1b).	<i>Faktor keutamaan gedung (I)</i>	13
1c).	<i>Faktor jenis struktur (K)</i>	16
1d).	<i>Berat total bangunan (Wt)</i>	16
1e).	<i>Waktu getar alami (T)</i>	16
2.	Gaya geser dasar horisontal akibat gempa	17
3.	Distribusi beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung	17
4.	Kontrol simpangan tingkat	18
4a).	<i>Perhitungan simpangan lantai</i>	18
4b).	<i>Simpangan antar tingkat</i>	18
4c).	<i>Pemisahan unsur-unsur</i>	18
5.	Kontrol waktu getar gedung	19
D.	Perencanaan Struktur Beton dengan Prinsip Daktilitas Penuh	19
1.	Perencanaan plat beton bertulang	19
1a).	<i>Perencanaan plat dua arah</i>	19
1b).	<i>Persyaratan untuk perencanaan</i>	20
1c).	<i>Langkah hitungan tulangan plat</i>	22
1d).	<i>Menghitung momen tersedia</i>	24
1e).	<i>Merencanakan tebal plat</i>	25
2.	Perencanaan balok	25
2a).	<i>Penulangan memanjang balok</i>	25
2b).	<i>Hitungan momen tersedia</i>	28
2c).	<i>Momen kapasitas balok</i>	30
2d).	<i>Penulangan geser/begel balok</i>	31
E.	Metode Perencanaan Langsung Pada Struktur Plat	38
1.	Langkah hitungan	38

2.	Tebal plat dan persyaratan lendutan	39
3.	Momen statis total terfaktor	42
3a).	<i>Perbandingan kekakuan relatif dari balok memanjang terhadap plat</i>	47
3b).	<i>Distribusi momen pada arah longitudinal</i>	49
3c).	<i>Pengaruh pola pembebanan pada momen positif</i> .	51
3d).	<i>Prosedur untuk perhitungan momen longitudinal</i>	54
3e).	<i>Distribusi transversal dari momen longitudinal</i> ...	56
4.	Kekuatan geser	60
5.	Pemindahan momen dan geser pada pertemuan antara plat dan kolom	65
BAB IV.	METODE PENELITIAN	68
A.	Materi Penelitian	68
B.	Peralatan Penelitian	69
1.	Program Excel	69
2.	Program SAP 2000	69
3.	Program hitungan beton	69
C.	Jalannya Penelitian	70
BAB V.	PERENCANAAN STRUKTUR PLAT DENGAN BALOK .	74
A.	Data Perencanaan	74
B.	Perhitungan Tulangan Plat dengan Balok	74
1.	Perhitungan beban plat lantai	76
2.	Perhitungan momen plat lantai	76
3.	Perhitungan tulangan terpakai dan momen tersedia	77
3a).	<i>Penulangan dan momen tersedia lapangan</i>	77
3b).	<i>Penulangan dan momen tersedia tumpuan</i>	81
C.	Perhitungan Balok	87
1.	Perataan beban	87
1a).	<i>Perataan beban segitiga</i>	87
1b).	<i>Perataan beban trapesium</i>	88
2.	Pembagian beban lantai pada balok	89

3.	Analisis beban balok	91
	3a). Analisis beban mati	91
	3b). Analisis beban hidup	104
	3c). Analisis beban gempa	110
4.	Kombinasi beban	118
5.	Tulangan memanjang balok	118
	5a). Perhitungan tulangan memanjang balok	118
	5b). Perhitungan momen tersedia balok	132
	5c). Perhitungan momen kapasitas balok	135
6.	Perhitungan selimut momen	137
7.	Perhitungan tulangan geser balok	144
8.	Perhitungan tulangan balok anak	149
	8a). Perhitungan momen perlu balok	149
	8b). Tulangan memanjang balok anak	162
	8c). Tulangan geser balok anak	165
D.	Kebutuhan Volume Beton	166
1.	Volume beton untuk balok	167
	1a). Ukuran penampang balok	167
	1b). Jumlah balok dan panjang bentang	167
	1c). Volume total beton untuk balok	168
2.	Volume beton untuk plat	168
3.	Kebutuhan total volume beton	168
E.	Kebutuhan Tulangan	169
1.	Kebutuhan tulangan untuk balok	169
	1a). Kebutuhan tulangan memanjang balok	170
	1b). Kebutuhan tulangan begel balok	171
	1c). Kebutuhan tulangan balok anak	173
	1d). Kebutuhan total tulangan untuk balok	174
2.	Kebutuhan tulangan untuk plat	174
	2a). Kebutuhan tulangan untuk daerah lapangan	176
	2b). Kebutuhan tulangan untuk daerah tumpuan	177

2c). <i>Kebutuhan total tulangan untuk plat</i>	178
3. <i>Kebutuhan total tulangan</i>	179
BAB VI. PERENCANAAN STRUKTUR PLAT CENDAWAN	180
A. <i>Data Perencanaan</i>	180
B. <i>Pemeriksaan Penggunaan Metode Perencanaan Langsung</i> .	180
C. <i>Perhitungan Tulangan Plat Cendawan</i>	182
1. <i>Penentuan tebal plat</i>	182
1a). <i>Perencanaan dimensi drop panel</i>	182
1b). <i>Penentuan tebal plat berdasarkan persyaratan</i> <i>lendutan</i>	182
1c). <i>Penentuan tebal drop panel</i>	186
2. <i>Analisis beban</i>	186
3. <i>Kontrol persyaratan geser plat</i>	186
3a). <i>Berdasarkan aksi balok lebar (satu arah)</i>	186
3b). <i>Berdasarkan aksi dua arah</i>	188
4. <i>Kontrol jenis beban dan kekakuan relatif balok</i>	192
4a). <i>Jenis beban</i>	192
4b). <i>Kekakuan relatif balok</i>	192
5. <i>Perhitungan momen plat cendawan</i>	192
5a). <i>Perhitungan momen statis total terfaktor</i>	192
5b). <i>Menentukan kekakuan plat, balok, dan kolom</i>	193
5c). <i>Menentukan distribusi momen ke arah</i> <i>longitudinal</i>	195
5d). <i>Menentukan tetapan torsi C dari balok</i> <i>transversal</i>	196
5e). <i>Menentukan distribusi momen longitudinal ke</i> <i>arah transversal</i>	197
6. <i>Perencanaan tulangan plat cendawan</i>	200
6a). <i>Tulangan memanjang balok Portal B</i>	200
6b). <i>Tulangan geser balok Portal B</i>	202
6c). <i>Tulangan plat pada jalur kolom Portal A</i>	206
6d). <i>Penulangan plat pada jalur tengah Portal A</i>	208

D. Kebutuhan Volume Beton	213
1. Volume beton untuk balok	213
2. Volume beton untuk plat	214
3. Kebutuhan total volume beton	214
E. Kebutuhan Tulangan	214
1. Kebutuhan tulangan untuk balok	224
<i>1a). Kebutuhan tulangan memanjang balok</i>	<i>214</i>
<i>1b). Kebutuhan tulangan begel balok</i>	<i>217</i>
<i>1c). Kebutuhan total tulangan untuk balok</i>	<i>218</i>
2. Kebutuhan tulangan untuk plat	218
<i>2a). Kebutuhan tulangan untuk jalur kolom</i>	<i>219</i>
<i>2b). Kebutuhan tulangan untuk jalur tengah</i>	<i>225</i>
<i>2c). Kebutuhan total tulangan untuk plat</i>	<i>228</i>
3. Kebutuhan total tulangan	228
BAB VII. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	229
A. Sistim Perencanaan	229
B. Kestabilan Struktur Terhadap Gaya Horisontal	229
C. Kebutuhan Beton dan Tulangan	230
BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN	231
A. Kesimpulan	231
B. Saran	231

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar I.1.	Plat lantai dengan balok	2
Gambar I.2.	Plat lantai cendawan	2
Gambar II.1.	Plat kaku	6
Gambar II.2.	Membran	7
Gambar II.3.	Plat fleksibel	7
Gambar II.4.	Plat tebal	8
Gambar II.5.	Sistim plat lantai dengan balok induk dan balok anak	9
Gambar II.6.	Sistim plat lantai cendawan	9
Gambar III.1.	Pembagian wilayah gempa untuk Indonesia	14
Gambar III.2.	Hubungan antara waktu getar alami (T) dengan koefisien gempa dasar (C)	15
Gambar III.3.	Penulangan plat dengan tulangan pokok dua arah	20
Gambar III.4.	Tampang plat dengan tumpuan	20
Gambar III.5.	Momen pada plat dengan 2 tumpuan	21
Gambar III.6.	Bagan alir perhitungan tulangan plat dengan balok	26
Gambar III.7.	Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya	32
Gambar III.8.	Penentuan nilai $V_{u,d}$ dan nilai $V_{u,2h}$ tumpuan	33
Gambar III.9.	Bagan alir perhitungan tulangan memanjang balok	35
Gambar III.10.	Bagan alir perhitungan tulangan geser balok	36
Gambar III.11.	Bagan alir perhitungan tulangan geser balok	37
Gambar III.12.	Persyaratan penebalan plat tanpa balok	41
Gambar III.13.	Persyaratan rasio kekakuan pada balok tepi (<i>pinggir</i>)	41
Gambar III.14.	Statika dari panel dalam cirian dari sistim lantai dua arah (Wang, 1985)	43
Gambar III.15.	Statika dari panel luar cirin dari sistim lantai dua arah (Wang, 1985)	44
Gambar III.16.	Statika dari panel dalam cirian dari sistim lantai cendawan (Wang, 1985)	46

Gambar III.17.	Denah, tampak samping, dan penampang portal ekivalen, dalam sistim lantai dua arah (Wang, 1985)	48
Gambar III.18.	Momen inersia penampang dengan <i>flens</i>	49
Gambar III.19.	Diagram momen arah memanjang untuk bentang dalam (interior) (Wang, 1985)	50
Gambar III.20.	Diagram momen arah memanjang untuk bentang luar (eksterior) (Wang, 1985)	51
Gambar III.21.	Efek pola pembebanan terhadap defleksi ; (a) defleksi besar Δ_1 dengan kolom yang lebih fleksibel ; (b) defleksi kecil Δ_2 dengan kolom yang lebih kaku (Nawy, 1990)	52
Gambar III.22.	Definisi jalur kolom dan jalur tengah untuk $L_2 < L_1$ (ACI, 1983)	56
Gambar III.23.	Definisi jalur kolom dan jalur tengah untuk $L_2 > L_1$ (ACI, 1983)	57
Gambar III.24.	Penyaluran beban dari permukaan lantai ke balok (Wang, 1985)	62
Gambar III.25.	Penulangan batang dari kepala geser dalam sistim plat lantai cendawan tanpa kepala kolom (Wang, 1985)	63
Gambar III.26.	Panjang kepala geser yang diperlukan	64
Gambar III.27.	Pelimpahan momen plat ke kolom sebagai lentur pada pertemuan antara plat dan kolom (Dipohusodo, 1996)	65
Gambar III.28.	Pemindahan geser dari momen ke kolom (Wang, 1985)	66
Gambar IV.1.	Denah balok dan plat pada Lantai 2	68
Gambar IV.2.	Bagan alir penelitian	71
Gambar IV.3.	Bagan alir perencanaan struktur plat dengan balok	72
Gambar IV.4.	Bagan alir perencanaan struktur plat cendawan	73
Gambar V.1.	Perletakan balok induk dan balok anak plat Lantai 2	75
Gambar V.2.	Pola garis leleh untuk plat persegi	87
Gambar V.3.	Perataan beban segitiga	87
Gambar V.4.	Perataan beban trapesium	88
Gambar V.5.	Denah dan penyebaran beban mati dan beban hidup pada balok	91

Gambar V.6.	Penyebaran beban mati pada portal lintang tengah As-E lantai 2 dan 3	91
Gambar V.7.	Beban mati Portal lintang tengah As-E	94
Gambar V.8.	Penyebaran beban mati pada portal lintang tepi As-B lantai 2 dan 3	94
Gambar V.9.	Beban mati Portal lintang tepi As-B	97
Gambar V.10.	Penyebaran beban mati pada portal bujur tengah As-2 lantai 2 dan 3	98
Gambar V.11.	Beban mati Portal bujur tengah As-2	101
Gambar V.12.	Penyebaran beban mati pada portal bujur tepi As-7 lantai 2 dan 3	101
Gambar V.13.	Beban mati Portal bujur tepi As-7	103
Gambar V.14.	Penyebaran beban hidup pada portal lintang tengah As-E lantai 2 dan 3	104
Gambar V.15.	Beban hidup Portal lintang tengah As-E	105
Gambar V.16.	Penyebaran beban hidup pada portal lintang tepi As-B lantai 2 dan 3	106
Gambar V.17.	Beban hidup Portal lintang tepi As-B	107
Gambar V.18.	Penyebaran beban hidup pada portal bujur tengah As-2 lantai 2 dan 3	107
Gambar V.19.	Beban hidup Portal bujur tengah As-2	109
Gambar V.20.	Penyebaran beban hidup pada portal bujur tepi As-7 lantai 2 dan 3	109
Gambar V.21.	Beban hidup Portal bujur tepi As-7	110
Gambar V.22.	Beban gempa Portal As-E	115
Gambar V.23.	Beban gempa Portal As-B	116
Gambar V.24.	Beban gempa Portal As-2	116
Gambar V.25.	Beban gempa Portal As-7	116
Gambar V.26.	Tulangan dan selimut momen pada Balok 22	144
Gambar V.27.	Gaya geser perlu pada Balok 22	147
Gambar V.28.	Tulangan Balok 22	149

Gambar V.29.	Penyebaran beban mati dan beban hidup pada balok anak Lantai 2 dan 3	162
Gambar V.30.	Perletakan balok induk, balok anak dan tipe plat Lantai 2 pada bangaunan induk	167
Gambar V.31.	Tulangan balok portal tepi	169
Gambar V.32.	Tulangan balok portal tengah	170
Gambar V.33.	Tulangan balok anak	173
Gambar V.34.	Penulangan plat Lantai 2	175
Gambar V.35.	Tulangan memanjang pada struktur plat dengan balok	176
Gambar VI.1.	Denah dan ukuran plat yang ditinjau	181
Gambar VI.2.	Plat lantai cendawan tanpa kepala kolom	186
Gambar VI.3.	Penampang kritis untuk geser perencanaan plat lantai cendawan untuk aksi balok lebar	187
Gambar VI.4.	Penampang kritis untuk geser perencanaan plat lantai cendawan untuk aksi dua arah	188
Gambar VI.5.	Portal-portal kaku ekivalen pada struktur plat cendawan ...	192
Gambar VI.6.	Pembagian jalur tengah dan jalur kolom pada struktur plat cendawan	197
Gambar VI.7.	Denah balok-balok pada struktur plat cendawan	202
Gambar VI.8.	Denah plat dan balok pada struktur plat cendawan	213
Gambar VI.9.	Portal kaku ekivalen A, B, C, dan D	215
Gambar VI.10a.	Tulangan balok Portal B pada bentang luar	215
Gambar VI.10b.	Tulangan balok Portal B pada bentang dalam	216
Gambar VI.11a.	Tulangan balok Portal D pada bentang luar	216
Gambar VI.11b.	Tulangan balok Portal D pada bentang dalam	217
Gambar VI.12.	Tulangan plat Lantai 2	220
Gambar VI.13.	Detail tulangan <i>drop panel</i> plat Lantai 2	321
Gambar VI.14a.	Tulangan memanjang pada bentang luar jalur kolom Portal A dan Portal C struktur plat cendawan	222
Gambar VI.14b.	Tulangan memanjang pada bentang dalam jalur kolom Portal A dan Portal C struktur plat cendawan	223

Gambar VI.15. Tulangan memanjang pada jalur kolom Portal B dan Portal D struktur plat cendawan	224
Gambar VI.16a. Tulangan memanjang pada bentang luar jalur tengah Portal A dan Portal C struktur plat cendawan	225
Gambar VI.16b. Tulangan memanjang pada bentang dalam jalur tengah Portal A dan Portal C struktur plat cendawan	226
Gambar VI.17. Tulangan memanjang pada jalur tengah Portal B dan Portal D struktur plat cendawan	227

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III.1. Faktor keutamaan gedung (I) (PPKGURG, 1987)	16
Tabel III.2. Besar momen plat dengan 2 tumpuan	21
Tabel III.3. Faktor momen pikul rencana maksimum K_{maks} (dalam MPa) (Asroni, 1997)	23
Tabel III.4. Rasio tulangan rencana maksimal ρ_{maks} (dalam %) (Asroni, 1997)	25
Tabel III.5. Rasio batas tulangan tekan leleh η_1 (Asroni, 1997)	29
Tabel III.6. Tebal minimum dari plat tanpa balok interior (SK SNI-T-15-1991-03)	39
Tabel III.7. Lendutan izin maksimum (SK SNI-T-15-1991-03)	42
Tabel III.8. Nilai-nilai k di dalam (b_E/b_W) dan (t/h) (Wang, 1985)	49
Tabel III.9. Faktor-faktor momen untuk mendistribusikan M_o pada bentang eksterior (tepi) (SK SNI-T-15-1991-03)	50
Tabel III.10. Nilai α_{min} (SK SNI-T-15-1991-03)	54
Tabel III.11. Persentase dari momen arah memanjang dalam jalur kolom (SK SNI-T-15-1993-03)	58
Tabel V.1. Perhitungan momen lentur plat lantai	77
Tabel V.2. Tulangan plat lantai dan momen tersedia	86
Tabel V.3. Gaya geser dasar horizontal tiap lantai akibat gempa sepanjang tinggi gedung untuk masing-masing portal	115
Tabel V.4a. Waktu getar alami gedung untuk Portal As-E	117
Tabel V.4b. Waktu getar alami gedung untuk Portal As-B	117
Tabel V.4c. Waktu getar alami gedung untuk Portal As-2	117
Tabel V.4d. Waktu getar alami gedung untuk Portal As-7	118
Tabel V.5a. Kombinasi momen akibat beban mati, hidup dan gempa pada balok portal lintang tengah As-E	119

Tabel V.5b.	Kombinasi momen akibat beban mati, hidup dan gempa pada balok portal lintang tepi As-B	120
Tabel V.5c.	Kombinasi momen akibat beban mati, hidup dan gempa pada balok portal bujur tengah As-2	121
Tabel V.5d.	Kombinasi momen akibat beban mati, hidup dan gempa pada balok portal bujur tepi As-7	123
Tabel V.6a.	Gaya geser perlu balok portal lintang tengah As-E	124
Tabel V.6b.	Gaya geser perlu balok portal lintang tepi As-B	125
Tabel V.6c.	Gaya geser perlu balok portal bujur tengah As-2	126
Tabel V.6d.	Gaya geser perlu balok portal bujur tepi As-7	128
Tabel V.7a.	Tulangan, momen tersedia dan momen kapasitas balok pada portal lintang tengah As-E	138
Tabel V.7b.	Tulangan, momen tersedia dan momen kapasitas balok pada portal lintang tepi As-B	139
Tabel V.7c.	Tulangan, momen tersedia dan momen kapasitas balok pada portal bujur tengah As-2	140
Tabel V.7d.	Tulangan, momen tersedia dan momen kapasitas balok pada portal bujur tepi As-7	142
Tabel V.8.	Gaya geser perlu pada Balok 22	147
Tabel V.9a.	Begel balok pada portal lintang tengah As-E	150
Tabel V.9b.	Begel balok pada portal lintang tepi As-B	153
Tabel V.9c.	Begel balok pada portal bujur tengah As-2	156
Tabel V.9d.	Begel balok pada portal bujur tepi As-7	159
Tabel V.10.	Tulangan geser balok pada struktur plat cendawan	166
Tabel VI.1.	Distribusi momen arah longitudinal struktur plat cendawan (kN.m)	196
Tabel VI.2.	Persentase distribusi transversal dari momen longitudinal pada struktur plat cendawan	198
Tabel VI.3a.	Hasil distribusi transversal dari momen longitudinal pada struktur plat cendawan pada portal A (kN.m)	199

Tabel VI.3b.	Hasil distribusi transversal dari momen longitudinal pada struktur plat cendawan pada portal B (kN.m)	199
Tabel VI.3c.	Hasil distribusi transversal dari momen longitudinal pada struktur plat cendawan pada portal C (kN.m)	199
Tabel VI.3d.	Hasil distribusi transversal dari momen longitudinal pada struktur plat cendawan pada portal D (kN.m)	199
Tabel VI.4.	Penulangan balok dan momen tersedia pada struktur plat cendawan, Portal B dan D	203
Tabel VI.5.	Tulangan geser balok pada struktur plat cendawan	205
Tabel VI.6.	Penulangan plat dan momen tersedia pada jalur kolom pada struktur plat cendawan, Portal A dan B	209
Tabel VI.7.	Penulangan plat dan momen tersedia pada jalur tengah pada struktur plat cendawan, Portal A dan B	212
Tabel VII.1.	Perbandingan kebutuhan material pada sistim perencanaan plat dengan balok dan plat cendawan	230

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran IV.1. Denah balok dan plat lantai pada ruang kuliah gedung ATW Surakarta	L-1
Lampiran V.1. Kofisien momen tumpuan (lapangan) pada arah i ($C_{t(l),i}$)	L-2
Lampiran V.2. Jenis kuda-kuda	L-3
Lampiran V.3. Panjang batang dan berat kuda-kuda <i>Truss a</i>	L-4
Lampiran V.4. Panjang batang dan berat kuda-kuda <i>Truss b</i> dan <i>Truss c</i>	L-5
Lampiran V.5. Perhitungan gaya aksial, geser dan momen pada portal lintang tengah As-E	L-6
Lampiran V.6. Perhitungan gaya aksial, geser dan momen pada portal lintang tepi As-B	L-39
Lampiran V.7. Perhitungan gaya aksial, geser dan momen pada portal bujur tengah As-2	L-72
Lampiran V.8. Perhitungan gaya aksial, geser dan momen pada portal bujur tepi As-7	L109

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
a	= tinggi blok tegangan persegi ekivalen $a = \beta_1 \cdot c$, mm
A_s	= luas tulangan tarik, mm ²
A'_s	= luas tulangan tekan, mm ²
$A_{s,t}$	= luas tulangan yang tersedia (ada), mm ²
$A_{s,u}$	= luas tulangan yang diperlukan, mm ²
A_v	= luas tulangan geser dalam jarak s , mm ²
b_E	= lebar efektif dari potongan <i>flens</i> , mm
b_o	= keliling dari penampang kritis pada aksi dua arah, mm
b_w	= lebar badan balok atau diameter dari penampang bulat, mm
C	= koefisien gempa dasar
D	= beban mati, kN atau kN.m
d	= jarak antar serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm
d_i	= simpangan horisontal akibat gaya gempa (F_i) pada lantai ke- i , m
d_s	= jarak antar serat beton tarik terluar ke pusat tulangan tarik, mm
d'_s	= jarak antar serat beton tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm
E	= pengaruh beban gempa, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban gempa, kN atau kN.m
E_c	= modulus elastisitas, MPa
E_{cb}	= modulus elastisitas pada balok beton, MPa
E_{cc}	= modulus elastisitas pada kolom beton, MPa
E_{cs}	= modulus elastisitas pada plat beton, MPa
f'_c	= kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
F_i	= gaya gempa lantai ke- i , kN
f_y	= tegangan leleh yang disyaratkan dari baja tulangan, MPa

- g = gaya gravitasi = $9,8 \text{ m/dt}^2$
 h = tinggi atau tebal total dari komponen struktur, mm
 h_i = ketinggian lantai ke- i dari taraf jepitan lateral, m
 I_b = momen inersia penampang bruto balok, mm^4
 I_c = momen inersia penampang bruto kolom, mm^4
 I_{\min} = momen inersia minimum, cm^4
 I_s = momen inersia terhadap sumbu titik pusat bruto plat, mm^4
 J_c = analog dengan momen inersia polar terhadap sumbu ($z-z$), mm^4
 K = faktor jenis struktur
 K = faktor pikul momen, MPa
 k = tetapan tanpa dimensi di dalam fungsi dari (b_E/b_W) dan (t/h)
 K_b = kekakuan lentur balok
 K_c = kekakuan lentur kolom
 K_s = kekakuan lentur plat
 L = beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban hidup, kN atau kN.m
 L_1 = panjang bentang dalam arah momen yang dihitung diukur dari pusat ke pusat tumpuan, mm
 L_2 = panjang bentang dalam arah transversal terhadap L_1 diukur dari pusat ke pusat tumpuan, mm
 L_n = panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah diukur dari muka ke muka tumpuan, mm
 L'_n = panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah berhubungan dengan bentang pendek diukur dari muka ke muka tumpuan, mm
 l_d = panjang penyaluran tegangan tulangan, mm
 l_{db} = panjang penyaluran dasar, mm
 L_R = beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan ketentuan SNI-1991 tentang Tata Cara Pelaksanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung

- M_b = momen yang memberikan kondisi regangan dalam keadaan seimbang, kN.m
 $M_{kap,b}$ = momen kapasitas balok dengan memperhatikan momen positif dan momen negatif, kN.m
 $M_{kap,a}$ = momen kapasitas ujung balok kanan, kN.m
 $M_{kap,i}$ = momen kapasitas ujung balok kiri, kN.m
 M_{lx} = momen lapangan (positif) dalam arah bentang x, kN.m
 M_{ly} = momen lapangan (positif) dalam arah bentang y, kN.m
 M_n = momen nominal suatu penampang, kN.m
 M_o = momen statis total terfaktor, kN.m
 M_p = kuat momen plastis perlu dari penampang kepala geser, kN.m
 M_{tx} = momen tumpuan (negatif) dalam arah bentang x, kN.m
 M_{ty} = momen tumpuan (negatif) dalam arah bentang y, kN.m
 M_u = momen terfaktor pada penampang, kN.m
 M_v = tahanan momen yang disumbangkan oleh kepala geser, kN.m
 s = jarak antar sengkang, mm
 t = tebal plat lantai, mm
 V_1 = tegangan geser minimum pada pemindahan geser pada pertemuan antara plat dan kolom, N/mm²
 V_2 = tegangan geser maksimum pada pemindahan geser pada pertemuan antara plat dan kolom, N/mm²
 V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, kN/m
 V_n = kuat geser nominal, kN.m
 V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, kN.m
 V_u = gaya geser terfaktor pada penampang, kN.m
 W_d = beban mati terfaktor per unit panjang pada balok, atau per unit luas pada plat, kN/m atau kN/m²
 W_{dd} = berat pertebalan *drop panel*, kN/m²
 W_i = berat lantai ke-i, kN
 W_l = beban hidup terfaktor per unit panjang pada balok, atau per unit luas pada plat, kN/m atau kN/m²

- W_t = berat total bangunan (beban mati + beban hidup tereduksi), kN
 W_u = beban terfaktor per unit luas pada plat, kN/m²
 α = rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur suatu plat dengan lebar yang dibatasi dalam arah lateral oleh sumbu dari panel yang bersebelahan (bila ada) pada tiap sisi dari balok.
 α_1 = rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur penampang plat pada arah L_1
 α_2 = rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur penampang plat pada arah L_2
 α_c = rasio kekakuan kolom terhadap kekakuan plat dan balok
 α_m = rasio rata-rata dari semua balok pada tepi dari suatu panel
 α_{min} = harga yang diberikan dari Tabel III.10.
 β = rasio dari bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari plat dua arah
 β_a = rasio dari beban mati terhadap beban hidup per unit luas (pada tiap kasus tanpa beban terfaktor)
 β_c = rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat = L/B
 β_1 = faktor pengali tinggi luasan desak beton
 ρ = rasio tulangan tarik non-pratekan
 ρ_b = rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan pada saat seimbang (*balance*)
 ρ_{min} = rasio tulangan minimum
 ρ_{maks} = rasio tulangan maksimum
 ϕ = faktor reduksi kekuatan
 δ_s = faktor pengali pembesaran momen positif akibat efek pola pembebanan
 η = jumlah lengan yang serupa dari kepala geser

**ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL
STRUKTUR PLAT DENGAN BALOK DAN PLAT CENDAWAN
PADA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT
(Study Kasus Pada Gedung ATW Surakarta)**

INTISARI

Perencanaan dan analisis plat satu arah dan dua arah dapat dilakukan dengan beberapa metode. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, metode perencanaan plat juga mengalami perkembangan, termasuk juga peraturan gedung yang digunakan. Peraturan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SK SNI-T-15-1991-03) adalah peraturan beton yang baru untuk menggantikan Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 1971). Dalam peraturan baru ini banyak perbedaan yang ada dengan PBI 1971, baik dalam dasar-dasar perencanaan maupun persyaratan perencanaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai banding antara dua jenis sistim plat dua arah, yang direncanakan sebagai struktur plat memakai balok dan struktur plat tanpa balok (plat cendawan).

Pada penelitian ini tinjauan dilakukan terhadap plat Lantai 2 Gedung *Automotive* dan Kuliah Akademi Teknologi Warga (ATW) Surakarta. Tinjauan dilakukan pada lantai yang direncanakan sebagai struktur plat memakai balok dan struktur plat cendawan. Kombinasi beban diberikan pada lantai untuk diteliti. Kombinasi beban tersebut mengikuti Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 1971) dan Peraturan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SK SNI-T-15-1991-03). Dimensi plat dan penulangannya direncanakan cukup untuk mendukung beban-beban yang bekerja. Berdasarkan dimensi dan penulangan yang diperoleh dari perencanaan terhadap kedua sistim plat, maka dapat diperoleh nilai perbandingan volume beton dan berat tulangan yang dibutuhkan.

Tingkat efisiensi struktur plat dipengaruhi ketebalan plat yang ditinjau. Semakin besar ketebalan plat, semakin besar pula kebutuhan bahan yang diperlukan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan total material beton dan tulangan dengan angka keamanan 20 % untuk struktur plat dengan balok diperoleh sebesar 211 m³ beton dan 22,417 ton baja tulangan, sedangkan untuk struktur plat tanpa balok (plat cendawan) diperoleh sebesar 231 m³ beton dan 21,843 ton baja tulangan. Sehingga perbandingan kebutuhan material beton dan tulangan pada sistim perencanaan plat dengan balok dan plat cendawan adalah sebesar 0,913 dan 1,026.

Kata kunci : *Perencanaan, plat dengan balok, plat cendawan*

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 1997, *Struktur Beton I*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 1997, *Struktur Beton Lanjut*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Dipohusodo, I., 1996, *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ferguson, P.M., 1986, *Dasar-dasar Beton Bertulang*, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- JTS, 2001, *Pedoman Penyusunan Laporan Kerja Praktek, Usulan Tugas Akhir, Laporan Tugas Akhir*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Kurniastuti, R.D., 2001, *Tinjauan Efisiensi Struktur Plat dengan Balok, Plat Cendawan dan Plat Rata*, Tugas Akhir (tidak diterbitkan), Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- LPMB, 1991, *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03, DPU, Yayasan LPMB, Bandung.
- Mosley, W.H., dan Bungey, J.H., 1984, *Perencanaan Beton Bertulang*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sudarmoko, 1996, *Perancangan dan Analisis Pelat Beton Bertulang*, Biro Penerbit, Yogyakarta.
- Szilard, R., 1989, *Teori dan Analisis Pelat*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wang, C.K., Salmon, C.G., dan Hariandja, B., 1985, *Disain Beton Bertulang*, Jilid II, Penerbit Erlangga, Jakarta.