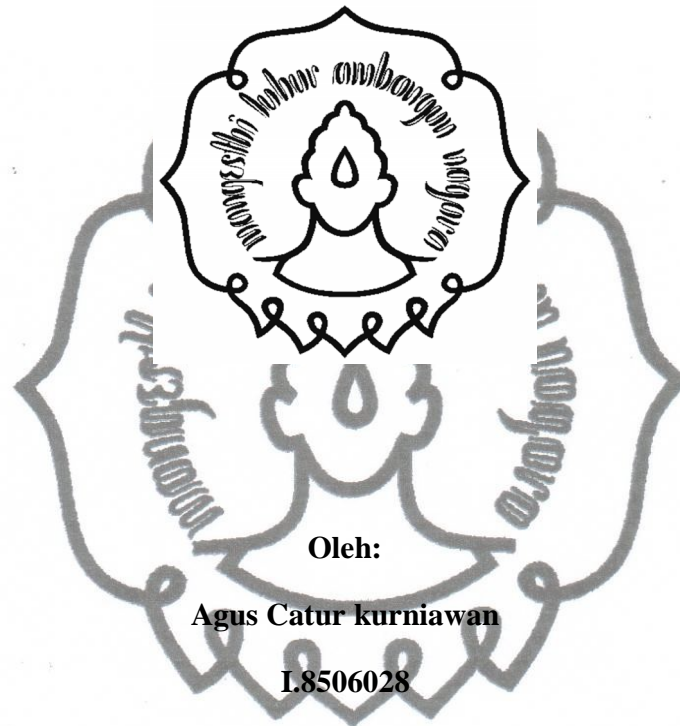


PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FACTORY OUTLET DAN RESTO DUA LANTAI



Oleh:

Agus Catur kurniawan

L.8506028

**PROGRAM DIII TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2011

commit to user

MOTTO

- ☺ ”.....Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan pada diri mereka sendiri.....”
(Q.S. 13 :11)
- ☺ Sesungguhnya setiap amal perbuatan itu disertai dengan niat dan setiap orang mendapat balasan amal sesuai niatnya. Barang siapa yang berhijrah hanya karena Allah maka hijrah itu akan menuju Allah dan Rosul-Nya. Barang siapa hijrahnya karena dunia yang ia harapkan atau karena wanita yang ia ingin nikahi maka hijrah itu hanya menuju yang ia inginkan.
(HR. Bukhori dan Muslim)
- ☺ Orang harus cukup tegar untuk memaafkan kesalahan, cukup pintar untuk belajar dari kesalahan dan cukup kuat untuk mengoreksi kesalahan.
(John Maxwell)
- ☺ Segalanya dimulai dari dalam pikiran. Jika Anda berpikir kalah, maka Anda akan kalah cepat atau lambat. Sang pemenang adalah orang yang berfikir bahwa dia pasti menang. Untuk itu yakinlah dan percaya diri.
(Napoleon Hill)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur tiada terkira kupanjatkan kehadiran Illahi Robbi, pencipta alam semesta yang telah memberikan rahmat, hidayah serta anugerah yang tak terhingga yang saya rasakan hingga saat ini.

Kupersembahkan karya ini untuk :

- ❖ Abih dan mamahhhh tercinta yang tidak henti-hentinya memberi doa, dana pajak mingguan, semangat dan dukungan kepadaku.
- ❖ Kakak qu tercinta nura, haris ma kell ami said yang selalu mendoakan, memberikan semangat selama ini.
- ❖ Bapak Ibu dosen yang telah mengajarkan ilmunya.
- ❖ Bapak Edy Purwanto,ST,.MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas arahan dan bimbingannya selama dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- ❖ Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2007,
budi, musssaa, agung, dede, yayan, kriting, binar, pandu, badrun, joyo,
dwi, igag, lukman, rubi, sumarlot, aris, ayak, puji, agus, damar, ayam,
somat, cumi, nurul, fitri, darmo, june, adek, yulek, rangga, haryono, mamet,
andi, arum, yuni, tewe, tatik, topo, makasih atas bantuan dan dukungannya
- ❖ Rekan-rekan kos "Catleya" wisnu, tanoyo, vicky, hansip, marlot, Semoga kita semua sukses dan masih bisa berkumpul pada suatu saat nanti.

commit to user

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvi
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Kriteria Perencanaan.....	2
1.4 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku.....	3
 BAB 2 DASAR TEORI	
2.1 Dasar Perencanaan.....	4
2.1.1 Jenis Pembebanan.....	4
2.1.2 Sistem Bekerjanya Beban.....	7
2.1.3 Provisi Keamanan.....	7
2.2 Perencanaan Atap	9
2.3 Perencanaan Tangga.....	11
2.4 Perencanaan Plat Lantai.....	12
2.5 Perencanaan Balok	13
2.6 Perencanaan Portal (Balok, Kolom).....	14
2.7 Perencanaan Pondasi	16

commit to user

BAB 3 RENCANA ATAP

3.1	Perencanaan Atap.....	18
3.2	Dasar Perencanaan	19
3.2	Perencanaan Gording.....	19
3.2.1	Perencanaan Pembebanan	19
3.2.2	Perhitungan Pembebanan	20
3.2.3	Kontrol Terhadap Tegangan	23
3.2.4	Kontrol Terhadap Lendutan	23
3.3	Perencanaan Setengah Kuda-kuda	24
3.3.1	Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda.....	25
3.3.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda	26
3.3.3	Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	28
3.3.4	Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda.....	37
3.3.5	Perhitungan Alat Sambung	39
3.4	Perencanaan Jurai	43
3.4.1	Perhitungan Panjang Batang Jurai.....	43
3.4.2	Perhitungan Luasan Jurai	44
3.4.3	Perhitungan Pembebanan Jurai	46
3.4.4	Perencanaan Profil Jurai.....	55
3.4.5	Perhitungtan Alat Sambung	57
3.5	Perencanaan Kuda-kuda Trapesium	61
3.5.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Trapesium.....	61
3.5.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Trapesium	63
3.5.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium	65
3.5.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium	73
3.5.5	Perhitungan Alat Sambung	76
3.6	Perencanaan Kuda-kuda Utama A (KKA)	79
3.6.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama A	79
3.6.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama A	81
3.6.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama A	83
3.6.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A	92

commit to user

3.6.5	Perhitungan Alat Sambung	94
3.7	Perencanaan Kuda-kuda Utama B (KKB)	98
3.7.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama B	98
3.7.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama B	99
3.7.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama B	101
3.7.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B	108
3.7.5	Perhitungan Alat Sambung	110

BAB 4 PERENCANAAN TANGGA

4.1	Uraian Umum	114
4.2	Data Perencanaan Tangga	114
4.3	Perhitungan Tebal Plat Equivalent dan Pembebanan	116
4.3.1	Perhitungan Tebal Plat Equivalent	116
4.3.2	Perhitungan Beban	117
4.4	Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes	118
4.4.1	Perhitungan Tulangan Tumpuan	118
4.4.2	Perhitungan Tulangan Lapangan	120
4.5	Perencanaan Balok Bordes	121
4.5.1	Pembebanan Balok Bordes	122
4.5.2	Perhitungan Tulangan Lentur	122
4.5.3	Perhitungan Tulangan Geser Balok Bordes	123
4.6	Perhitungan Pondasi Tangga	124
4.7	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	125
4.7.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi	125
4.7.2	Perhitungan Tulangan Lentur	125

BAB 5 PLAT LANTAI

5.1	Perencanaan Plat Lantai	128
5.2	Perhitungan Beban Plat	128
5.3	Perhitungan Momen	129

commit to user

5.4	Penulangan Plat Lantai.....	137
5.5	Penulangan Lapangan Arah x.....	139
5.6	Penulangan Lapangan Arah y.....	140
5.7	Penulangan Tumpuan Arah x.....	141
5.8	Penulangan Tumpuan Arah y.....	142
5.9	Rekapitulasi Tulangan.....	143

BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1	Perencanaan Balok Anak	144
6.1.1	Perhitungan Lebar Equivalent.....	145
6.1.2	Lebar Equivalent Balok Anak.....	145
6.2	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As A'.....	145
6.2.1	Perhitungan Pembebanan.....	145
6.2.2	Perhitungan Tulangan	147
6.3	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As A'.....	151
6.3.1	Perhitungan Pembebanan.....	151
6.3.2	Perhitungan Tulangan	152
6.4	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As B'.....	156
6.4.1	Perhitungan Pembebanan.....	156
6.4.2	Perhitungan Tulangan	157

BAB 7 PERENCANAAN PORTAL

7.1	Perencanaan Portal.....	162
7.1.1	Dasar Perencanaan.....	163
7.1.2	Perencanaan Pembebanan.....	163
7.2	Perhitungan Luas Equivalen Plat.....	164
7.3	Perhitungan Pembebanan Balok.....	165
7.3.1	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Memanjang.....	165
7.3.2	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Melintang	168

commit to user

7.4	Perhitungan pembebanan Ring Balk.....	170
7.5	Perhitungan pembebanan Sloof memanjang.....	171
7.5.2	Perhitungan pembebanan Sloof Melintang.....	173
7.6	Penulangan Ring Balk.....	175
7.6.1	Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk.....	175
7.6.2	Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk.....	176
7.7	Penulangan Balok Portal.....	179
7.7.1	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang.....	179
7.7.2	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang.....	182
7.7.3	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang.....	184
7.7.4	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang.....	187
7.8	Penulangan Kolom.....	188
7.8.1	Perhitungan Tulangan Lentur Kolom.....	188
7.8.2	Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	190
7.9	Penulangan Sloof.....	191
7.9.1	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof melintang.....	191
7.9.2	Perhitungan Tulangan Geser Sloof melintang.....	194
7.9.3	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof memanjang.....	195
7.9.4	Perhitungan Tulangan Geser Sloof memanjang.....	198

BAB 8 PERENCANAAN PONDASI

8.1	Data Perencanaan.....	200
8.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	201
8.2.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi.....	201
8.2.1	Perhitungan Tulangan Lentur.....	202

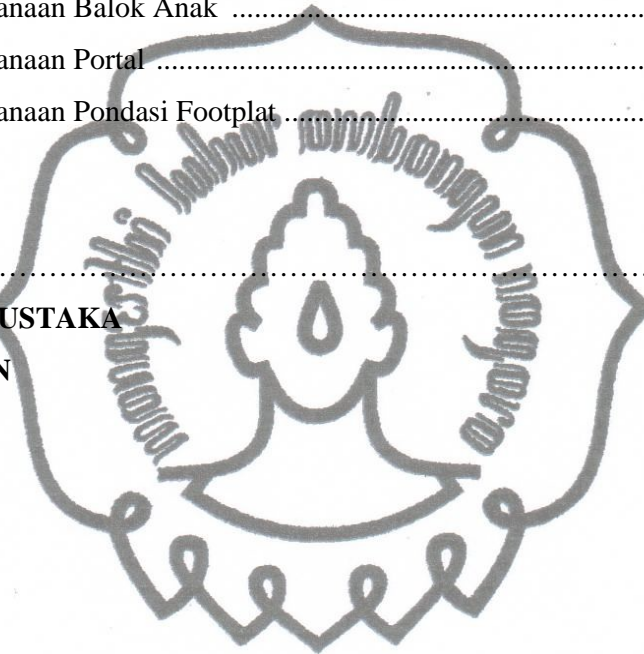
BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1	Rencana Anggaran Biaya.....	204
9.2	Data Perencanaan.....	204
9.3	Perhitungan Volume.....	204

commit to user

BAB 10 REKAPITULASI

10.1 Perencanaan Atap	213
10.2 Perencanaan Tangga	217
10.2.1 Penulangan Tangga.....	218
10.3 Perencanaan Plat	218
10.4 Perencanaan Balok Anak	218
10.5 Perencanaan Portal	219
10.6 Perencanaan Pondasi Footplat.....	220
PENUTUP	xix
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Denah Rencana Atap.....	18
Pembebanan Gording Untuk Beban Mati	20
Pembebanan Gording Untuk Beban Hidup.....	21
Pembebanan Gording Untuk Beban Angin.....	21
Gambar 3.2 Rangka Batang Setengah Kuda - Kuda	24
Gambar 3.3 Luasan Atap Setengah Kuda - Kuda.	26
Gambar 3.4 Luasan Plafon Setengah Kuda - Kuda	27
Gambar 3.5 Pembebanan Setengah Kuda - Kuda Akibat Beban Mati	29
Gambar 3.6 Pembebanan Setengah Kuda - Kuda Akibat Beban Angin ...	35
Gambar 3.7 Rangka Batang Jurai.....	43
Gambar 3.8 Luasan Atap Jurai.....	44
Gambar 3.9 Luasan Plafon Jurai.....	45
Gambar 3.10 Pembebanan Jurai Akibat Beban Mati.....	47
Gambar 3.11 Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin.....	52
Gambar 3.12 Rangka Batang Kuda – Kuda Trapesium.....	61
Gambar 3.13 Luasan Atap Kuda - Kuda Trapesium.....	63
Gambar 3.14 Luasan Plafon Kuda - Kuda Trapesium.	64
Gambar 3.15 Pembebanan Kuda - Kuda Trapesium Akibat Beban Mati. ...	66
Gambar 3.16 Pembebanan Kuda- Kuda Trapesium Akibat Beban Angin..	71
Gambar 3.17 Rangka Batang Kuda – Kuda Utama A	79
Gambar 3.18 Luasan Atap Kuda - Kuda Utama A.	81
Gambar 3.19 Luasan Plafon Kuda - Kuda Utama A.....	82
Gambar 3.20 Pembebanan Kuda - Kuda Utama A Akibat Beban Mati.....	84
Gambar 3.21 Pembebanan Kuda- Kuda Utama A Akibat Beban Angin. ...	89
Gambar 3.22 Rangka Batang Kuda – Kuda Utama B.....	98
Gambar 3.23 Luasan Atap Kuda - Kuda Utama B.....	99
Gambar 3.24 Luasan Plafon Kuda - Kuda Utama B.....	100
Gambar 3.25 Pembebanan Kuda - Kuda Utama B Akibat Beban Mati.....	101
Gambar 3.26 Pembebanan Kuda- Kuda Utama B Akibat Beban Angin. ...	105

Gambar 4.1	Perencanaan Tangga.....	114
Gambar 4.2	Potongan Tangga.....	115
Gambar 4.3	Tebal Ekvivalen.....	116
Gambar 4.4	Rencana Tumpuan Tangga.....	118
Gambar 4.5	Pondasi Tangga.	124
Gambar 5.1	Denah Plat lantai	128
Gambar 5.2	Plat Tipe A	129
Gambar 5.3	Plat Tipe B.....	130
Gambar 5.4	Plat Tipe C.....	130
Gambar 5.5	Plat Tipe D	131
Gambar 5.6	Plat Tipe E.....	132
Gambar 5.7	Plat Tipe F.....	132
Gambar 5.8	Plat Tipe G.....	133
Gambar 5.9	Plat Tipe H.....	134
Gambar 5.10	Plat Tipe I.....	134
Gambar 5.11	Plat Tipe J.....	135
Gambar 5.12	Plat Tipe K.....	136
Gambar 5.13	Plat Tipe L.....	136
Gambar 5.13	Perencanaan Tinggi Efektif.....	138
Gambar 6.1	Denah Pembebanan Balok Anak.....	144
Gambar 6.2	Lebar Ekvivalen Balok Anak as A'.....	145
Gambar 6.3	Lebar Ekvivalen Balok Anak as A'.....	151
Gambar 6.4	Lebar Ekvivalen Balok Anak as B'	156
Gambar 7.1	Denah Portal.....	162
Gambar 7.2	Luas Ekvivalen.....	164
Gambar 8.1	Perencanaan Pondasi	200

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Koefisien Reduksi Beban hidup.....	6
Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U Beton	8
Tabel 2.3 Faktor Pembebanan U Baja.....	8
Tabel 2.4 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ	8
Tabel 3.1 Kombinasi Gaya Dalam Pada Gording	22
Tabel 3.2 Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-Kuda.....	25
Tabel 3.3 Rekapitulasi Beban Mati Setengah Kuda-Kuda.....	34
Tabel 3.4 Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-Kuda.....	36
Tabel 3.5 Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-Kuda.....	36
Tabel 3.6 Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-Kuda.....	42
Tabel 3.7 Perhitungan Panjang Batang Jurai	43
Tabel 3.8 Rekapitulasi Beban Mati Jurai	52
Tabel 3.9 Perhitungan Beban Angin Jurai	53
Tabel 3.10 Rekapitulasi Gaya Batang Jurai	54
Tabel 3.11 Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai.....	60
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium	61
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Trapesium	70
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium	72
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Trapesium	72
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium	78
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama A	79
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama A	89
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama A.....	91
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama A.....	92
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A.....	97
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama B	99
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama B.....	105
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama B	107
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama B	108
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B	113

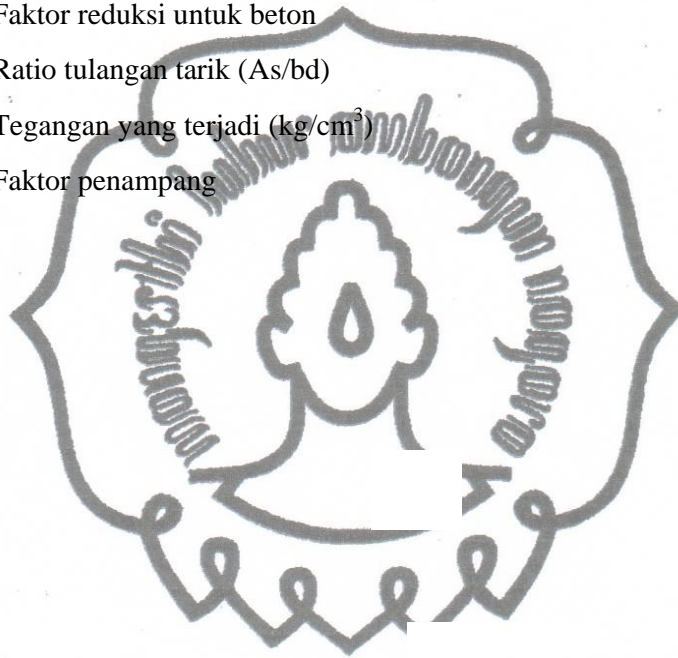
Tabel 5.1	Rekapitulasi Perhitungan Plat Lantai.....	137
Tabel 5.2	Rekapitulasi Penulangan Plat Lantai.....	143
Tabel 6.1	Hitungan Lebar Equivalen	145
Tabel 7.1	Hitungan Lebar Equivalen	165
Tabel 7.2	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Memanjang.....	167
Tabel 7.3	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Melintang	169
Tabel 7.4	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Memanjang.....	172
Tabel 7.5	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Melintang	174



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A	= Luas penampang batang baja (cm^2)
a	= Beban atap
B	= Luas penampang (m^2)
AS'	= Luas tulangan tekan (mm^2)
AS	= Luas tulangan tarik (mm^2)
b	= Lebar penampang balok (mm)
C	= Baja Profil Canal
D	= Diameter tulangan (mm)
d	= Beban mati
Def	= Tinggi efektif (mm)
E	= Modulus elastisitas (m)
e	= Beban gempa
F	= Beban akibat berat dan tekanan fluida
F' _c	= Kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)
F _y	= Kuat leleh yang disyaratkan (Mpa)
g	= Percepatan grafitasi (m/dt)
h	= Tinggi total komponen struktur (cm)
H	= Tebal lapisan tanah (m)
I	= Momen Inersia (mm^2)
L	= Panjang batang kuda-kuda (m)
l	= Beban hidup
M	= Harga momen (kgm)
M _u	= Momen berfaktor (kgm)
N	= Gaya tekan normal (kg)
N _u	= Beban aksial berfaktor
P'	= Gaya batang pada baja (kg)
q	= Beban merata (kg/m)
q'	= Tekanan pada pondasi (kg/m)
R	= Beban air hujan
S	= Spasi dari tulangan (mm)

- T = Pengaruh kombinasi suhu, rangkai, susut dan perbedaan penurunan
- U = Faktor pembebanan
- V = Kecepatan angin (m/detik)
- V_u = Gaya geser berfaktor (kg)
- W = Beban Angin (kg)
- Z = Lendutan yang terjadi pada baja (cm)
- φ = Diameter tulangan baja (mm)
- θ = Faktor reduksi untuk beton
- ρ = Ratio tulangan tarik (As/bd)
- σ = Tegangan yang terjadi (kg/cm²)
- ω = Faktor penampang



**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan dunia teknik sipil menuntut bangsa Indonesia untuk dapat menghadapi segala kemajuan dan tantangan. Hal itu dapat terpenuhi apabila sumber daya yang dimiliki oleh bangsa Indonesia memiliki kualitas pendidikan yang tinggi, karena pendidikan merupakan sarana utama bagi kita untuk semakin siap menghadapi perkembangan ini.

Dalam hal ini bangsa Indonesia telah menyediakan berbagai sarana guna memenuhi sumber daya manusia yang berkualitas. Sehingga Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai salah satu lembaga pendidikan dalam merealisasikan hal tersebut memberikan Tugas Akhir sebuah perencanaan gedung bertingkat dengan maksud agar menghasilkan tenaga yang bersumber daya dan mampu bersaing dalam dunia kerja.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah-masalah yang akan dibahas dalam penulisan Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengetahui konsep-konsep dasar berdasarkan data-data yang diperoleh untuk merencanakan suatu bangunan.
- b. Bagaimana melakukan perhitungan struktur dengan tingkat keamanan yang memadai.

1.3. Maksud dan Tujuan

Dalam menghadapi pesatnya perkembangan jaman yang semakin modern dan berteknologi, serta derasnya arus globalisasi saat ini, sangat diperlukan seorang teknisi yang berkualitas. Khususnya dalam bidang teknik sipil, sangat diperlukan

commit to user

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai**

2

teknisi-teknisi yang menguasai ilmu dan keterampilan dalam bidangnya. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai lembaga pendidikan bertujuan untuk menghasilkan ahli teknik yang berkualitas, bertanggungjawab, kreatif dalam menghadapi masa depan serta dapat mensukseskan pembangunan nasional di Indonesia.

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Program D3 Jurusan Teknik Sipil memberikan tugas akhir dengan maksud dan tujuan :

- a. Mahasiswa dapat merencanakan suatu konstruksi bangunan yang sederhana sampai bangunan bertingkat.
- b. Mahasiswa diharapkan dapat memperoleh pengetahuan, pengertian dan pengalaman dalam merencanakan struktur gedung.
- c. Mahasiswa dapat mengembangkan daya pikirnya dalam memecahkan suatu masalah yang dihadapi dalam perencanaan struktur gedung.

1.4. Metode Perencanaan

Metode perencanaan yang digunakan untuk pembahasan tugas akhir ini meliputi:

- a. Sistem struktur.
- b. Sistem pembebanan.
- c. Perencanaan analisa struktur.
- d. Perencanaan analisa tampang.
- e. Penyajian gambar arsitektur dan gambar struktur.
- f. Perencanaan anggaran biaya.

1.5. Kriteria Perencanaan

- a. Spesifikasi Bangunan
 - 1) Fungsi Bangunan : Swalayan
 - 2) Luas Bangunan : 954 m²
 - 3) Jumlah Lantai : 2 lantai.
 - 4) Elevasi Lantai : 4,0 m.
 - 5) Konstruksi Atap : Rangka kuda-kuda baja.

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

3

- 6) Penutup Atap : Genteng.
7) Pondasi : *Foot Plat.*

b. Spesifikasi Bahan

- 1) Mutu Baja Profil : BJ 37.
2) Mutu Beton ($f'c$) : 25 MPa.
3) Mutu Baja Tulangan (f_y) : Polos : 240 MPa.
Ulir : 360 MPa.

1.6. Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

- a. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).
b. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).
c. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989).

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Dasar Perencanaan

2.1.1 Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut.

Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1727-1989**, beban-beban tersebut adalah :

a. Beban Mati (qd)

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu. Untuk merencanakan gedung ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

1) Bahan Bangunan :

- (a). Beton Bertulang2400 kg/m³
- (b). Pasir (jenuh air)..... 1800 kg/m³

2) Komponen Gedung :

- (a).Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku),terdiri dari :
 - (1).semen asbes (eternit) dengan tebal maksimum 4mm11 kg/m²
 penggantung langit-langit (dari kayu) dengan bentang
 - (2) maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,8 m.....7 kg/m²

commit to user



- (b).Penutup atap genteng dengan reng dan usuk..... 50 kg/m²
 (c).Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton (tanpa adukan)
 per cm tebal..... 24 kg/m²
 (d).Adukan semen per cm tebal 21 kg/m²

b. Beban Hidup (ql)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan.

Beban hidup yang bekerja pada bangunan ini disesuaikan dengan rencana fungsi bangunan tersebut. Beban hidup untuk bangunan ini terdiri dari :

- 1) Beban atap 100 kg
 2) Beban tangga dan bordes..... 300 kg/m²
 3) Beban lantai 250 kg/m²

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.1 :



Tabel 2.1 Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
➤ PERUMAHAN/PENGHUNIAN : Rumah tinggal, hotel, rumah sakit	0,75
➤ PERDAGANGAN : Toko, toserba, pasar	0,80
➤ GANG DAN TANGGA :	
~ Perumahan / penghunian	0,75
~ Pendidikan, kantor	0,75
~ Pertemuan umum, perdagangan dan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90

Sumber : SNI 03-1727-1989

c. Beban Angin (W)

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m^2 ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien – koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2 , kecuali untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m^2 .

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

1) Dinding Vertikal

(a). Di pihak angin + 0,9

(b). Di belakang angin - 0,4

2) Atap segitiga dengan sudut kemiringan α

(a). Di pihak angin : $\alpha < 65^\circ$ $0,02 \alpha - 0,4$

$65^\circ < \alpha < 90^\circ$ + 0,9

(b). Di belakang angin, untuk semua α - 0,4

commit to user



d. Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah semua beban statik *equivalen* yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu.

2.1.2 Sistem Kerjanya Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada di atas akan membebani elemen struktur di bawahnya, atau dengan kata lain elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih besar akan menahan atau memikul elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih kecil.

Dengan demikian sistem bekerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut :

Beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

2.1.3 Provisi Keamanan

Dalam pedoman beton SNI 03-2847-2002, struktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan (U), yaitu untuk memperhitungkan pelampauan beban dan faktor reduksi (ϕ), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedang kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

8

Tabel 2.2. Faktor pembebanan U untuk beton

No.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	L	1,4 D
1.	D, L	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
2.	D, L, W	1,2 D + 1,0 L ± 1,6 W + 0,5 (A atau R)

Tabel 2.3. Faktor pembebanan U untuk baja

No.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	L	1,4 D
1.	D, L	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
2.	D, L, W	1,2 D + 1,0 L ± 1,3 W + 0,5 (A atau R)

Keterangan :

D	= Beban mati	A	= Beban atap
L	= Beban hidup	R	= Beban hujan
W	= Beban angin		

Tabel 2.4. Faktor Reduksi Kekuatan ϕ

No	GAYA	ϕ
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	
	➤ Komponen dengan tulangan spiral	0,70
	➤ Komponen lain	0,65
4.	Geser dan torsi	0,75
5.	Tumpuan Beton	0,65
6.	Komponen struktur yang memikul gaya tarik	
	1) Terhadap kuat tarik leleh	0,9
7.	2) Terhadap kuat tarik fraktur	0,75
	Komponen struktur yang memikul gaya tekan	0,85

commit to user



Karena kandungan agregat kasar untuk beton struktural seringkali berisi agregat kasar berukuran diameter lebih dari 2 cm, maka diperlukan adanya jarak tulangan minimum agar campuran beton basah dapat melewati tulangan baja tanpa terjadi pemisahan material sehingga timbul rongga - rongga pada beton. Sedang untuk melindungi dari karat dan kehilangan kekuatannya dalam kasus kebakaran, maka diperlukan adanya tebal selimut beton minimum.

Beberapa persyaratan utama pada pedoman beton SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

- a. Jarak bersih antara tulangan sejajar dalam lapis yang sama, tidak boleh kurang dari d_b ataupun 25 mm, dimana d_b adalah diameter tulangan.
- b. Jika tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih, tulangan pada lapisan atas harus diletakkan tepat diatas tulangan di bawahnya dengan jarak bersih tidak boleh kurang dari 25 mm.

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor setempat adalah:

- a. Untuk pelat dan dinding = 20 mm
- b. Untuk balok dan kolom = 40 mm
- c. Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca = 40 mm

2.2. Perencanaan Atap

a. Pembebanan

Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :

- 1) Beban mati
- 2) Beban hidup
- 3) Beban air

b. Asumsi Perletakan

- 1) Tumpuan sebelah kiri adalah sendi.
- 2) Tumpuan sebelah kanan adalah rol.

c. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.

d. Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03-1729-2002.

e. Perhitungan dimensi profil kuda-kuda.

commit to user

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai**

10

1) Batang tarik

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y}$$

$$A_n \text{ perlu} = 0,85.A_g$$

$$A_n = A_g - d t$$

L = Panjang sambungan dalam arah gaya tarik

$$\bar{x} = Y - Y_p$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$$

$$A_e = U.A_n$$

Cek kekuatan nominal :

Kondisi leleh

$$\phi P_n = 0,9.A_g.F_y$$

Kondisi fraktur

$$\phi P_n = 0,75.A_g.F_u$$

$$\phi P_n > P \dots\dots (\text{aman})$$

2) Batang tekan

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t_w} = \frac{300}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_c = \frac{K.l}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

11

$$\begin{aligned} \text{Apabila } \lambda_c &\leq 0,25 && \longrightarrow && \omega = 1 \\ 0,25 < \lambda_s < 1,2 & && \longrightarrow && \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} \\ \lambda_s &\geq 1,2 && \longrightarrow && \omega = 1,25\lambda_s^2 \end{aligned}$$

$$P_n = \phi \cdot A_g \cdot F_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} < 1 \dots\dots \text{(aman)}$$

2.3. Perencanaan Tangga

a. Pembebanan :

- 1) Beban mati
- 2) Beban hidup : 300 kg/m²

b. Asumsi Perletakan

- 1) Tumpuan bawah adalah jepit.
- 2) Tumpuan tengah adalah sendi.
- 3) Tumpuan atas adalah jepit.

c. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.

d. Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002.

e. Perhitungan untuk penulangan tangga

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

Dimana $\phi = 0,8$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

12

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

2.4. Perencanaan Plat Lantai

a. Pembebanan :

- 1) Beban mati
- 2) Beban hidup : 250 kg/m²

b. Asumsi Perletakan : jepit elastis dan jepit penuh

c. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 SNI 03-1727-1989.

d. Analisa tampang menggunakan SNI 03-2847-2002.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

- 1) Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm
- 2) Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau 2h

Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot x d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

13

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

$$A_s = \text{Jumlah tulangan} \times \text{Luas}$$

2.5. Perencanaan Balok Anak

a. Pembebanan :

1) Beban mati

2) Beban hidup : 250 kg/m²

b. Asumsi Perletakan : jepit jepit

c. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.

d. Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002.

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot x \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

14

$\rho < \rho_{\min}$ \longrightarrow dipakai ρ_{\min}

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

$$V_c = \frac{1}{6} x \sqrt{f'_c} b x d$$

$$\phi V_c = 0,75 x V_c$$

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)

2.6. Perencanaan Portal

a. Pembebanan :

- 1) Beban mati
- 2) Beban hidup : 200 kg/m²

b. Asumsi Perletakan

- 1) Jepit pada kaki portal.
- 2) Bebas pada titik yang lain

c. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 x f'_c}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

15

$$R_n = \frac{M_n}{bxd^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ → tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min}$ → dipakai ρ_{\min}

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 0,6 \times V_c$$

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)

2.7. Perencanaan Pondasi

- Pembebanan : Beban aksial dan momen dari analisa struktur portal akibat beban mati dan beban hidup.
- Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002.

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

16

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

= $\sigma_{\text{tanah terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}}$(dianggap aman)

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot t^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b x d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{maks}}$ → tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\text{min}}$ → dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0036$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho x b x d$$

Perhitungan tulangan geser :

$$V_u = \sigma \times A_{\text{efektif}}$$

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 0,6 \times V_c$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

17

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)



commit to user

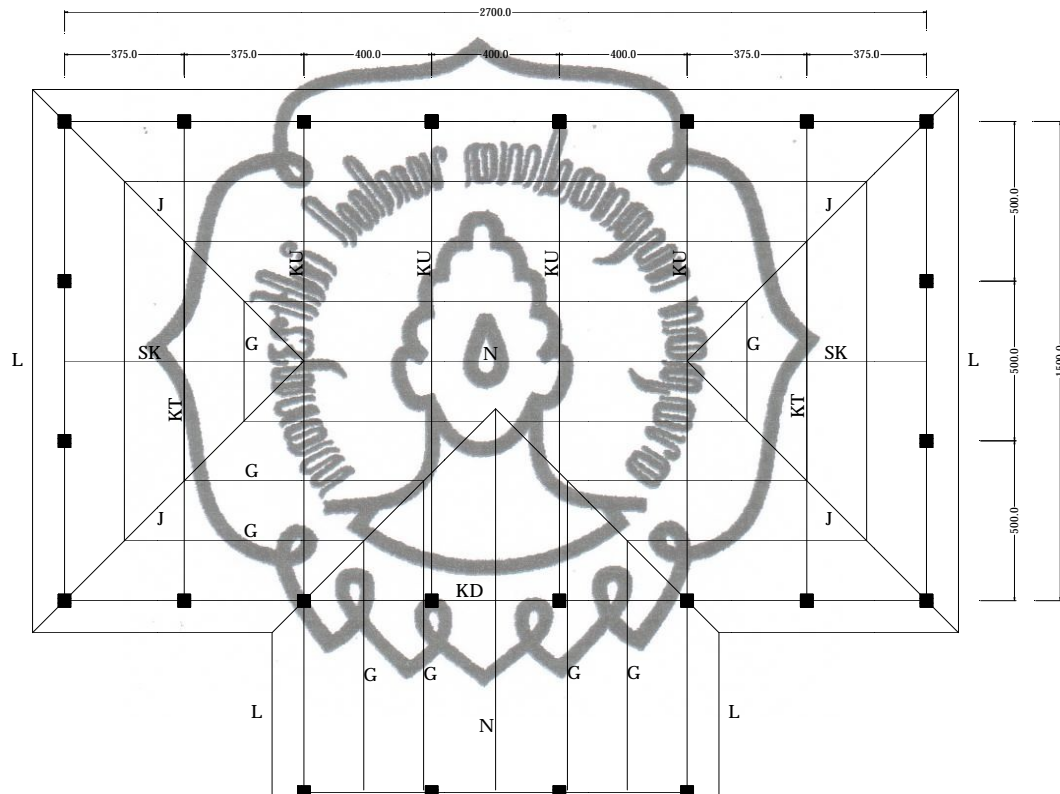


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

BAB 3 PERENCANAAN ATAP

3.1 Rencana Atap (Sistem Kuda-Kuda)



Gambar 3.1 Rencana Atap

Keterangan :

KU	= Kuda-kuda Utama	G	= Gording
KT	= Kuda-kuda Trapesium	N	= Nok
KD	= Kuda-kuda Depan	J	= Jurai
SK	= Setengah Kuda-kuda	L	= Lisplank

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

3.1.1. Dasar Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana atap adalah sebagai berikut :

- Bentuk rangka kuda-kuda : seperti gambar 3.1
- Jarak antar kuda-kuda : 4 m
- Kemiringan atap (α) : 30°
- Bahan gording : baja profil *lip channels* (\square).
- Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki (\llcorner)
- Bahan penutup atap : genteng tanah liat
- Alat sambung : baut-mur.
- Jarak antar gording : 1,875 m
- Bentuk atap : limasan
- Mutu baja profil : Bj-37

$$\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{Leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (SNI 03-1729-2002)}$$

3.2 Perencanaan Gording

3.2.1. Perencanaan Pembebanan

Dicoba menggunakan gording dengan dimensi baja profil tipe *lip channels* / kanal kait (\square). 150 x 75 x 20 x 4,5 pada perencanaan kuda-kuda dengan data sebagai berikut :

- | | | | |
|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| a. Berat gording | = 11 kg/m. | f. t_s | = 4,5 mm |
| b. I_x | = 489 cm ⁴ . | g. t_b | = 4,5 mm |
| c. I_y | = 99,2 cm ⁴ . | h. Z_x | = 65,2 cm ³ . |
| d. h | = 150 mm | i. Z_y | = 19,8 cm ³ . |
| e. b | = 75 mm | | |

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

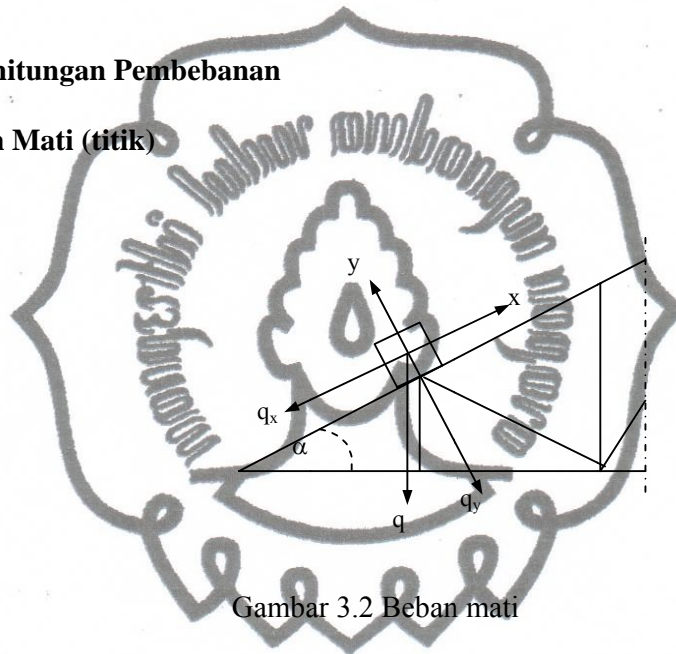
20

Pembebanan berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1989), sebagai berikut :

- Berat penutup atap = 50 kg/m^2 .
- Beban angin = 25 kg/m^2 .
- Berat hidup (pekerja) = 100 kg .
- Berat penggantung dan plafond = 18 kg/m^2

3.2.2. Perhitungan Pembebanan

a. Beban Mati (titik)



Gambar 3.2 Beban mati

Berat gording	=	11	kg/m
Berat penutup atap	=	(2,165 x 50)	= 108,25 kg/m
Berat plafon	=	(1,5 x 18)	27 kg/m
		146,25	kg/m

$$q_x = q \sin \alpha = 146,25 \times \sin 30^\circ = 73,13 \text{ kg/m.}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 146,25 \times \cos 30^\circ = 126,66 \text{ kg/m.}$$

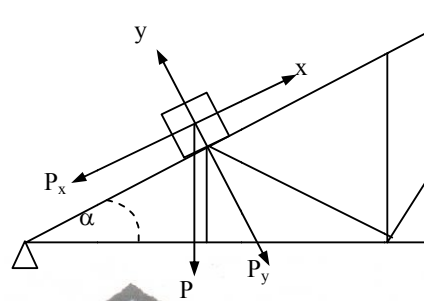
$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 126,66 \times (4)^2 = 253,32 \text{ kgm.}$$

$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 73,13 \times (4)^2 = 146,26 \text{ kgm.}$$

commit to user



b. Beban hidup



Gambar 3.3 Beban hidup

P diambil sebesar 100 kg.

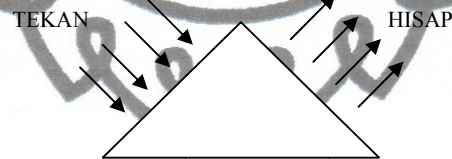
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 30^\circ = 50 \text{ kg.}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \times \cos 30^\circ = 86,603 \text{ kg.}$$

$$M_{x2} = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot L = \frac{1}{4} \times 86,603 \times 4 = 86,603 \text{ kgm.}$$

$$M_{y2} = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot L = \frac{1}{4} \times 50 \times 4 = 50 \text{ kgm.}$$

c. Beban angin



Gambar 3.4 Beban angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m² (**PPIUG 1989**)

Koefisien kemiringan atap (α) = 30°

$$\begin{aligned} 1) \text{ Koefisien angin tekan} &= (0,02\alpha - 0,4) \\ &= (0,02 \cdot 30 - 0,4) \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Koefisien angin hisap} = -0,4$$

Beban angin :

$$\begin{aligned} 1) \text{ Angin tekan } (W_1) &= \text{koef. Angin tekan} \times \text{beban angin} \times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2) \\ &= 0,2 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165) = 10,825 \text{ kg/m.} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

22

$$2) \text{ Angin hisap } (W_2) = \text{koef. Angin hisap} \times \text{beban angin} \times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2) \\ = -0,4 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165) = -21,65 \text{ kg/m.}$$

Beban yang bekerja pada sumbu x, maka hanya ada harga M_x :

$$1) M_x (\text{tekan}) = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 10,825 \times (4)^2 = 21,65 \text{ kgm.}$$

$$2) M_x (\text{hisap}) = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times -21,65 \times (4)^2 = -43,3 \text{ kgm.}$$

$$\text{Kombinasi} = 1,2D + 1,6L \pm 0,8w$$

1) M_x

$$M_{x(\text{max})} = 1,2D + 1,6L + 0,8w \\ = 1,2(253,32) + 1,6(86,603) + 0,8(21,65) = 459,87 \text{ kgm}$$

$$M_{x(\text{min})} = 1,2D + 1,6L - 0,8W \\ = 1,2(253,32) + 1,6(86,603) - 0,8(43,3) = 407,91 \text{ kgm}$$

2) M_y

$$M_{x(\text{max})} = M_{x(\text{min})} \\ = 1,2(146,26) + 1,6(50) = 255,512 \text{ kgm}$$

Tabel 3.1 Kombinasi Gaya Dalam Pada Gording

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Maksimum	Minimum
M_x (kgm)	253,32	86,603	21,65	-43,3	459,57	407,91
M_y (kgm)	146,26	50	-	-	255,512	255,512

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

23

3.2.3. Kontrol Tahanan Momen

a. Kontrol terhadap momen maksimum

$$M_{ux} = 459,57 \text{ kgm} = 459,57 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$M_{uy} = 255,512 \text{ kgm} = 255,512 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$M_{nx} = Z_x \cdot f_y = 65,2 \times 10^3 (240) = 15648000 \text{ Nmm}$$

$$M_{ny} = Z_y \cdot f_y = 19,8 \times 10^3 (240) = 4752000 \text{ Nmm}$$

Cek tahanan momen lentur

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1,0$$

$$\frac{459,57 \times 10^4}{0,9 \times 15648000} + \frac{255,512 \times 10^4}{0,9 \times 4752000} \leq 1,0$$

$$0,93 \leq 1,0 \dots\dots\dots (\text{aman})$$

3.2.4. Kontrol Terhadap Lendutan

Di coba profil : 150 x 75 x 20 x 4,5

$$E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_y = 1,2665 \text{ kg/cm}$$

$$I_x = 489 \text{ cm}^4$$

$$P_x = 50 \text{ kg}$$

$$I_y = 99,2 \text{ cm}^4$$

$$P_y = 86,603 \text{ kg}$$

$$q_x = 0,7313 \text{ kg/cm}$$

$$Z_{ijin} = \frac{1}{180} \times 400 = 2,22 \text{ cm}$$

$$Z_x = \frac{5 \cdot q_x \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$= \frac{5.0,7313(400)^4}{384.2.10^6.99,2} + \frac{50.400^3}{48.2.10^6.99,2} = 1,56 \text{ cm}$$

$$Z_y = \frac{5.qy.l^4}{384.E.I_x} + \frac{P_y.L^3}{48.E.I_x}$$


$$= \frac{5.1,2665.(400)^4}{384.2 \times 10^6.489} + \frac{86,603.(400)^3}{48.2.10^6.489} = 0,55 \text{ cm}$$

$$Z = \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2}$$

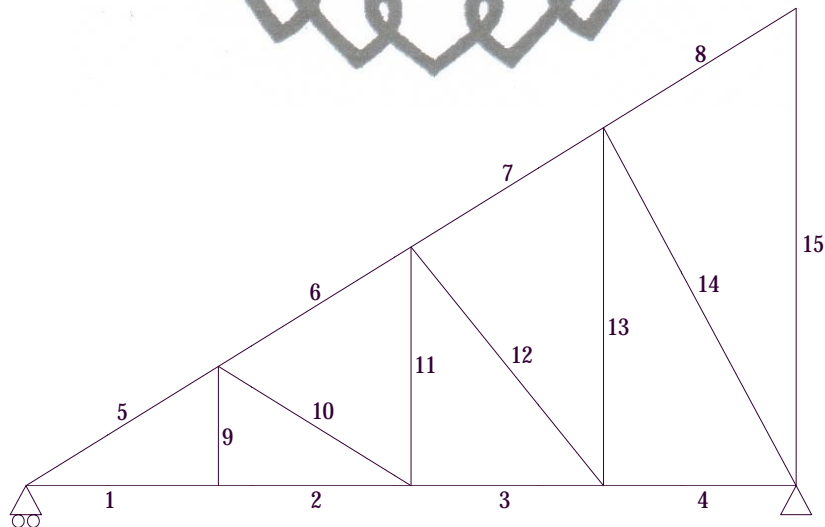
$$= \sqrt{(1,56)^2 + (0,55)^2} = 1,65 \text{ cm}$$

$$Z \leq Z_{ijin}$$

$$1,65 \text{ cm} \leq 2,22 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{aman !}$$

Jadi, baja profil *lip channels* () dengan dimensi **150 x 75 x 20 x 4,5** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.

3.3. Perencanaan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.5 Rangka Batang Setengah Kuda- kuda

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

25

3.3.1. Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

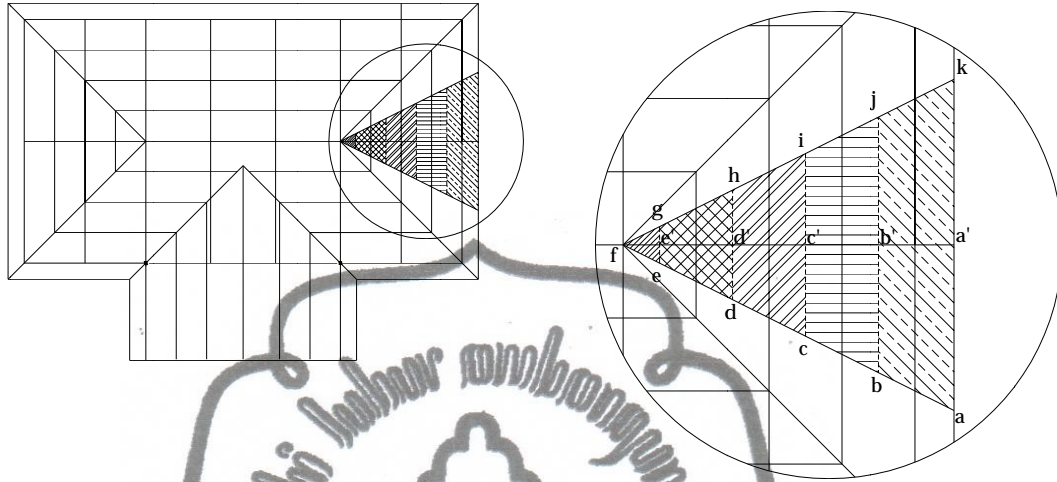
Tabel 3.2 Perhitungan Panjang Batang Pada Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	2,165
6	2,165
7	2,165
8	2,165
9	1,083
10	2,165
11	2,165
12	2,864
13	3,248
14	3,750
15	4,330

commit to user



3.2. Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.6 Luasan Atap Setengah Kuda-kuda

Panjang atap ak	= 8,5 m
Panjang atap bj	= 6,6 m
Panjang atap ci	= 4,7 m
Panjang atap dh	= 2,8 m
Panjang atap eg	= 0,9 m
Panjang atap ab	= jk = 2,166 m
Panjang atap bc	= cd = de = gh = hi = ij = 2,096 m
Panjang atap a'b'	= 1,938 m
Panjang atap b'c'	= c'd' = d'e' = 1,875 m
Panjang atap e'f'	= 0,937 m

- Luas atap **abjk**

$$= \frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b'$$

$$= \frac{1}{2} \times (8,5 + 6,6) \times 1,938$$

$$= 14,632 \text{ m}^2$$
- Luas atap **bcij**

$$= \frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$$

$$= \frac{1}{2} \times (6,6 + 4,7) \times 1,875$$

$$= 10,594 \text{ m}^2$$

commit to user

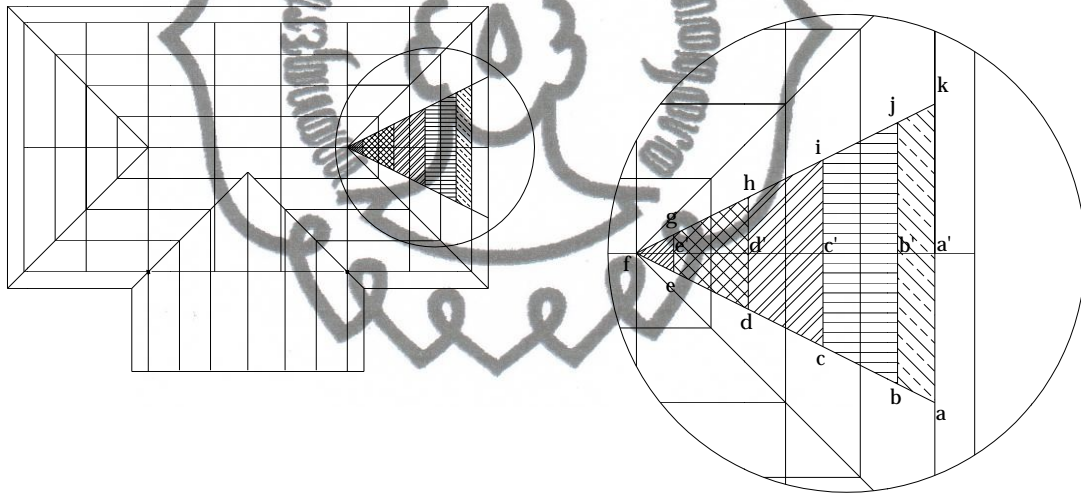


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

27

- Luas atap **cdhi** = $\frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$
 = $\frac{1}{2} \times (4,7 + 2,8) \times 1,875$
 = $7,031 \text{ m}^2$
- Luas atap **degh** = $\frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$
 = $\frac{1}{2} \times (2,8 + 0,9) \times 1,875$
 = $3,469 \text{ m}^2$
- Luas atap **efg** = $\frac{1}{2} \times eg \times e'f$
 = $\frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,937$
 = $0,422 \text{ m}^2$



Gambar 3.7 Luasan Plafon Setengah Kuda-Kuda

- Panjang atap **ak** = 7,5 m
- Panjang atap **bj** = 6,6 m
- Panjang atap **ci** = 4,7 m
- Panjang atap **dh** = 2,8 m
- Panjang atap **eg** = 0,9 m
- Panjang atap **ab** = **jk** = 2,166 m
- Panjang atap **bc** = **cd = de = gh = hi = ij** = 2,096 m

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

28

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } a'b' &= 1,938 \text{ m} \\ \text{Panjang atap } b'c' &= c'd' = d'e' = 1,875 \text{ m} \\ \text{Panjang atap } e'f' &= 0,937 \text{ m} \end{aligned}$$

- Luas plafon **abjk** = $\frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b'$
 $= \frac{1}{2} \times (7,5 + 6,6) \times 0,9$
 $= 6,345 \text{ m}^2$
- Luas plafon **bcij** = $\frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$
 $= \frac{1}{2} \times (6,6 + 4,7) \times 1,875$
 $= 10,594 \text{ m}^2$
- Luas plafon **cdhi** = $\frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$
 $= \frac{1}{2} \times (4,7 + 2,8) \times 1,875$
 $= 7,031 \text{ m}^2$
- Luas plafon **degh** = $\frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$
 $= \frac{1}{2} \times (2,8 + 0,9) \times 1,875$
 $= 3,469 \text{ m}^2$
- Luas plafon **efg** = $\frac{1}{2} \times eg \times e'f'$
 $= \frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,937$
 $= 0,422 \text{ m}^2$

3.3.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

Data-data pembebanan :

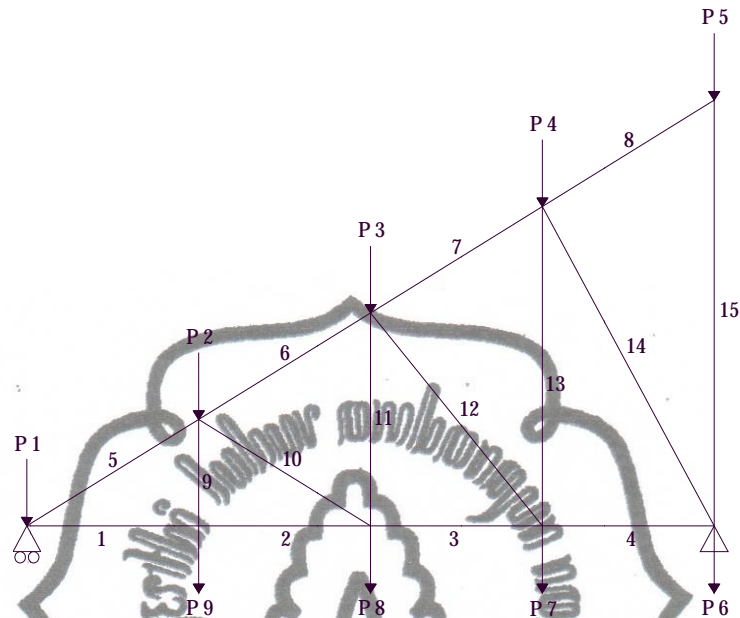
$$\begin{aligned} \text{Berat penutup atap} &= 50 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Berat profil rangka kuda-kuda} &= 25 \text{ kg/m} \\ \text{Berat profil gording} &= 11 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

29



Gambar 3.8 Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat beban mati

a) Perhitungan Beban

1) Beban Mati

Beban P₁

$$\begin{aligned} \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 7,5 \\ &= 82,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap abjk} \times \text{Berat atap} \\ &= 14,632 \times 50 \\ &= 731,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 5) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25 \\ &= 50,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 50,5 \\ &= 15,15 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

30

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 50,5 \\ &= 5,05 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas plafon } \mathbf{abjk} \times \text{berat plafon} \\ &= 6,345 \times 18 \\ &= 114,21 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₂

$$\begin{aligned} \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 5,625 \\ &= 61,875 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap } \mathbf{bcij} \times \text{berat atap} \\ &= 10,594 \times 50 \\ &= 529,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (5 + 9 + 10 + 6) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25 \\ &= 94,725 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 94,725 \\ &= 28,418 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 94,725 \\ &= 9,472 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₃

$$\begin{aligned} \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 3,75 \\ &= 41,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap } \mathbf{cdhi} \times \text{berat atap} \\ &= 7,031 \times 50 \\ &= 351,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

31

$$\begin{aligned}
 \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg}(6 + 11 + 12 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda} \\
 &= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 2,165) \times 25 \\
 &= 116,988 \text{ kg} \\
 \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,3 \times 116,988 \\
 &= 35,096 \text{ kg} \\
 \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,1 \times 116,988 \\
 &= 11,699 \text{ kg} \\
 \text{Beban } P_4 & \\
 \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\
 &= 11 \times 1,875 \\
 &= 20,625 \text{ kg} \\
 \text{Beban atap} &= \text{Luas atap} \times \text{berat atap} \\
 &= 3,469 \times 50 \\
 &= 173,45 \text{ kg} \\
 \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg}(7 + 13 + 14 + 8) \times \text{berat profil kuda kuda} \\
 &= \frac{1}{2} \times (2,165 + 3,248 + 3,750 + 2,165) \times 25 \\
 &= 141,6 \text{ kg} \\
 \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,3 \times 141,6 \\
 &= 42,48 \text{ kg} \\
 \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,1 \times 141,6 \\
 &= 14,16 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

32

Beban P₅

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap efg} \times \text{berat atap} \\ &= 0,422 \times 50 \\ &= 21,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg}(8 + 15) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,165 + 4,33) \times 25 \\ &= 81,187 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 81,187 \\ &= 24,356 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 81,187 \\ &= 8,119 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₆

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas atap efg} \times \text{berat plafon} \\ &= 0,422 \times 18 \\ &= 7,596 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg}(4 + 14 + 15) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 3,75 + 4,33) \times 25 \\ &= 124,437 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 124,437 \\ &= 37,331 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 124,437 \\ &= 12,444 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

33

Beban P₇

Beban plafon = Luas atap **degh** x berat plafon

$$= 3,469 \times 18$$

$$= 62,442 \text{ kg}$$

Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(3 + 12 + 13 + 4) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 3,248 + 1,875) \times 25$$

$$= 123,275 \text{ kg}$$

Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 123,275$$

$$= 36,982 \text{ kg}$$

Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 123,275$$

$$= 12,328 \text{ kg}$$

Beban P₈

Beban plafon = Luas atap **cdhi** x berat plafon

$$= 7,031 \times 18$$

$$= 126,558 \text{ kg}$$

Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(2 + 10 + 11 + 23) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,165 + 1,875) \times 25$$

$$= 101,000 \text{ kg}$$

Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 101,000$$

$$= 30,300 \text{ kg}$$

Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 101,000$$

$$= 10,100 \text{ kg}$$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

34

Beban P₉

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas atap bcij} \times \text{berat plafon} \\ &= 10,594 \times 18 \\ &= 190,692 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg}(1 + 9 + 2) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25 \\ &= 60,412 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 60,412 \\ &= 18,124 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 60,412 \\ &= 6,041 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 3.3 Rekapitulasi Beban Mati

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 (kg)
P ₁	731,6	82,5	50,5	5,05	15,15	114,21	999,01	999
P ₂	529,7	61,875	94,725	9,472	28,418	-	724,19	724
P ₃	351,55	41,25	116,988	11,699	35,096	-	556,583	557
P ₄	173,45	20,625	141,6	14,16	42,48	-	392,315	392
P ₅	21,1	-	81,187	8,119	24,356	-	134,762	135
P ₆	-	-	124,437	12,444	37,331	7,596	181,808	182
P ₇	-	-	123,275	12,328	36,982	62,442	235,027	235
P ₈	-	-	101,000	10,1	30,3	126,558	267,958	268
P ₉	-	-	60,412	6,041	18,124	190,692	275,269	275

commit to user

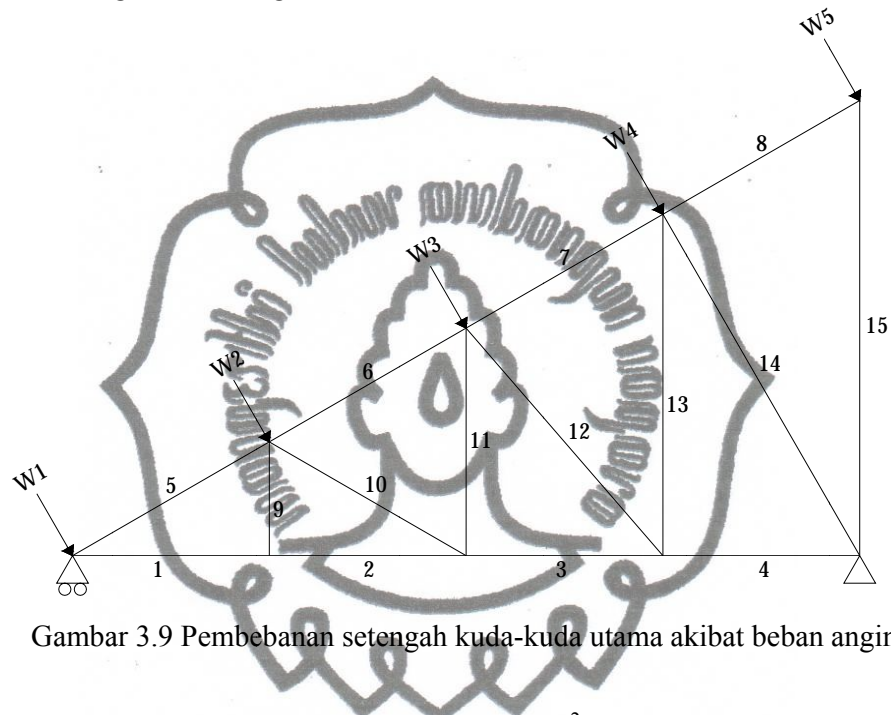


2) Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 = 100 \text{ kg}$

3) Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.9 Pembebanan setengah kuda-kuda utama akibat beban angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2 (PPIUG 1983)

$$\begin{aligned} \text{Koefisien angin tekan} &= 0,02\alpha - 0,40 \\ &= (0,02 \times 30) - 0,40 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_1 &= \text{luas atap abjk} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 14,632 \times 0,2 \times 25 = 73,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= \text{luas atap bcij} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 10,594 \times 0,2 \times 25 = 52,97 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_3 &= \text{luas atap cdhi} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 7,031 \times 0,2 \times 25 = 35,155 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_4 &= \text{luas atap degf} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 3,469 \times 0,2 \times 25 = 17,345 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

36

$$\begin{aligned}
 W_5 &= \text{luas atap efg} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 0,422 \times 0,2 \times 25 = 2,11 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.5 Perhitungan Beban Angin

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W_1	73,16	63,358	63	36,58	37
W_2	52,97	45,873	46	26,485	26
W_3	35,155	30,445	30	17,577	18
W_4	17,345	15,021	15	8,672	9
W_5	2,11	1,827	2	1,055	1

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang kuda-kuda utama sebagai berikut :

Tabel 3.6 Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-kuda

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	968,99	-
2	955,59	-
3	-	240,12
4	240,12	-
5	-	1189,21
6	307,94	-
7	-	299,41
8	-	13,54
9	375,71	-
10	-	1512,02
11	-	1825,22

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

37

12	752,69	-
13	-	211,15
14	-	559,56
15	-	449,91

3.3.4. Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 968,99 \text{ kg}$$

$$L = 2,165 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Kondisi leleh

$$P_{maks.} = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$A_g = \frac{P_{maks.}}{\phi \cdot f_y} = \frac{968,99}{0,9 \cdot 2400} = 0,4 \text{ cm}^2$$

Kondisi fraktur

$$P_{maks.} = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$P_{maks.} = \phi \cdot f_u \cdot A_n \cdot U$$

(U = 0,75 didapat dari buku LRFD hal.39)

$$A_n = \frac{P_{maks.}}{\phi \cdot f_u \cdot U} = \frac{968,99}{0,75 \cdot 3700 \cdot 0,75} = 0,465 \text{ cm}^2$$

$$i_{min} = \frac{L}{240} = \frac{216,5}{240} = 0,902 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **L 50.50.5**

Dari tabel didapat $A_g = 4,8 \text{ cm}^2$

$$i = 1,51 \text{ cm}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

38

Berdasarkan Ag kondisi leleh

$$A_g = 0,4/2 = 0,2 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan Ag kondisi fraktur

$$\text{Diameter baut} = 1/2 \cdot 2,54 = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 2 = 14,7 \text{ mm} = 1,47 \text{ cm}$$

$$A_g = A_n + n \cdot d \cdot t$$

$$= (0,465/2) + 1 \cdot 1,47 \cdot 0,5$$

$$= 0,967 \text{ cm}^2$$

$$A_g \text{ yang menentukan} = 0,967 \text{ cm}^2$$

Digunakan \perp 50.50.5 maka, luas profil $4,8 > 0,967$ (aman)

inersia $1,51 > 0,902$ (aman)

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 1825,22 \text{ kg}$$

$$L = 2,165 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil \perp 50.50.5

Dari tabel didapat nilai – nilai :

$$A_g = 2,48 = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm} = 15,1 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{50}{5} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 10 \leq 12,910$$

$$\lambda_c = \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

commit to user

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai**

39

$$= \frac{1(2165)}{15,1} \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \times 2 \times 10^5}}$$

$$= 1,58$$

Karena $\lambda_c > 1,2$ maka :

$$\omega = 1,25 \lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25 \cdot 1,58^2 = 3,12$$

$$P_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} = 960 \frac{240}{3,12} = 73846,15 \text{ N} = 7384,62 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{1825,22}{0,85 \times 7384,62} = 0,29 < 1 \dots \dots \text{ (aman)}$$

3.3.5. Perhitungan Alat Sambung**a. Batang Tekan**

Digunakan alat sambung baut-mur ($A_{490}, F_u^b = 825 \text{ Mpa} = 8250 \text{ kg/cm}^2$)

Diameter baut (\emptyset) = 12,7 mm = 1,27 cm

Diamater lubang = 1,47 cm

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \cdot 1,27 \\ &= 0,794 \text{ cm} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 0,80 cm

➤ Tegangan tumpu penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= \phi(2,4x f_u^b x d t) \\ &= 0,75(2,4 \times 8250 \times 1,27 \times 0,9) \\ &= 7406,64 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tegangan geser penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= n \times 0,5 \times f_u^b \times A_b \\ &= 2 \times 0,5 \times 8250 \times (0,25 \times 3,14 \times (1,27)^2) \\ &= 10445,544 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

40

➤ Tegangan tarik penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= 0,75 x f_u^b x A_b \\ &= 0,75 x 8250 x (0,25 x 3,14 x (1,27)^2) \\ &= 7834,158 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7406,64 \text{ kg}$

Perhitungan jumlah baut-mur :

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{1825,22}{7406,64} = 0,25 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$1) \quad 1,5d \leq S_1 \leq 3d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d = 3 \cdot 1,27 \\ &= 3,175 \text{ cm} \\ &= 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$2) \quad 2,5 d \leq S_2 \leq 7d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d_b = 1,5 \cdot 1,27 \\ &= 1,905 \text{ cm} \\ &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm = 1,27 cm

Diamater lubang = 1,47 cm

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \cdot 1,27 \\ &= 0,794 \text{ cm} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

41

Menggunakan tebal plat 0,80 cm

➤ Tegangan tumpu penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= \phi(2,4x f_u x d t) \\ &= 0,75(2,4x 3600x 1,27x 0,9) \\ &= 7406,64 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tegangan geser penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= n x 0,5 x f_u^b x A_b \\ &= 2 x 0,5 x 8250 x (0,25 x 3,14 x (1,27)^2) \\ &= 10445,544 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tegangan tarik penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= 0,75 x f_u^b x A_b \\ &= 0,75 x 8250 x (0,25 x 3,14 x (1,27)^2) \\ &= 7834,158 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7406,64 \text{ kg}$

Perhitungan jumlah baut-mur :

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{968,99}{7406,64} = 0,13 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

1) $1,5d \leq S_1 \leq 3d$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d = 2,5 \cdot 1,27 \\ &= 3,175 \text{ cm} \\ &= 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

2) $2,5 d \leq S_2 \leq 7d$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d_b = 1,5 \cdot 1,27 \\ &= 1,905 \text{ cm} \\ &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

commit to user

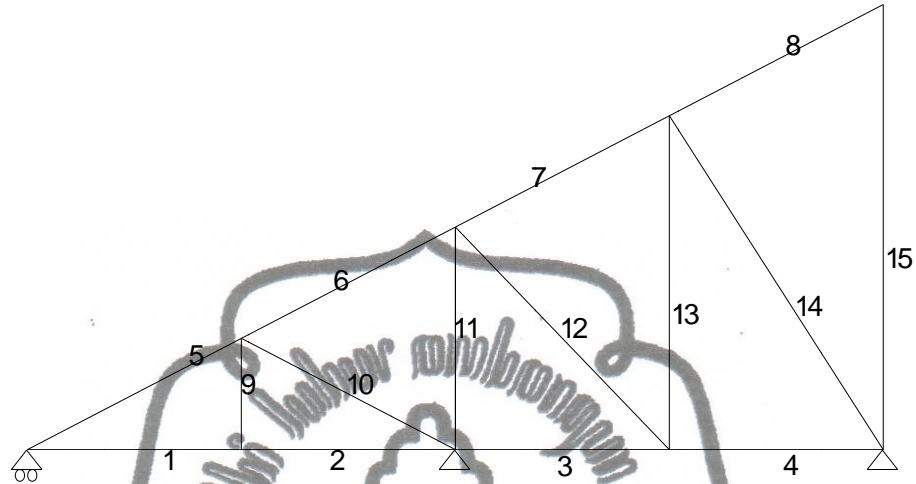


Tabel 3.7. Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
2	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
3	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
4	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
5	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
6	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
7	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
8	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
9	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
10	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
11	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
12	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
13	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
14	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7
15	┘ 50.50.5	2 Ø 12,7



3.4. Perencanaan Jurai



Gambar 3.10 Rangka Batang Jurai

3.4.1. Perhitungan Panjang Batang Jurai

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.8. Perhitungan Panjang Batang Pada Jurai

Nomor Batang	Panjang Batang (m)
1	2,652
2	2,652
3	2,652
4	2,652
5	2,864
6	2,864
7	2,864
8	2,864
9	1,083
10	2,864

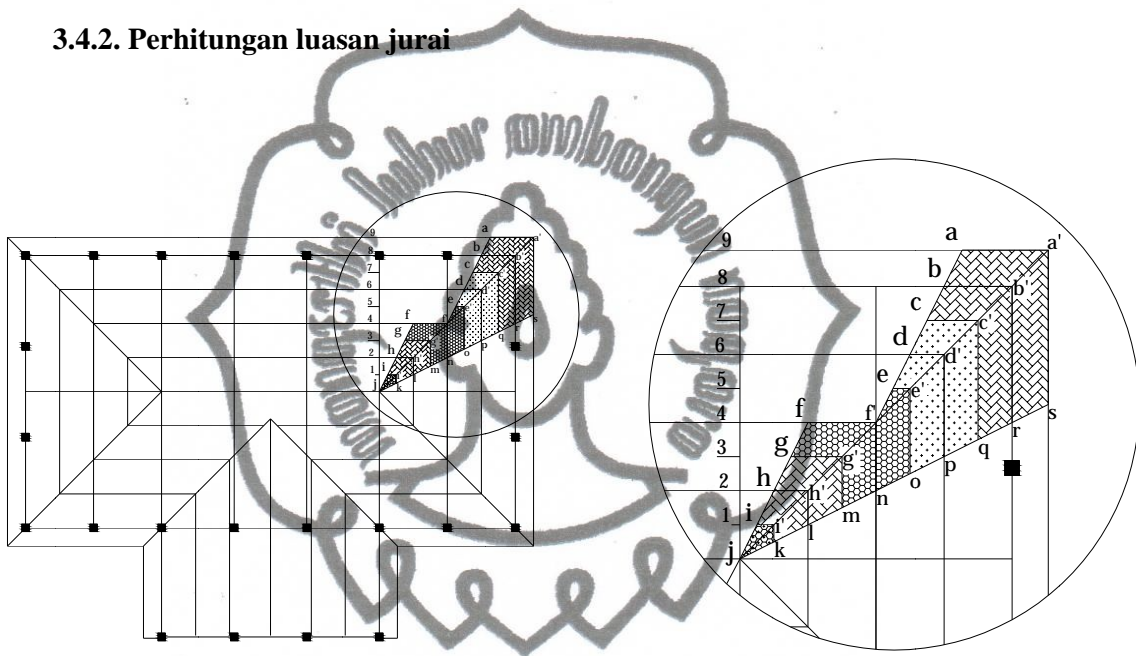
commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

11	2,165
12	3,423
13	3,226
14	4,193
15	4,330

3.4.2. Perhitungan luasan jurai



Gambar 3.11 Luasan Atap Jurai

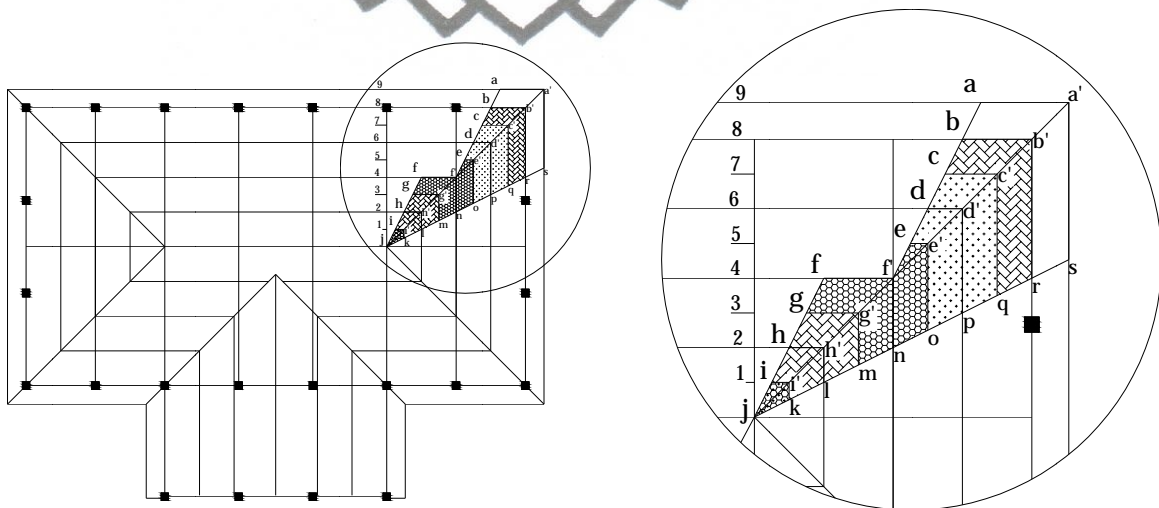
- Panjang j1 = $\frac{1}{2} \cdot 2,165 = 1,082$ m
- Panjang j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 1,082 m
- Panjang aa' = 2,375 m Panjang a's = 4,250 m
- Panjang cc' = 1,406 m Panjang c'q = 3,281 m
- Panjang ee' = 0,468 m Panjang e'o = 2,334 m
- Panjang gg' = g'm = 1,397 m
- Panjang ii' = i'k = 0,468 m

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

- Luas **aa'sqc'c** = $(\frac{1}{2} (aa' + cc') 7-9) + (\frac{1}{2} (a's + c'q) 7-9)$
 = $(\frac{1}{2} (2,375+1,406) 2 \cdot 1,082) + (\frac{1}{2} (4,250 + 3,281) 2 \cdot 1,082)$
 = 12,239 m²
- Luas **cc'qoe'e** = $(\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7) + (\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7)$
 = $(\frac{1}{2} (1,406+0,468) 2 \cdot 1,082) + (\frac{1}{2} (3,281+2,334) 2 \cdot 1,082)$
 = 8,101 m²
- Luas **ee'omg'gff'** = $(\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee') + (\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5) + (\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5)$
 = $(\frac{1}{2} \times 1,082 \times 0,468) + (\frac{1}{2} (2,334+1,397) 1,082) +$
 = $(\frac{1}{2} (1,875+1,379) 1,082)$
 = 4,042 m²
- Luas **gg'mki'i** = $(\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3) \times 2$
 = $(\frac{1}{2} (1,397 + 0,468) 2 \cdot 1,082) \times 2$
 = 2,018 m²
- Luas **jii'k** = $(\frac{1}{2} \times ii' \times j1) \times 2$
 = $(\frac{1}{2} \times 0,468 \times 1,082) \times 2$
 = 0,506 m²



Gambar 3.12 Luasan Plafon Jurai

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

46

$$\text{Panjang } j1 = \frac{1}{2} \cdot 1,875 = 0,9 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 0,9 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } bb' = 1,875 \text{ m} \quad \text{Panjang } b'r = 3,741 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } cc' = 1,406 \text{ m} \quad \text{Panjang } c'q = 3,272 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ee' = 0,468 \text{ m} \quad \text{Panjang } e'o = 2,343 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } gg' = g'm = 1,406 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ii' = i'k = 0,468 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas } bb'rqc'e &= \left(\frac{1}{2} (bb' + cc') 7-8\right) + \left(\frac{1}{2} (b'r + c'q) 7-8\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} (1,875 + 1,406) 0,9\right) + \left(\frac{1}{2} (3,741 + 3,272) 0,9\right) \\ &= 4,632 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas } cc'qoe'e &= \left(\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7\right) + \left(\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} (1,406 + 0,468) 2 \cdot 0,9\right) + \left(\frac{1}{2} (3,272 + 2,343) 2 \cdot 0,9\right) \\ &= 6,740 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas } ee'omg'gff' &= \left(\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee'\right) + \left(\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5\right) + \left(\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 0,9 \cdot 0,468\right) + \left(\frac{1}{2} (2,343 + 1,406) 0,9\right) \\ &\quad + \left(\frac{1}{2} (1,875 + 1,406) 0,9\right) \\ &= 3,374 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas } gg'mki'i &= \left(\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} (1,406 + 0,468) 2 \cdot 0,9\right) \times 2 \\ &= 3,373 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas } jii'k &= \left(\frac{1}{2} \times ii' \times j1\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 0,468 \times 0,9\right) \times 2 \\ &= 0,421 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.4.3. Perhitungan Pembebanan Jurai

Data-data pembebanan :

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat profil kuda-kuda} = 25 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat gording} = 11 \text{ kg/m}$$

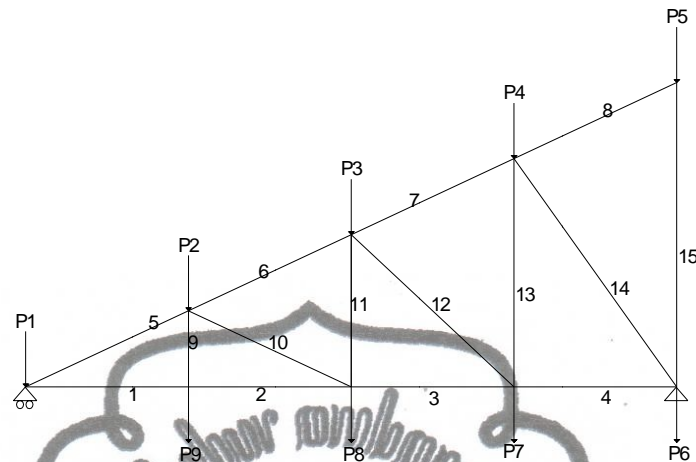
$$\text{Berat plafon dan penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2$$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

47



Gambar 3.13 Pembebanan Jurai Akibat Beban Mati

a. Perhitungan Beban

1) Beban Mati

Beban P₁

$$\begin{aligned} \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \text{ bb'r} \\ &= 11 \times (1,875 + 3,741) \\ &= 64,776 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap} \text{ aa'sqc'c} \times \text{berat atap} \\ &= 12,239 \times 50 \\ &= 611,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas plafon} \text{ bb'rqc'c'} \times \text{berat plafon} \\ &= 4,632 \times 18 \\ &= 83,376 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 5) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,652 + 2,864) \times 25 \\ &= 68,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 68,95 \\ &= 20,685 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

48

$$\begin{aligned}
 \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,1 \times 68,95 \\
 &= 6,895 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban P₂

$$\begin{aligned}
 \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \text{ dd'p} \\
 &= 11 \times (0,937 + 2,812) \\
 &= 28,983 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban atap} &= \text{Luas atap} \text{ ce'qoe'e} \times \text{berat atap} \\
 &= 8,101 \times 50 \\
 &= 405,05 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (5 + 9 + 10 + 6) \times \text{berat profil kuda kuda} \\
 &= \frac{1}{2} \times (2,864 + 1,083 + 2,864 + 2,864) \times 25 \\
 &= 120,937 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,3 \times 120,937 \\
 &= 36,281 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\
 &= 0,1 \times 120,937 \\
 &= 12,094 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban P₃

$$\begin{aligned}
 \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \text{ ff'n} \\
 &= 11 \times (1,875 + 1,875) \\
 &= 41,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban atap} &= \text{Luas atap} \text{ ee'omg'gff' x berat atap} \\
 &= 4,042 \times 50 \\
 &= 202,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (6 + 11 + 12 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda} \\
 &= \frac{1}{2} \times (2,864 + 2,165 + 3,423 + 2,864) \times 25 \\
 &= 146,963 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

49

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 146,963 \\ &= 15,696 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 146,963 \\ &= 47,089 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₄

$$\begin{aligned} \text{Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \text{ hh}' \\ &= 11 \times (0,937 + 0,937) \\ &= 20,614 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap} \text{ g' mki' i} \times \text{berat atap} \\ &= 2,018 \times 50 \\ &= 100,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (7 + 13 + 15 + 8) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,864 + 3,226 + 4,193 + 2,864) \times 25 \\ &= 164,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 164,338 \\ &= 16,434 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 164,338 \\ &= 49,301 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₅

$$\begin{aligned} \text{Beban atap} &= \text{Luas atap} \text{ jii' k} \times \text{berat atap} \\ &= 0,506 \times 50 \\ &= 25,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (8 + 15) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,864 + 4,33) \times 25 \\ &= 89,925 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

50

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 89,925 \\ &= 8,992 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 89,925 \\ &= 26,977 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₆

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas plafon jii'k} \times \text{berat plafon} \\ &= 0,421 \times 18 \\ &= 7,578 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (15 + 14 + 4) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (4,33 + 4,193 + 2,652) \times 25 \\ &= 139,687 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 139,687 \\ &= 13,969 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 139,687 \\ &= 41,906 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₇

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas plafon gg'mki'i} \times \text{berat plafon} \\ &= 3,373 \times 18 \\ &= 60,714 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (4 + 12 + 13 + 3) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,652 + 3,226 + 3,423 + 2,652) \times 25 \\ &= 149,412 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 149,412 \\ &= 14,941 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

51

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 149,412 \\ &= 44,824 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₈

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas plafon ee'omg'gff} \times \text{berat plafon} \\ &= 3,374 \times 18 \\ &= 60,732 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (3 + 11 + 4 + 10) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,652 + 2,652 + 3,423 + 2,864) \times 25 \\ &= 144,887 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 144,887 \\ &= 14,487 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 144,887 \\ &= 43,466 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban P₉

$$\begin{aligned} \text{Beban plafon} &= \text{Luas plafon cc'qoe'e} \times \text{berat plafon} \\ &= 6,74 \times 18 \\ &= 121,32 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (2 + 9 + 1) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,652 + 1,083 + 2,652) \times 25 \\ &= 79,837 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 79,837 \\ &= 7,984 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 79,837 \\ &= 23,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

52

Tabel 3.9. Rekapitulasi Pembebanan Jurai

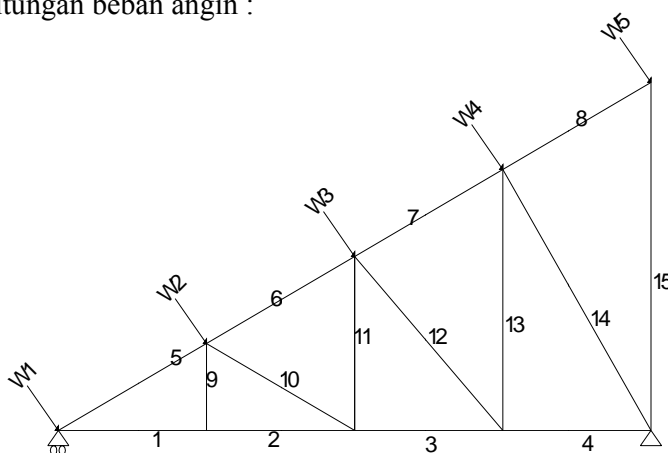
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P ₁	611,95	64,776	68,950	6,895	20,685	83,376	856,632	857
P ₂	405,05	28,983	120,937	12,094	36,281	-	603,345	603
P ₃	202,1	41,25	146,963	15,696	47,089	-	453,098	453
P ₄	100,9	20,614	164,338	16,434	49,301	-	351,587	352
P ₅	25,3	-	89,925	8,992	26,977	-	151,194	152
P ₆	-	-	139,687	13,969	41,906	7,578	203,14	203
P ₇	-	-	149,412	14,941	44,824	60,714	269,891	270
P ₈	-	-	144,887	14,487	43,466	60,732	263,572	264
P ₉	-	-	79,837	7,984	23,951	121,32	233,092	233

2) Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ = 100 kg

3) Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.14 Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

53

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².

$$\begin{aligned} \text{Koefisien angin tekan} &= 0,02\alpha - 0,40 \\ &= (0,02 \times 30) - 0,40 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_1 &= \text{luas atap aa'sqc'c} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 12,239 \times 0,2 \times 25 \\ &= 61,195 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= \text{luas atap cc'qoe'e} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 8,101 \times 0,2 \times 25 \\ &= 40,505 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_3 &= \text{luas atap ee'omg'gff'} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 4,042 \times 0,2 \times 25 \\ &= 20,21 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_4 &= \text{luas atap gg'mki'i} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 2,018 \times 0,2 \times 25 \\ &= 10,09 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_5 &= \text{luas atap jii'k} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 0,506 \times 0,2 \times 25 \\ &= 2,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 3.10. Perhitungan beban angin

Beban Angin	Beban (kg)	Wx W.Cos α (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy W.Sin α (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W ₁	61,195	56,740	57	22,924	23
W ₂	40,505	37,555	38	15,173	16
W ₃	20,21	18,738	19	7,570	8
W ₄	10,09	9,355	10	3,780	4
W ₅	2,53	2,346	3	0,948	1

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

54

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang jurai sebagai berikut :

Tabel 3.11. Rekapitulasi Gaya Batang Jurai

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	746,24	-
2	724,90	-
3	-	260,05
4	260,05	-
5	-	866,19
6	931,92	-
7	358,64	-
8	849,26	-
9	360,28	-
10	-	1795,09
11	-	1514,32
12	693,36	-
13	70,92	-
14	-	789,80
15	-	50,39

commit to user



3.4.4. Perencanaan Profil jurai

a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{\text{maks.}} = 931,92 \text{ kg}$$

$$L = 2,864 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Kondisi leleh

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$A_g = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_y} = \frac{931,92}{0,9 \cdot 2400} = 0,43 \text{ cm}^2$$

Kondisi fraktur

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_n \cdot U$$

(U = 0,75 didapat dari buku LRFD hal.39)

$$A_n = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_u \cdot U} = \frac{931,92}{0,75 \cdot 3700 \cdot 0,75} = 0,45 \text{ cm}^2$$

$$i_{\text{min}} = \frac{L}{240} = \frac{286,4}{240} = 1,19 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 50.50.5**

Dari tabel didapat $A_g = 4,8 \text{ cm}^2$

$$i = 1,51 \text{ cm}$$

Berdasarkan A_g kondisi leleh

$$A_g = 0,43/2 = 0,215 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan A_g kondisi fraktur

$$\text{Diameter baut} = 1/2 \cdot 2,54 = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 2 = 14,7 \text{ mm} = 1,47 \text{ cm}$$

$$A_g = A_n + n \cdot d \cdot t$$

$$= (0,45/2) + 1 \cdot 1,47 \cdot 0,5$$

$$= 0,96 \text{ cm}^2$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

56

Ag yang menentukan = $0,96 \text{ cm}^2$

Digunakan $\perp 50.50.5$ maka, luas profil $4,8 > 0,96$ (aman)

inersia $1,51 > 1,19$ (aman)

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 1795,09 \text{ kg}$$

$$L = 2,864 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil $\perp 50.50.5$

Dari tabel didapat nilai – nilai :

$$A_g = 2.4,8 = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,51 \text{ cm} = 15,1 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{50}{5} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 10 \leq 12,910$$

$$\lambda_c = \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

$$= \frac{1(2864)}{15,1} \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \times 2 \times 10^5}}$$

$$= 2,09$$

Karena $\lambda_c > 1,2$ maka :

$$\omega = 1,25 \lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25 \cdot 2,09^2 = 5,46$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

57

$$P_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} = 960 \frac{240}{5,46} = 42197,8 \text{ N} = 4219,78 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{2054,61}{0,85 \times 4219,78} = 0,57 < 1 \text{ (aman)}$$

3.4.5. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm = 1,27 cm

Diamater lubang = 1,47 cm

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d
 = 0,625 . 1,27
 = 0,794 cm

Menggunakan tebal plat 0,80 cm

➤ Tegangan tumpu penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= \phi(2,4x f_u x d t) \\ &= 0,75(2,4 \times 3600 \times 1,27 \times 0,9) \\ &= 7406,64 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tegangan geser penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= n x 0,5 x f_u^b x A_b \\ &= 2 \times 0,5 \times 8250 \times (0,25 \times 3,14 \times (1,27)^2) \\ &= 10445,544 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tegangan tarik penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= 0,75 x f_u^b x A_b \\ &= 0,75 \times 8250 \times (0,25 \times 3,14 \times (1,27)^2) \\ &= 7834,158 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7406,64 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

58

Perhitungan jumlah baut-mur :

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{tumpu}}} = \frac{1795,09}{7406,64} = 0,242 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut (SNI Pasal 13.14) :

$$1) \quad 1,5d \leq S_1 \leq 3d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d_b = 2,5 \cdot 1,27 \\ &= 3,175 \text{ cm} \\ &= 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$2) \quad 2,5 d \leq S_2 \leq 7d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 1,5 \cdot 1,27 \\ &= 1,905 \text{ cm} \\ &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur

$$\text{Diameter baut } (\varnothing) = 12,7 \text{ mm} = 1,27 \text{ cm}$$

$$\text{Diamater lubang} = 1,47 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \cdot 1,27 \\ &= 0,794 \text{ cm} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 0,80 cm

➤ Tegangan tumpu penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= \phi(2,4x f_u x d t) \\ &= 0,75(2,4x 3600x 1,27x 0,9) \\ &= 7406,64 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tegangan geser penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= n x 0,5 x f_u^b x A_b \\ &= 2 x 0,5 x 8250 x (0,25 x 3,14 x (1,27)^2) \\ &= 10445,544 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

59

➤ Tegangan tarik penyambung

$$\begin{aligned} R_n &= 0,75 x f_u^b x A_b \\ &= 0,75 x 8250 x (0,25 x 3,14 x (1,27)^2) \\ &= 7834,158 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7406,64 \text{ kg}$

Perhitungan jumlah baut-mur :

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{931,92}{7406,64} = 0,126 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut (SNI Pasal 13.14) :

$$1) \quad 1,5d \leq S_1 \leq 3d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d_b = 2,5 \cdot 1,27 \\ &= 3,175 \text{ cm} \\ &= 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$2) \quad 2,5 d \leq S_2 \leq 7d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d = 1,5 \cdot 1,27 \\ &= 1,905 \text{ cm} \\ &= 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

commit to user

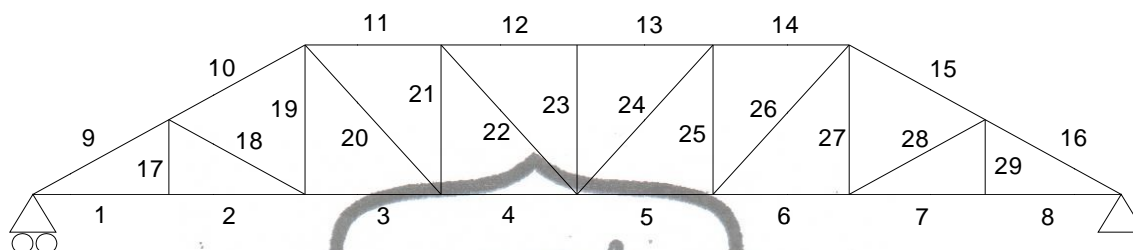


Tabel 3.12. Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
2	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
3	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
4	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
5	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
6	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
7	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
8	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
9	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
10	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
11	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
12	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
13	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
14	└ 50.50.5	2 Ø 12,7
15	└ 50.50.5	2 Ø 12,7



3.5. Perencanaan Kuda-kuda Trapesium



Gambar 3.15. Rangka Batang Kuda-kuda Trapesium

Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.13. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	1,875
6	1,875
7	1,875
8	1,875
9	2,165
10	2,165
11	1,875
12	1,875
13	1,875

commit to user

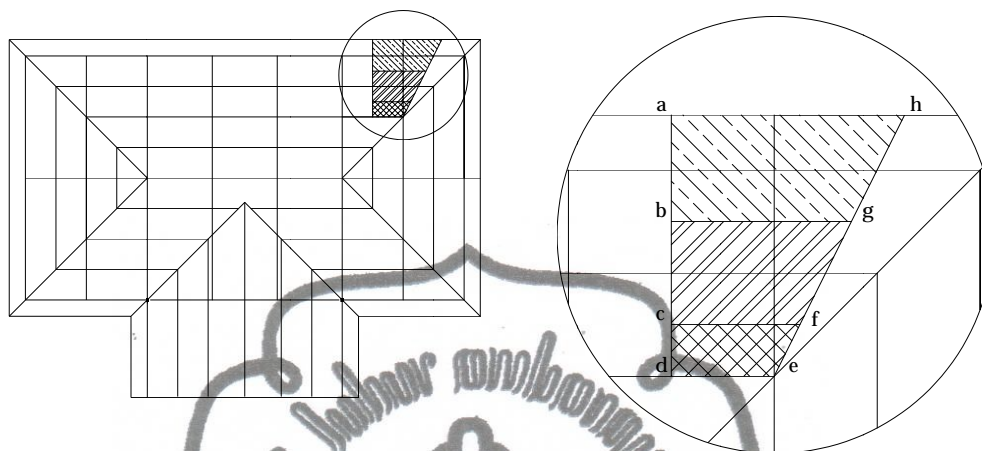
**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai***

14	1,875
15	2,165
16	2,165
17	1,083
18	2,165
19	2,165
20	2,864
21	2,165
22	2,864
23	2,165
24	2,864
25	2,165
26	2,864
27	2,165
28	2,165
29	1,083

commit to user



3.5.1 Perhitungan luasan kuda-kuda trapesium



Gambar 3.16. Luasan Atap Kuda-kuda Trapesium

$$\text{Panjang ah} = 4,250 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bg} = 3,281 \text{ m}$$

$$\text{Panjang cf} = 2,344 \text{ m}$$

$$\text{Panjang de} = 1,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 1,937 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bc} = 1,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang cd} = 0,937 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas abgh} &= \left(\frac{ah + bg}{2} \right) \times ab \\ &= \left(\frac{4,250 + 3,281}{2} \right) \times 1,937 \\ &= 7,288 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas bcfg} &= \left(\frac{bg + cf}{2} \right) \times bc \\ &= \left(\frac{3,281 + 2,344}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,272 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user

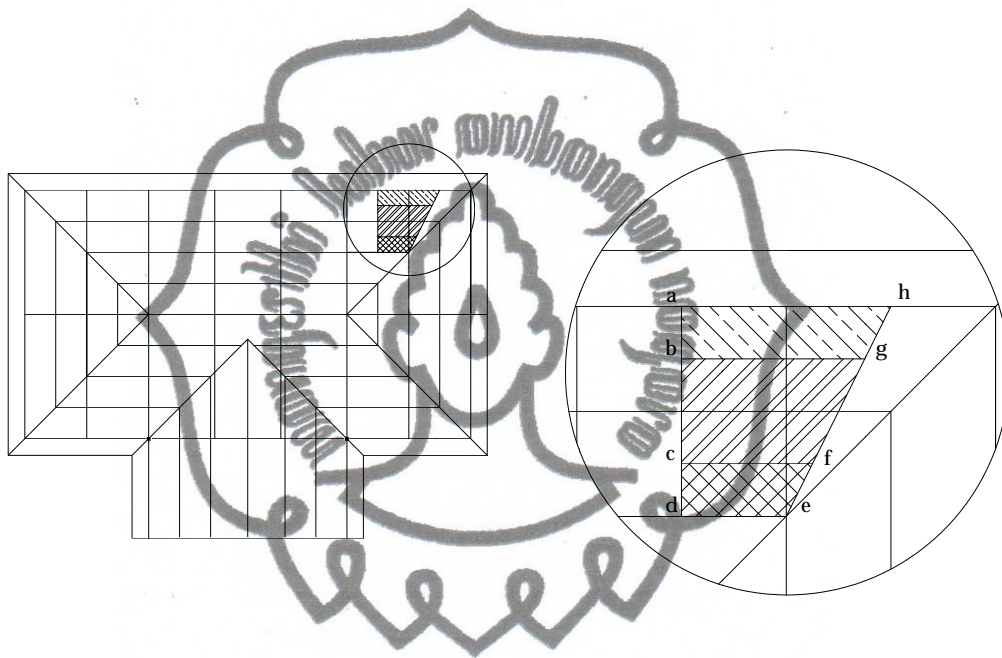


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

64

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Luas cdef} &= \left(\frac{cf + de}{2} \right) \times cd \\
 &= \left(\frac{2,344 + 1,875}{2} \right) \times 0,937 \\
 &= 1,976 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 3.17. Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium

Panjang ah = 3,750 m

Panjang bg = 3,281 m

Panjang cf = 2,344 m

Panjang de = 1,875 m

Panjang ab = 1,937 m

Panjang bc = 1,875 m

Panjang cd = 0,937 m

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

65

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas abgh} &= \left(\frac{ah + bg}{2} \right) \times ab \\ &= \left(\frac{3,750 + 3,281}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 3,163 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas bcfg} &= \left(\frac{bg + cf}{2} \right) \times bc \\ &= \left(\frac{3,281 + 2,344}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,272 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas cdef} &= \left(\frac{cf + de}{2} \right) \times cd \\ &= \left(\frac{2,344 + 1,875}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 1,976 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.5.2 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

Data-data pembebanan :

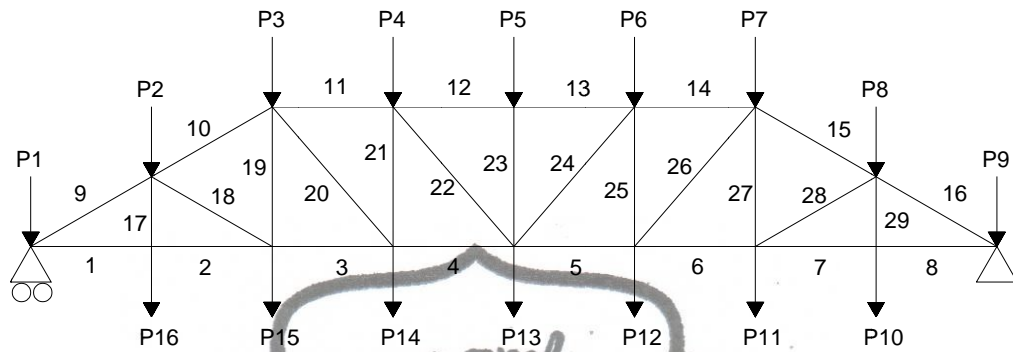
Berat gording	= 11	kg/m
Berat penutup atap	= 50	kg/m ²
Berat profil	= 25	kg/m

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

66



Gambar 3.18. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Mati

a. Beban Mati

Beban $P_1 = P_9$

- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 3,75 = 41,25 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 7,288 \times 50 = 364,4 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 3,163 \times 18 = 56,93 \text{ kg}$
- d) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25$
 $= 50,5 \text{ kg}$
- e) Beban plat sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 50,5 = 15,15 \text{ kg}$
- f) Beban bracing = $10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 50,5 = 5,05 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

67

Beban P2 = P8

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
 $= 11 \times 2,813 = 30,94 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
 $= 5,273 \times 50 = 263,65 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (9+17+18+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$
 $= 94,725 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 94,725 = 28,417 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 94,725 = 9,472 \text{ kg}$

Beban P3 = P7

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
 $= 11 \times 1,875 = 20,625 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
 $= 1,977 \times 50 = 98,85 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25$
 $= 113,362 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 113,362 = 34,009 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 113,362 = 11,336 \text{ k}$
- f) Beban reaksi = reaksi jurai
 $= 2630,62 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

68

Beban P4 = P6

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25$
 = 109,737 kg
- b) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 = 30 % \times 109,737 = 32,921 kg
- c) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 = 10 % \times 109,737 = 10,974 kg

Beban P5

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 1,875) \times 25$
 = 73,937 kg
- b) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 = 30 % \times 73,937 = 22,181 kg
- c) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 = 10 % \times 79,937 = 7,994 kg
- d) Beban reaksi = reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda
 = 2599,35 kg

Beban P10 = P16

- a) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 = 5,050 \times 18 = 90,900 kg
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (8 + 29 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25$
 = 60,412 kg
- c) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 = 30 % \times 60,412 = 18,124 kg
- d) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 = 10 % \times 60,412 = 6,041 kg

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

69

Beban P11 = P15

- a) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 1,976 \times 18 = 35,56 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+28+27+6) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,165 + 1,875) \times 25$
 $= 101 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 101 = 30,3 \text{ kg}$
- d) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 101 = 10,1 \text{ kg}$
- e) Beban reaksi = reaksi jurai
 $= 2630,62 \text{ kg}$

Beban P12 = P14

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 2,165 + 1,875) \times 25$
 $= 109,737 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung = 30% \times beban kuda-kuda
 $= 30\% \times 109,737 = 32,921 \text{ kg}$
- c) Beban bracing = 10% \times beban kuda-kuda
 $= 10\% \times 109,737 = 10,974 \text{ kg}$

Beban P13

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25$
 $= 145,537 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 145,537 = 43,661 \text{ kg}$
- c) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 145,537 = 14,554 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

70

- d) Beban reaksi = reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda
= 2599,35 kg

Tabel 3.14. Rekapitulasi Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	364,4	41,25	50,5	5,05	15,15	56,93	-	518,23	518
P2=P8	263,6	31,02	94,725	9,472	28,417	-	-	427,234	427
P3=P7	98,8	20,625	113,362	11,336	34,009	-	2630,62	2734,31	2734
P4=P6	-	-	109,737	10,974	39,921	-	-	160,632	161
P5	-	-	73,937	7,394	22,181	-	2599,35	2702,86	2703
P10=P16	-	-	60,412	6,041	18,124	94,89	-	179,467	179
P11=P15	-	-	101	10,1	30,3	35,56	2630,62	2807,58	2808
P12=P14	-	-	109,737	10,974	32,921	-	-	153,632	154
P13	-	-	145,537	14,554	43,661	-	2599,35	2803,102	2803

b. Beban Hidup

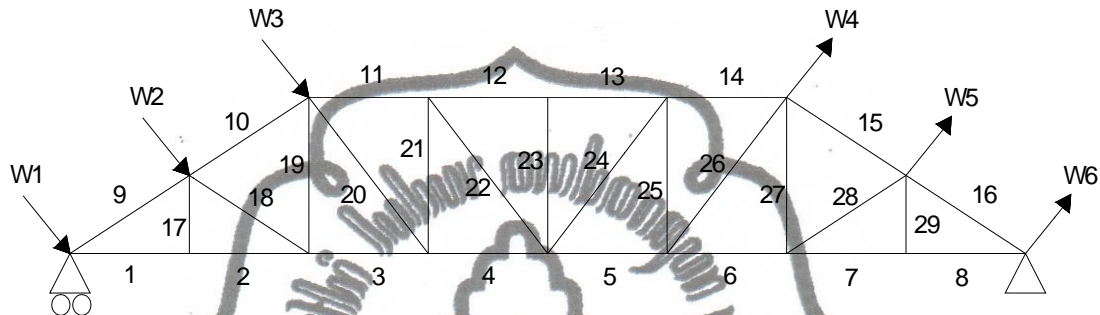
Beban hidup yang bekerja pada P1, P2, P4, P5, P6, P8, P9 = 100 kg

commit to user



c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.19. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².

$$1) \text{ Koefisien angin tekan} = 0,02\alpha - 0,40$$

$$= (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,02$$

- a) $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,288 \times 0,2 \times 25 = 36,44 \text{ kg}$
- b) $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 5,272 \times 0,2 \times 25 = 26,36 \text{ kg}$
- c) $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 1,976 \times 0,2 \times 25 = 9,88 \text{ kg}$

$$2) \text{ Koefisien angin hisap} = - 0,40$$

- a) $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 1,976 \times -0,4 \times 25 = -19,76 \text{ kg}$
- b) $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 5,272 \times -0,4 \times 25 = -52,72 \text{ kg}$
- c) $W6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,288 \times -0,4 \times 25 = -72,88 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

72

Tabel 3.15. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W.Cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W.Sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W_1	36,44	31,55	32	18,22	19
W_2	26,36	22,828	23	13,18	14
W_3	9,88	8,556	9	4,94	5
W_4	-19,76	-17,112	-18	-9,88	-10
W_5	-52,72	-45,656	-46	-26,36	-27
W_6	-72,88	-63,116	-64	-36,44	-37

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang jurai sebagai berikut :

Tabel 3.16. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Trapesium

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	20568,01	
2	20640,52	
3	20059,97	
4	23683,57	
5	23659,17	
6	20010,95	
7	20537,62	
8	20464,30	
9		23839,86
10		23171,65
11		23683,53
12		26648,83
13		26648,69
14		23658,83
15		23139,82
16		23808,56

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

73

17	59,83	
18		694,09
19	3932,02	
20	5462,47	
21		3821,26
22	4474,31	
23		3394,59
24	4511,30	
25		3849,12
26	5499,50	
27	3900,48	
28		632,28
29	73,54	

3.5.3 Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{\text{maks.}} = 23683,57 \text{ kg}$$

$$L = 1,875 \text{ m}$$

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Kondisi leleh

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$A_g = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_y} = \frac{23683,57}{0,9 \cdot 2400} = 10,96 \text{ cm}^2$$

commit to user

**Kondisi fraktur**

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$$

$$L = 4 \times 3d \\ = 4 \times 3.1,27 = 15,24 \text{ cm}$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} = 1 - \frac{2,42}{15,24} = 0,84$$

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_n \cdot U$$

$$A_n = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_u \cdot U} = \frac{23683,57}{0,75 \cdot 3700 \cdot 0,84} = 10,16 \text{ cm}^2$$

$$i_{\text{min}} = \frac{L}{240} = \frac{187,5}{240} = 0,781 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 90.90.9**

Dari tabel didapat $A_g = 15,5 \text{ cm}^2$

$$i = 2,54 \text{ cm}$$

Berdasarkan A_g kondisi leleh

$$A_g = 10,96/2 = 5,48 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan A_g kondisi fraktur

$$\text{Diameter baut} = 1/2 \cdot 2,54 = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 2 = 14,7 \text{ mm} = 1,47 \text{ cm}$$

$$A_g = A_n + n \cdot d \cdot t$$

$$= (10,16/2) + 1 \cdot 1,47 \cdot 0,9$$

$$= 6,403 \text{ cm}^2$$

$$A_g \text{ yang menentukan} = 6,403 \text{ cm}^2$$

Digunakan **┘ 90.90.9** maka, luas profil $15,50 > 6,403$ (aman)

$$\text{inersia } 2,54 > 0,781 \text{ (aman)}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

75

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{maks.} = 26648,83 \text{ kg}$$

$$L = 1,875 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **1 90.90.9**

Dari tabel didapat nilai – nilai :

$$A_g = 2.15,5 = 31 \text{ cm}^2$$

$$r = 2,54 \text{ cm} = 25,4 \text{ mm}$$

$$b = 90 \text{ mm}$$

$$t = 9 \text{ mm}$$

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{90}{9} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 10 \leq 12,910$$

$$\lambda_c = \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

$$= \frac{1(1875)}{25,4} \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \times 2 \times 10^5}}$$

$$= 0,814$$

Karena $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka :

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,814} = 1,36$$

$$P_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} = 3100 \frac{240}{1,36} = 547058,82 \text{ N} = 54705,89 \text{ kg}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

76

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{26648,83}{0,85 \times 54705,89} = 0,57 < 1 \dots\dots (\text{aman})$$

3.6.5. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)

Diameter lubang = 14,7 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d_b \\ &= 0,625 \cdot 12,7 = 7,94 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{tumpu}}} = \frac{26648,83}{7612,38} = 3,5 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$3d \leq S \leq 15t \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

Diambil, $S_1 = 4 d_b = 4 \cdot 12,7$

$$= 50,8 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

77

$$1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_2 = 2 d_b = 2 \cdot 12,7$$

$$= 25,40 \text{ mm}$$

$$= 25 \text{ mm}$$

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm (1/2 inches)

Diameter lubang = 14,7 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d_b \\ &= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{23683,57}{7612,38} = 3,11 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$1,5d \leq S_1 \leq 3d$$

$$\text{Diambil, } S_1 = 2,5 d_b = 2,5 \cdot 12,7$$

$$= 31,75 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

78

$$2,5 d \leq S_2 \leq 7d$$

$$\text{Diambil, } S_2 = 5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$$

$$= 6,35 \text{ mm}$$

$$= 60 \text{ mm}$$

Tabel 3.17. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
2	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
3	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
4	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
5	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
6	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
7	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
8	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
9	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
10	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
11	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
12	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
13	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
14	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
15	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
16	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
17	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
18	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
19	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
20	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
21	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
22	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7

commit to user

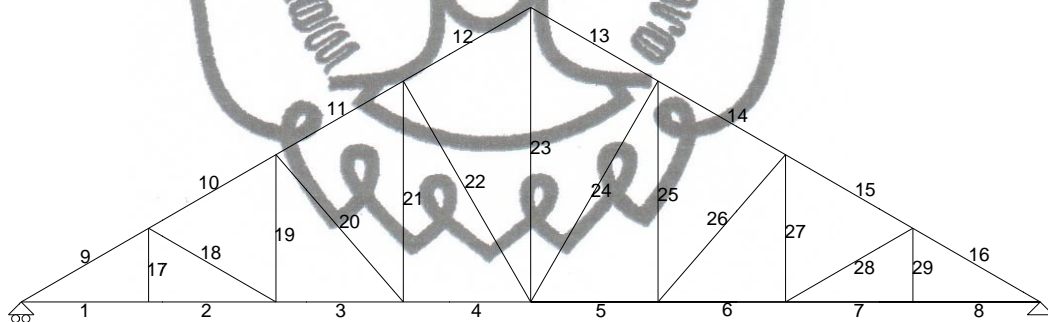


Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

23	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
24	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
25	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
26	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
27	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
28	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7
29	┴ 90. 90. 9	4 Ø 12,7

3.6. Perencanaan Kuda-kuda Utama A (KKA)

3.6.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda A



Gambar 3.20. Rangka Batang Kuda-kuda Utama A

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.18. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Utama A

No batang	Panjang batang
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875

commit to user

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai**

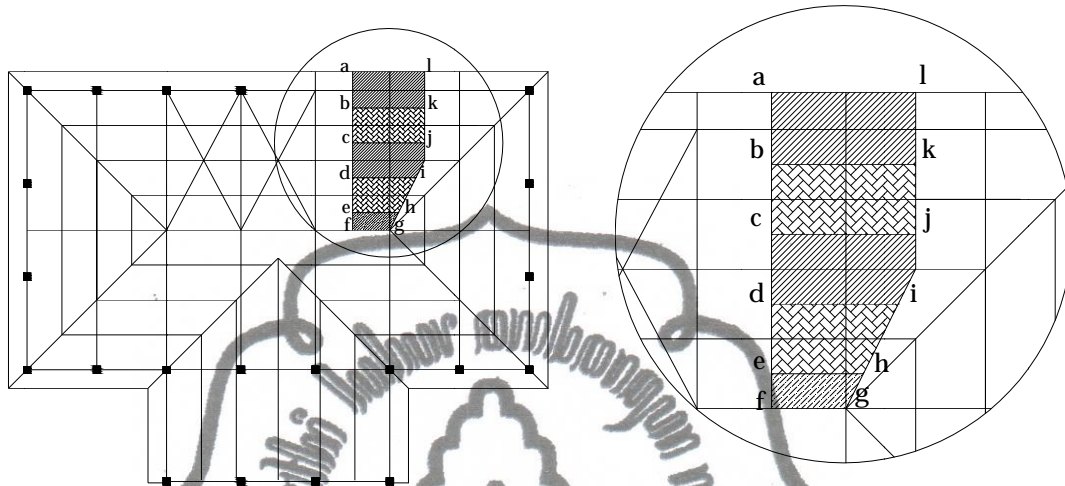
80

5	1,875
6	1,875
7	1,875
8	1,875
9	2,165
10	2,165
11	2,165
12	2,165
13	2,165
14	2,165
15	2,165
16	2,165
17	1,083
18	2,165
19	2,165
20	2,864
21	3,248
22	3,750
23	4,330
24	3,750
25	3,248
26	2,864
27	2,165
28	2,165
29	1,083

commit to user



3.6.2. Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda Utama A



Gambar 3.21. Luasan Atap Kuda-kuda Utama A

$$\text{Panjang al} = \text{Panjang bk} = \text{Panjang cj} = 3,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang di} = 3,406 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eh} = 2,468 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = 2,000 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 1,937 \text{ m}, bc = cd = de = 1,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ef} = \frac{1}{2} \cdot 1,875 = 0,937 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas abkl} &= al \times ab \\ &= 3,875 \times 1,937 = 7,505 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas bcjk} &= bk \times bc \\ &= 3,875 \times 1,875 = 7,265 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas cdij} &= (cj \times \frac{1}{2} cd) + \left(\frac{cj + di}{2} \times \frac{1}{2} cd \right) \\ &= (3,875 \times \frac{1}{2} \cdot 1,875) + \left(\frac{3,875 + 3,406}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 1,875 \right) \\ &= 7,042 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user

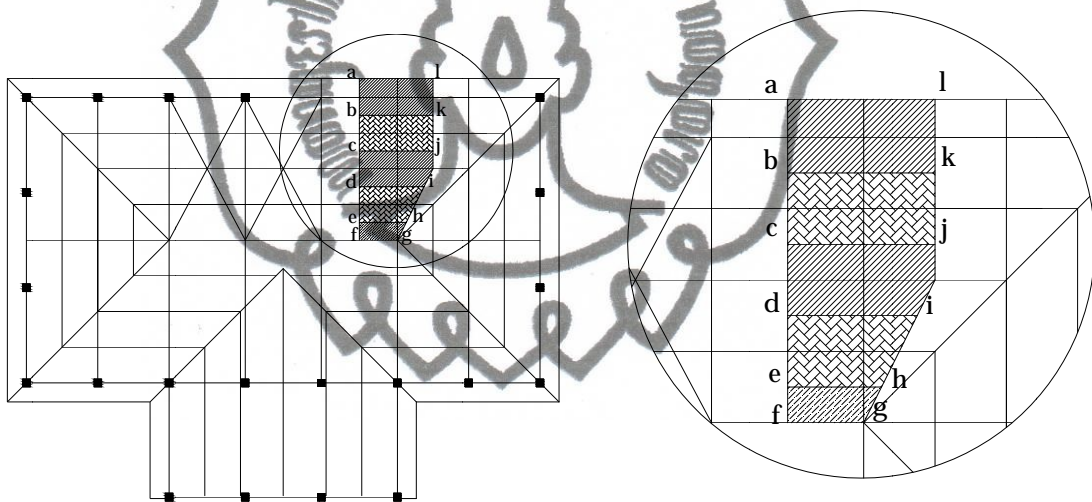


Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

82

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas dehi} &= \left(\frac{di + eh}{2} \right) \times de \\ &= \left(\frac{3,406 + 2,468}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,506 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Luas efgh} &= \left(\frac{eh + fg}{2} \right) \times ef \\ &= \left(\frac{2,468 + 2,000}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 2,093 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.22. Luasan Plafon Kuda-kuda Utama A

$$\text{Panjang al} = \text{Panjang bk} = \text{Panjang cj} = 3,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang di} = 3,406 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eh} = 2,468 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = 2,000 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 0,937 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bc} = \text{cd} = \text{de} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ef} = 0,9 \text{ m}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

83

➤ **Luas abkl** = $a_l \times a_b$
 = $3,875 \times 0,937 = 3,630 \text{ m}^2$

➤ **Luas bcjk** = $b_k \times b_c$
 = $3,875 \times 1,8 = 6,975 \text{ m}^2$

➤ **Luas cdij** = $(c_j \times \frac{1}{2} c_d) + \left(\frac{c_j + d_i}{2} \times \frac{1}{2} \cdot c_d \right)$
 = $(3,875 \times \frac{1}{2} 1,8) + \left(\frac{3,875 + 3,406}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 1,8 \right)$
 = $6,763 \text{ m}^2$

➤ **Luas dehi** = $\left(\frac{d_i + e_h}{2} \right) \times d_e$
 = $\left(\frac{3,406 + 2,468}{2} \right) \times 1,8$
 = $5,286 \text{ m}^2$

➤ **Luas efgh** = $\left(\frac{e_h + f_g}{2} \right) \times e_f$
 = $\left(\frac{2,468 + 2,000}{2} \right) \times 0,9$
 = $2,010 \text{ m}^2$

3.6.2. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama A

Data-data pembebanan :

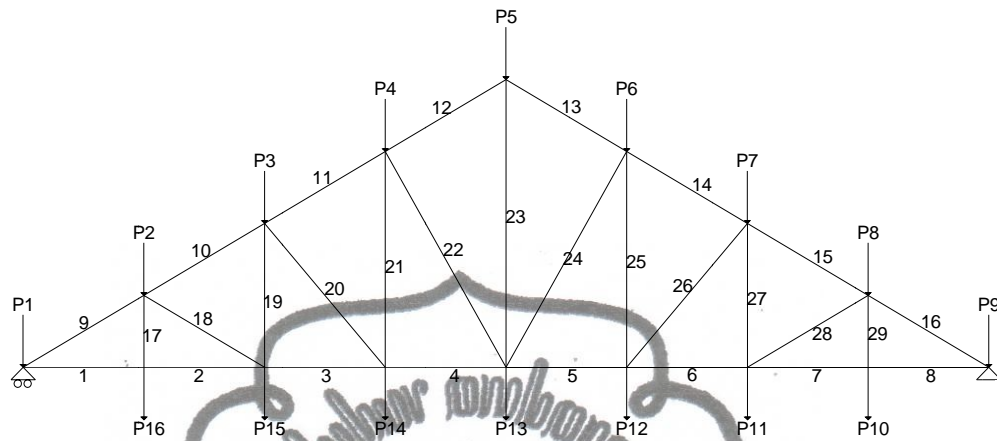
Berat gording = 11 kg/m
 Jarak antar kuda-kuda utama = 3 m
 Berat penutup atap = 50 kg/m²
 Berat profil = 15 kg/m

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

84



Gambar 3.23. Pembebanan Kuda-kuda Utama Akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P9

a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 3,875 = 42,625 \text{ kg}$

b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 7,505 \times 50 = 375,25 \text{ kg}$

c) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 3,630 \times 18 = 65,34 \text{ kg}$

d) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25$
 $= 50,5 \text{ kg}$

e) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 50,5 = 15,15 \text{ kg}$

f) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 50,5 = 5,05 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

85

2) Beban P2 = P8

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
 $= 11 \times 3,875 = 42,625 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
 $= 7,265 \times 50 = 363,25 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (9+17+18+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$
 $= 94,725 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 94,725 = 28,417 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 94,725 = 9,472 \text{ kg}$

3) Beban P3 = P7

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
 $= 11 \times 3,875 = 42,625 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
 $= 7,042 \times 50 = 352,1 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 2,165) \times 25$
 $= 116,987 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 116,987 = 35,096 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 116,987 = 11,699 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

86

- 4) Beban P4 = P6
- Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= $11 \times 2,5 = 27,5$ kg
 - Beban atap = Luasan × Berat atap
= $5,506 \times 50 = 275,3$ kg
 - Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,165 + 3,248 + 3,75 + 2,165) \times 25$
= $141,6$ kg
 - Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 141,6 = 42,48$ kg
 - Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 141,6 = 14,16$ kg
- 5) Beban P5
- Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= $11 \times 1,5 = 16,5$ kg
 - Beban atap = Luasan × Berat atap
= $2,093 \times 50 = 104,65$ kg
 - Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,165 + 4,330 + 2,165) \times 25$
= $108,25$ kg
 - Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 108,25 = 32,475$ kg
 - Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 108,25 = 10,825$ kg
 - Beban reaksi = reaksi jurai + reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda
= $2630,62 + 2599,35 = 5229,97$ kg

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

87

6) Beban P10 = P16

- a) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 6,975 \times 18 = 125,55 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (8 + 29 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25$
 $= 60,412 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 60,412 = 18,124 \text{ kg}$
- d) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 60,412 = 6,041 \text{ kg}$

7) Beban P11 = P15

- a) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 6,763 \times 18 = 121,734 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+28+27+6) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,165 + 1,875) \times 25$
 $= 101 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 101 = 30,3 \text{ kg}$
- d) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 101 = 10,1 \text{ kg}$

8) Beban P12 = P14

- a) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 5,286 \times 18 = 95,148 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 3,248 + 1,875) \times 25$
 $= 123,275 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung = 30% \times beban kuda-kuda
 $= 30\% \times 123,275 = 36,982 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned} \text{d) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10\% \times 123,275 = 12,327 \text{ kg} \end{aligned}$$

9) Beban P13

$$\begin{aligned} \text{a) Beban plafon} &= (2 \times \text{Luasan}) \times \text{berat plafon} \\ &= 2 \times 2,010 \times 18 = 72,36 \text{ kg} \\ \text{b) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda-kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 3,750 + 4,330 + 3,750 + 1,875) \times 25 \\ &= 194,75 \text{ kg} \\ \text{c) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30\% \times 194,75 = 58,425 \text{ kg} \\ \text{d) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10\% \times 194,75 = 19,475 \text{ kg} \\ \text{e) Beban reaksi} &= (2 \times \text{reaksi jurai}) + \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda} \\ &= (2 \times 2630,62 \text{ kg}) + 2599,35 \text{ kg} = 7860,59 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 3.19. Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama A

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	375,25	42,625	50,5	5,05	15,5	65,34	-	554,265	555
P2=P8	363,25	42,625	94,725	9,472	28,417	-	-	447,477	448
P3=P7	352,1	42,625	116,987	11,699	35,096	-	-	569,657	570
P4=P6	275,3	27,5	141,60	14,16	42,48	-	-	501,04	502
P5	104,65	16,5	108,25	10,825	32,475	-	5229,97	5502,67	5502
P10=P16	-	-	60,412	6,041	18,124	125,55	-	210,127	210
P11=P15	-	-	101	10,1	30,3	121,734	-	263,134	264
P12=P14	-	-	123,275	12,327	36,982	95,148	-	267,732	268
P13	-	-	194,75	19,475	58,425	72,36	7860,59	8205,60	8206

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

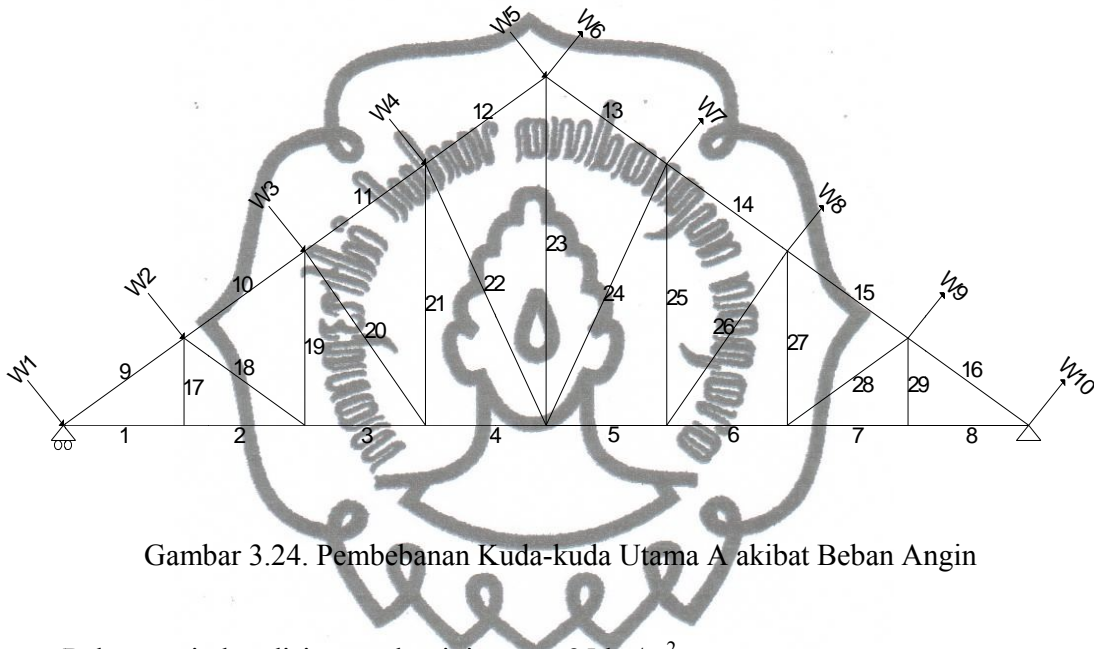
89

b. Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9 = 100 kg

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.24. Pembebanan Kuda-kuda Utama Akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2 .

$$1) \text{ Koefisien angin tekan} = 0,02\alpha - 0,40 \\ = (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$$

- a. $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,505 \times 0,2 \times 25 = 37,525 \text{ kg}$
- b. $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,265 \times 0,2 \times 25 = 36,325 \text{ kg}$
- c. $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,042 \times 0,2 \times 25 = 35,21 \text{ kg}$
- d. $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 5,506 \times 0,2 \times 25 = 27,53 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

90

$$\begin{aligned} \text{e. } W_5 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 2,093 \times 0,2 \times 25 = 10,465 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$2) \text{ Koefisien angin hisap} = -0,40$$

$$\begin{aligned} \text{a. } W_6 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 2,093 \times -0,4 \times 25 = -20,93 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } W_7 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 5,506 \times -0,4 \times 25 = -55,06 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } W_8 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 7,042 \times -0,4 \times 25 = -70,42 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } W_9 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 7,265 \times -0,4 \times 25 = -72,65 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } W_{10} &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\ &= 7,505 \times -0,4 \times 25 = -75,05 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 3.20. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W_1	37,525	32,507	33	18,762	19
W_2	36,325	31,458	32	18,162	18
W_3	35,21	30,502	31	17,605	18
W_4	27,53	23,841	24	13,765	14
W_5	10,465	9,062	9	5,232	5
W_6	-20,93	-18,125	-19	-10,465	-11
W_7	-55,06	-47,683	-48	-27,53	-27
W_8	-70,42	-60,985	-61	-35,21	-36
W_9	-72,65	-62,916	-63	-21,325	-22
W_{10}	-75,05	-64,995	-65	-37,525	-38

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

91

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program SAP 2000 diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang kuda-kuda utama sebagai berikut :

Tabel 3.21. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Utama A

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) kg	Tekan(+) kg
1	20596,49	
2	20683,86	
3	19974,04	
4	18839,16	
5	18775,26	
6	19838,96	
7	20485,90	
8	20397,06	
9		23871,59
10		23133,34
11		21883,07
12		20546,38
13		20563,97
14		21893,27
15		23145,74
16		23897,77
17	110,78	
18		808,93
19	898,41	
20		1708,60
21	1742,88	
22		2154,04
23	13651,76	
24		2026,98
25	1662,40	

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

92

26		1600,88
27	861,49	
28		737,17
29	112,27	

3.6.3 Perencanaan Profil Kuda-kuda A

a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{\text{maks.}} = 20683,86 \text{ kg}$$

$$L = 1,875 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Kondisi leleh

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$A_g = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_y} = \frac{20683,86}{0,9 \cdot 2400} = 9,576 \text{ cm}^2$$

Kondisi fraktur

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$$

$$L = 4 \times 3d \\ = 4 \times 3 \cdot 1,27 = 15,24 \text{ cm}$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} = 1 - \frac{2,42}{15,24} = 0,84$$

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_n \cdot U$$

$$A_n = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_u \cdot U} = \frac{20683,86}{0,75 \cdot 3700 \cdot 0,84} = 8,87 \text{ cm}^2$$

$$i_{\text{min}} = \frac{L}{240} = \frac{187,5}{240} = 0,781 \text{ cm}^2$$

commit to user

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai**

93

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 80.80.8**

Dari tabel didapat $A_g = 12,3 \text{ cm}^2$

$$i = 2,42 \text{ cm}$$

Berdasarkan A_g kondisi leleh

$$A_g = 9,576 / 2 = 4,788 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan A_g kondisi fraktur

$$\text{Diameter baut} = 1/2 \cdot 2,54 = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 2 = 14,7 \text{ mm} = 1,47 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_g &= A_n + n \cdot d \cdot t \\ &= (8,87/2) + 1 \cdot 1,47 \cdot 0,8 \\ &= 5,611 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_g \text{ yang menentukan} = 5,611 \text{ cm}^2$$

Digunakan **┘ 80.80.8** maka, luas profil $12,3 > 5,611$ (aman)

$$\text{inersia } 2,42 > 0,781 \text{ (aman)}$$

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 23871,59 \text{ kg}$$

$$L = 2,165 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 80.80.8**

Dari tabel didapat nilai – nilai :

$$A_g = 2 \cdot 12,3 = 24,6 \text{ cm}^2$$

$$r = 2,42 \text{ cm} = 24,2 \text{ mm}$$

$$b = 80 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

94

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{80}{8} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 10 \leq 12,910$$

$$\lambda_c = \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

$$= \frac{1(2165)}{24,2} \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \times 2 \times 10^5}}$$

$$= 0,97$$

Karena $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka :

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,97} = 1,51$$

$$P_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} = 2460 \frac{240}{1,51} = 390993,38 \text{ N} = 39099,338 \text{ kg}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{23871,59}{0,85 \times 39099,338} = 0,718 < 1 \dots\dots \text{ (aman)}$$

3.3.1. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)

Diameter lubang = 14,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = $0,625 \cdot d_b$
 $= 0,625 \cdot 12,7 = 7,94 \text{ mm.}$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

95

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{23871,59}{7612,38} = 3,23 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$a. \quad 1,5d \leq S_1 \leq 3d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 3,175 \text{ mm} \\ &= 3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b. \quad 2,5 d \leq S_2 \leq 7d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 6,35 \text{ mm} \\ &= 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)

Diameter lubang = 14,7 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d_b \\ &= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

96

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tahanan geser baut

$$\begin{aligned}
 P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\
 &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut}
 \end{aligned}$$

Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned}
 P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\
 &= 7833,9 \text{ kg/baut}
 \end{aligned}$$

Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned}
 P_n &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\
 &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\
 &= 7612,38 \text{ kg/baut}
 \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{20683,86}{7612,38} = 3,12 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut (SNI Pasal 13.14) :

1) $3d \leq S_1 \leq 15 t_p$, atau 200 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Diambil, } S_1 &= 3 d = 3 \cdot 1,27 \\
 &= 3,81 \text{ cm} \\
 &= 4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

2) $1,5 d \leq S_2 \leq (4t_p + 100\text{mm})$, atau 200 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d = 1,5 \cdot 1,27 \\
 &= 1,905 \text{ cm} \\
 &= 2 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

commit to user



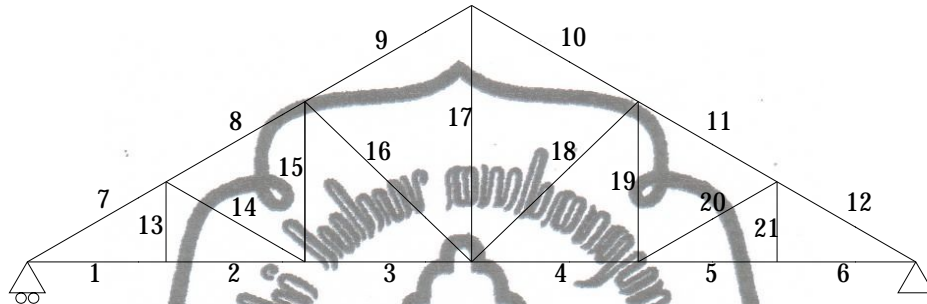
Tabel 3.22. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
2	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
3	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
4	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
5	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
6	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
7	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
8	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
9	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
10	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
11	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
12	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
13	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
14	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
15	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
16	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
17	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
18	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
19	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
20	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
21	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
22	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
23	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
24	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
25	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
26	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
27	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
28	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7
29	┘┘ 80 . 80 . 8	4 Ø 12,7



3.7 Perencanaan Kuda-kuda Utama B (KK B)

3.7.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda B



Gambar 3.25 Panjang Batang Kuda-Kuda B

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.23. Perhitungan Panjang Batang Pada Kuda-kuda Utama B

No batang	Panjang batang (m)
1	1,875
2	1,875
3	2,250
4	2,250
5	1,875
6	1,875
7	2,165
8	2,165
9	2,598
10	2,598
11	2,165
12	2,165

commit to user

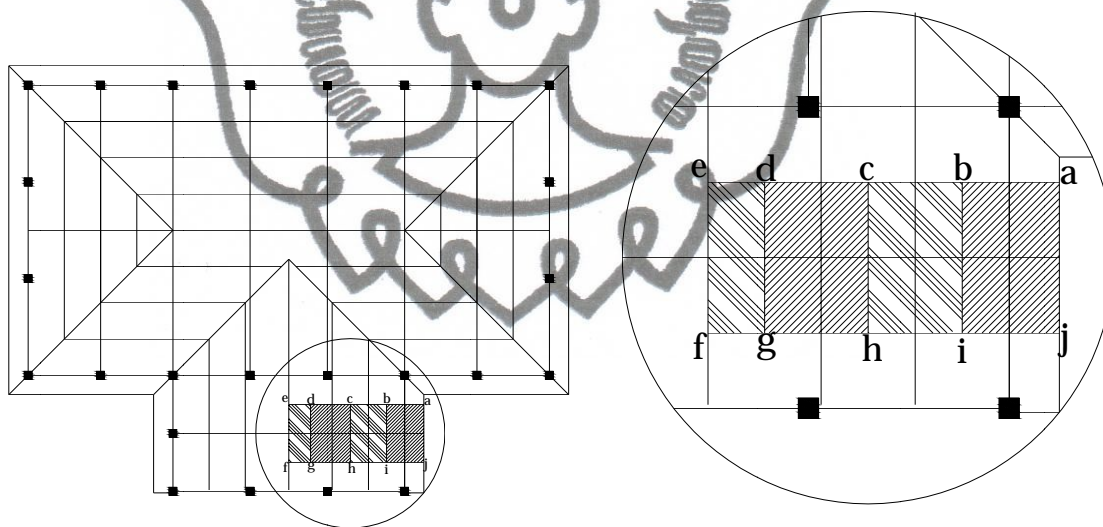


Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

99

13	1,083
14	2,165
15	2,165
16	3,122
17	3,464
18	3,122
19	2,165
20	2,165
21	1,083

3.7.2. Perhitungan Luasan Kuda-Kuda Utama B



Gambar 3.26. Luasan Atap Kuda-kuda Utama B

Panjang ef,dg,ch,bi,aj = 3,00 m

Panjang fg = 1,125 m

Panjang gh = 2,063 m

Panjang hi = 1,875 m

Panjang ij = 1,937 m

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

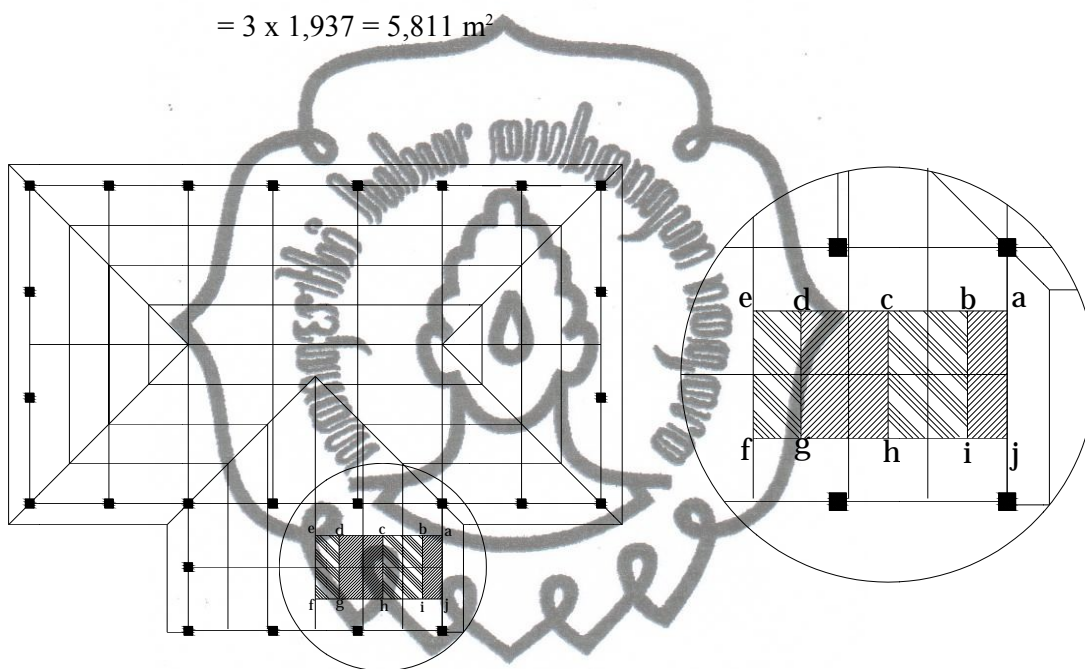
100

$$\text{Luas efdg} = ef \times fg = 3 \times 1,125 = 3,375 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas dghc} &= dg \times gh \\ &= 3 \times 2,063 = 6,189 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas chib} &= ch \times hi \\ &= 3 \times 1,875 = 5,625 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bija} &= bi \times ij \\ &= 3 \times 1,937 = 5,811 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.27. Luasan Plafon Kuda-kuda Utama B

$$\text{Panjang ef,dg,ch,bi,aj} = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = 1,125 \text{ m}$$

$$\text{Panjang gh} = 2,063 \text{ m}$$

$$\text{Panjang hi} = 1,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ij} = 0,937 \text{ m}$$

$$\text{Luas efdg} = ef \times fg = 3 \times 1,125 = 3,375 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas dghc} &= dg \times gh \\ &= 3 \times 2,063 = 6,189 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

101

$$\begin{aligned} \text{Luas chib} &= ch \times hi \\ &= 3 \times 1,875 = 5,625 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bija} &= bi \times ij \\ &= 3 \times 0,937 = 2,811 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.7.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama B

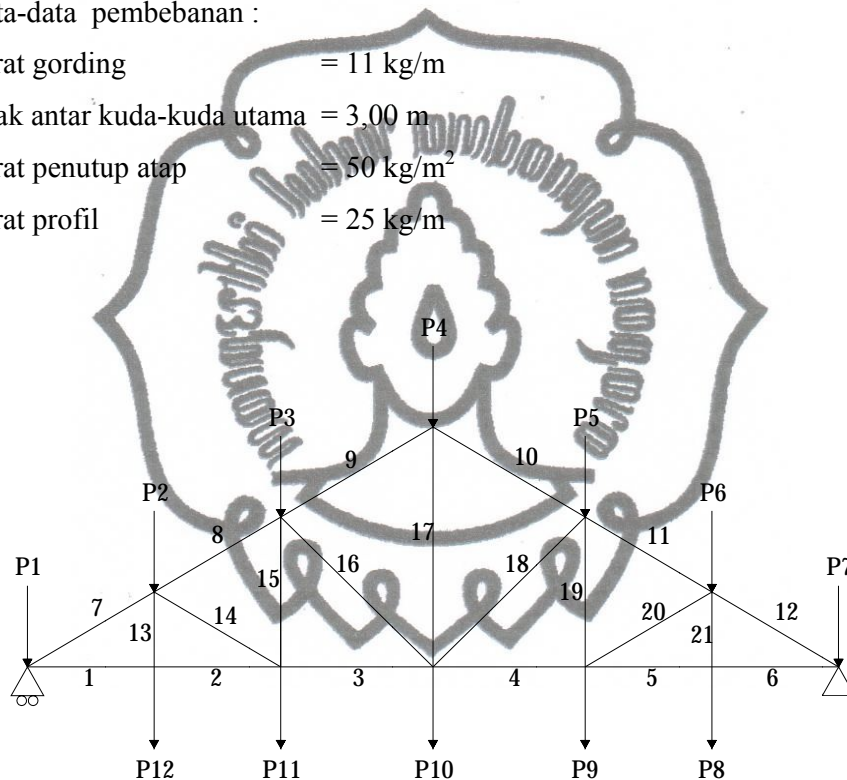
Data-data pembebanan :

$$\text{Berat gording} = 11 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jarak antar kuda-kuda utama} = 3,00 \text{ m}$$

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat profil} = 25 \text{ kg/m}$$



Gambar 3.28. Pembebanan Kuda - Kuda utama B akibat beban mati

Perhitungan Beban

a. Beban Mati

$$\text{Beban } P_1 = P_7$$

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{panjang gording} \\ &= 11 \times 3 = 33 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan atap } \mathbf{bija} \times \text{Berat atap} \\ &= 5,811 \times 50 = 290,55 \text{ kg} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

102

c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (7 + 1) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,165 + 1,875) \times 25 = 50,5 \text{ kg}$

d) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $0,3 \times 50,5 = 15,15 \text{ kg}$

e) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $0,1 \times 50,5 = 5,05 \text{ kg}$

f) Beban plafon = Luasan x berat plafon
 = $2,811 \times 18 = 50,6 \text{ kg}$

Beban $P_2 = P_6$

a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording
 = $11 \times 3 = 33 \text{ kg}$

b) Beban atap = Luasan atap **bchi** x berat atap
 = $5,625 \times 50 = 281,25 \text{ kg}$

c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(8 + 14 + 13 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 1,083 + 2,165) \times 25$
 = $94,72 \text{ kg}$

d) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $0,3 \times 94,72 = 28,42 \text{ kg}$

e) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $0,1 \times 94,72 = 9,47 \text{ kg}$

Beban $P_3 = P_5$

a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording
 = $11 \times 3 = 33 \text{ kg}$

b) Beban atap = Luasan atap **cdgh** x berat atap
 = $6,189 \times 50 = 309,45 \text{ kg}$

c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(8 + 9 + 15 + 16) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,165 + 2,598 + 2,165 + 3,122) \times 25$
 = $125,625 \text{ kg}$

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

103

- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 = 0,3 x 125,625 = 37,68 kg
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 = 0,1 x 125,625 = 12,56 kg

Beban P₄

- a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording
 = 11 x 3 = 33 kg
- b) Beban atap = Luasan atap ~~defg~~ x berat atap
 = 3,375 x 50 = 168,75 kg
- c) Beban kuda-kuda = ½ x Btg (9 + 10 + 17) x berat profil kuda kuda
 = ½ x (2,598+2,598+3,464) x 25 = 108,25 kg
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 = 0,3 x 108,25 = 32,47 kg
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 = 0,1 x 108,25 = 10,83 kg

Beban P₈ = P₁₂

- a) Beban kuda-kuda = ½ x Btg(5 + 21 + 6) x berat profil kuda kuda
 = ½ x (1,875 + 1,083 + 1,875) x 25
 = 60,41 kg
- b) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 = 0,3 x 60,41 = 18,12 kg
- c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 = 0,1 x 60,41 = 6,04 kg
- d) Beban Plafon = Luasan plafon x berat plafon
 = 5,625 x 18 = 101,25 kg

Beban P₉ = P₁₁

- a) Beban kuda-kuda = ½ x Btg(4 + 19 + 20 + 5) x berat profil kuda kuda
 = ½ x (2,25 + 2,165 + 2,165 + 1,875) x 25
 = 105,68 kg

commit to user



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

- b) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 = 0,3 x 105,68 = 31,7 kg
- c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 = 0,1 x 105,68 = 10,57 kg
- d) Beban Plafon = Luasan plafon x berat plafon
 = 6,189 x 18 = 111,4 kg

Beban P₁₀

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (3+16+17+18+4) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,25+3,122+3,464 +3,122+2,25) \times 25$
 = 177,6 kg
- b) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 = 0,3 x 177,6 = 53,28 kg
- c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 = 0,1 x 177,6 = 17,76 kg
- d) Beban Plafon = Luasan plafon x berat plafon
 = 3,375 x 18 = 60,75 kg

Tabel 3.24. Rekapitulasi Beban Mati Kuda – kuda Utama B

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P ₁ =P ₇	290,55	33	50,5	5,05	15,15	50,6	444,85	445
P ₂ =P ₆	281,25	33	94,72	9,47	28,42	-	446,86	447
P ₃ =P ₅	309,45	33	125,625	12,56	37,68	-	518,315	518
P ₄	168,75	33	108,25	10,83	32,47	-	353,3	353
P ₈ =P ₁₂	-	-	60,41	6,04	18,12	101,25	185,82	186
P ₉ =P ₁₁	-	-	105,658	10,57	31,7	111,4	259,328	259
P ₁₀	-	-	177,6	17,76	53,28	60,75	309,39	309

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

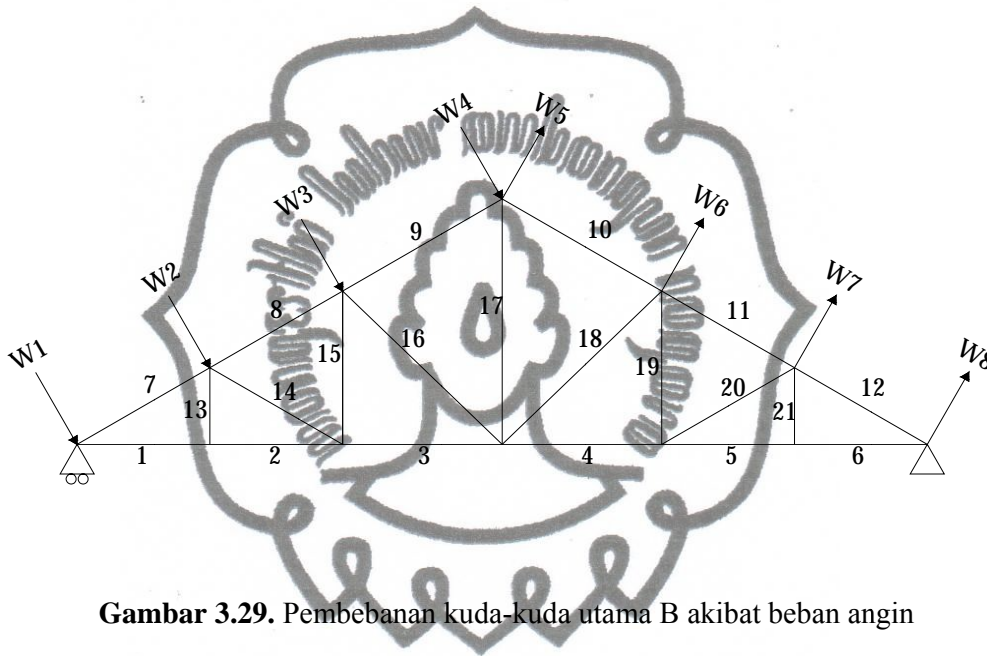
105

b. Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7 = 100 \text{ kg}$

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.29. Pembebanan kuda-kuda utama B akibat beban angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2 .

a. Koefisien angin tekan $= 0,02\alpha - 0,40 = (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$

a) $W_1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$

$$= 5,811 \times 0,2 \times 25$$

$$= 29,06 \text{ kg}$$

b) $W_2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$

$$= 5,625 \times 0,2 \times 25$$

$$= 28,125 \text{ kg}$$

c) $W_3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$

$$= 6,189 \times 0,2 \times 25$$

$$= 30,945 \text{ kg}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

106

$$\begin{aligned}
 \text{d) } W_4 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 3,375 \times 0,2 \times 25 \\
 &= 16,875 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Koefisien angin hisap = - 0,40

$$\begin{aligned}
 \text{a) } W_5 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 3,375 \times -0,4 \times 25 \\
 &= -33,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } W_6 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 6,189 \times -0,4 \times 25 \\
 &= -61,89 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) } W_7 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 5,625 \times -0,4 \times 25 \\
 &= -56,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d) } W_8 &= \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 5,811 \times -0,4 \times 25 \\
 &= -58,11 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.25. Perhitungan Beban Angin Kuda – kuda Utama B

Beban Angin	Beban (kg)	Wx <i>W.Cos α</i> (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy <i>W.Sin α</i> (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W ₁	29,06	25,166	25	14,53	15
W ₂	28,125	24,356	24	14,062	14
W ₃	30,945	26,799	27	15,472	15
W ₄	16,875	14,614	15	8,437	8
W ₅	-33,75	-29,22	-29	-16,875	-17
W ₆	-61,89	-53,598	-54	-30,945	-31
W ₇	-56,25	-48,713	-49	-28,125	-28
W ₈	-58,11	-50,324	-50	-29,055	-29

commit to user


Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

107

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang kuda-kuda utama sebagai berikut :

Tabel 3.26. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Utama B

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) kg	Tekan(-) Kg
1	5019,07	-
2	5031,83	-
3	4155,47	-
4	4085,79	-
5	4905,91	-
6	4891,97	-
7	-	5841,04
8	-	4861,70
9	-	3491,48
10	-	3518,25
11	4882,41	-
12	5863,09	-
13	240,31	-
14	1009,91	-
15	948,40	-
16	-	1680,41
17	2821,70	-
18	-	1583,93
19	915,65	-
20	-	945,60
21	241,32	-

commit to user



3.7.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B

a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{\text{maks.}} = 5863,09 \text{ kg}$$

$$L = 2,165$$

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Kondisi leleh

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$A_g = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_y} = \frac{5863,09}{0,9 \cdot 2400} = 2,71 \text{ cm}^2$$

Kondisi fraktur

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$P_{\text{maks.}} = \phi \cdot f_u \cdot A_n \cdot U$$

(U = 0,75 didapat dari buku LRFD hal.39)

$$A_n = \frac{P_{\text{maks.}}}{\phi \cdot f_u \cdot U} = \frac{5839,09}{0,75 \cdot 3700 \cdot 0,75} = 2,82 \text{ cm}^2$$

$$i_{\text{min}} = \frac{L}{240} = \frac{216,5}{240} = 0,9 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 60.60.6**

Dari tabel didapat $A_g = 6,91 \text{ cm}^2$

$$i = 1,82 \text{ cm}$$

Berdasarkan A_g kondisi leleh

$$A_g = 2,71 / 2 = 1,36 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan A_g kondisi fraktur

$$\text{Diameter baut} = 1/2 \cdot 2,54 = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 2 = 14,7 \text{ mm} = 1,47 \text{ cm}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

109

$$A_g = A_n + n.d.t$$

$$= (2,82/2) + 1.1,47.0,6$$

$$= 2,29 \text{ cm}^2$$

Ag yang menentukan = 2,29 cm²

Digunakan \perp 60.60.6 maka, luas profil 6,91 > 2,29 (aman)

inersia 1,82 > 0,9 (aman)

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 5841,04 \text{ kg}$$

$$L = 2,165 \text{ m}$$

$$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil \perp 60.60.6

Dari tabel didapat nilai – nilai :

$$A_g = 2.6,91 = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,82 \text{ cm} = 18,2 \text{ mm}$$

$$b = 60 \text{ mm}$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{60}{6} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 10 \leq 12,910$$

$$\lambda_c = \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

$$= \frac{1(2165)}{18,2} \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \times 2 \times 10^5}}$$

$$= 1,31$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

110

Karena $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka :

$$\omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25 \times 1,31^2 = 2,15$$

$$P_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} = 1382 \frac{240}{2,15} = 154269,77 \text{ N} = 15426,98 \text{ kg}$$

$$\frac{P_{maks}}{\phi P_n} = \frac{5841,04}{0,85 \times 15426,98} = 0,45 < 1 \dots \dots \text{ (aman)}$$

3.3.2. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)

Diameter lubang = 14,7 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d_b \\ &= 0,625 \cdot 12,7 = 7,94 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$.

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

111

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{5841,04}{7612,38} = 0,77 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$1,5d \leq S_1 \leq 3d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 3,175 \text{ mm} \\ &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$2,5 d \leq S_2 \leq 7d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 6,35 \text{ mm} \\ &= 6 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm (1/2 inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d_b \\ &= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$.

commit to user

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai**

112

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{5863,09}{7612,38} = 0,77 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut (SNI Pasal 13.14) :

$$3d \leq S_1 \leq 15 t_p, \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_1 = 3 d = 3 \cdot 1,27$$

$$= 3,81 \text{ cm}$$

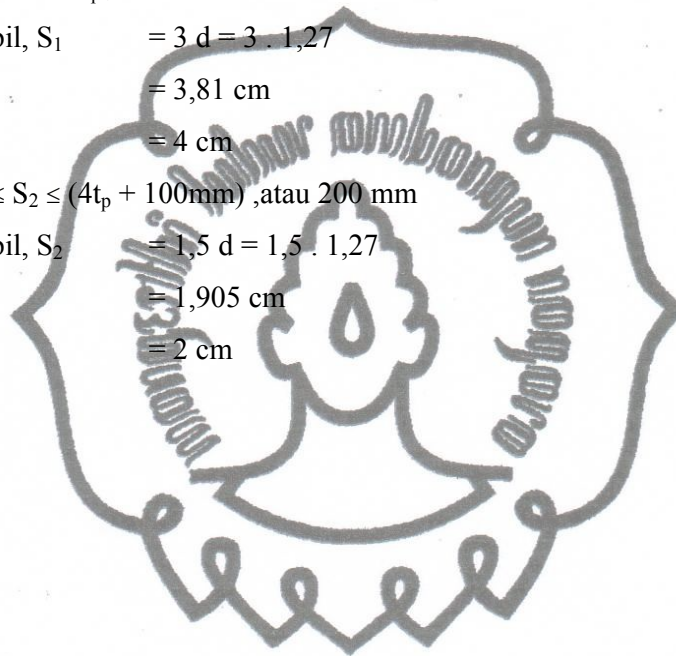
$$= 4 \text{ cm}$$

$$1,5 d \leq S_2 \leq (4t_p + 100\text{mm}), \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_2 = 1,5 d = 1,5 \cdot 1,27$$

$$= 1,905 \text{ cm}$$

$$= 2 \text{ cm}$$



commit to user



Tabel 3.27. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
2	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
3	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
4	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
5	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
6	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
7	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
8	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
9	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
10	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
11	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
12	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
13	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
14	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
15	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
16	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
17	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
18	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
19	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
20	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
21	┴ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7



BAB 4

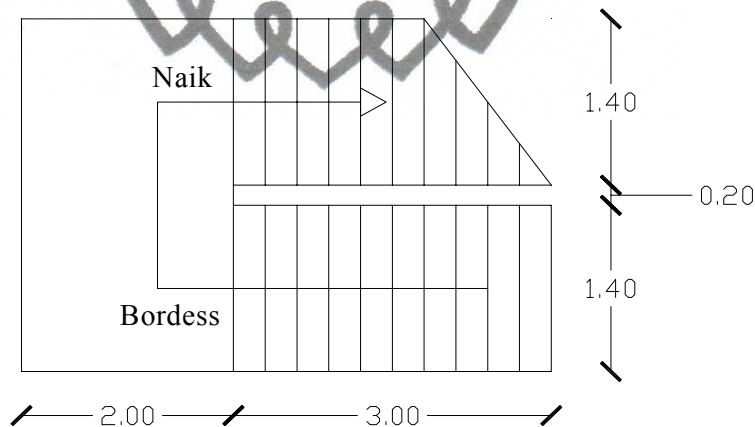
PERENCANAAN TANGGA

4.1 Uraian Umum

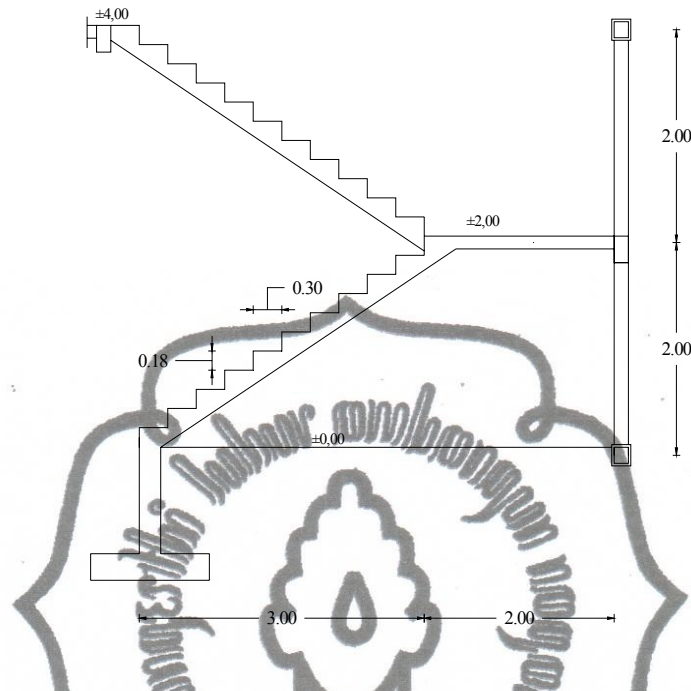
Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang sangat penting untuk penunjang antara struktur bangunan dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan sangat berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan.

Pada bangunan umum, penempatan haruslah mudah diketahui dan terletak strategis untuk menjangkau ruang satu dengan yang lainnya, penempatan tangga harus disesuaikan dengan fungsi bangunan untuk mendukung kelancaran hubungan yang serasi antara pemakai bangunan tersebut.

4.2. Data Perencanaan Tangga



Gambar 4.1 Perencanaan Tangga



Gambar 4.2 Potongan Tangga

Data-data perencanaan tangga:

- Tebal plat tangga = 12 cm
- Tebal bordes tangga = 15 cm
- Lebar datar = 500 cm
- Lebar tangga rencana = 140 cm
- Dimensi bordes = 200 x 300 cm

Menentukan lebar antrede dan tinggi optrede

- Lebar antrede = 30 cm
- Jumlah antrede = $300 / 30 = 10$ buah
- Jumlah optrede = $10 + 1 = 11$ buah
- Tinggi optrede = $200 / 11 = 18$ cm

Menentukan kemiringan tangga

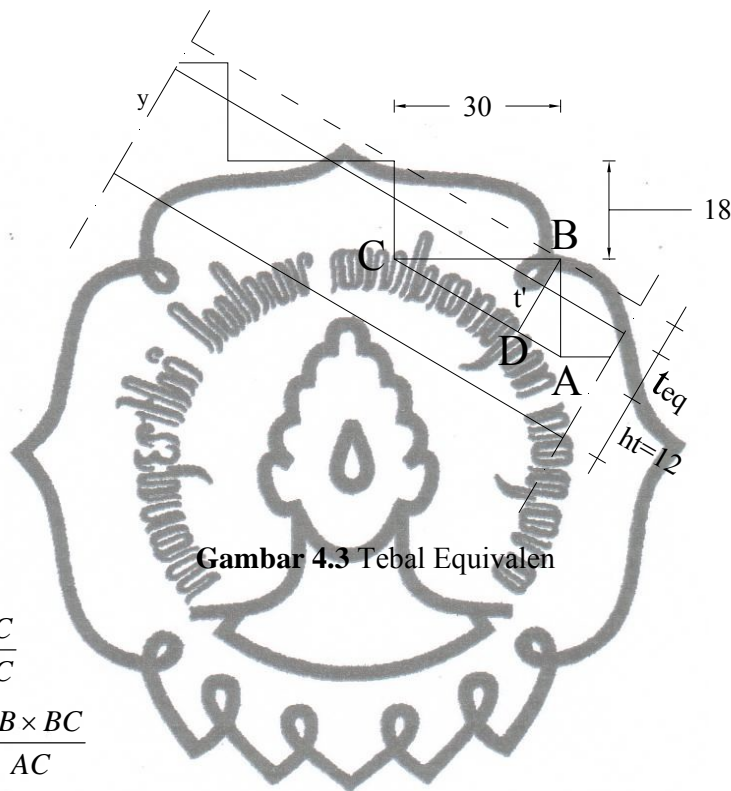
$$\alpha = \text{Arc.tg} (200/300) = 33,69^\circ < 35^\circ \dots\dots(\text{ok})$$

commit to user



4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.3 Tebal Equivalen

$$\begin{aligned} \frac{BD}{AB} &= \frac{BC}{AC} \\ BD &= \frac{AB \times BC}{AC} \\ &= \frac{18 \times 30}{\sqrt{(18)^2 + (30)^2}} \\ &= 15,43 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{eq} &= 2/3 \times BD \\ &= 2/3 \times 15,43 \\ &= 10,29 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi total equivalent plat tangga :

$$\begin{aligned} Y &= t_{eq} + ht \\ &= 10,29 + 12 \\ &= 22,29 \text{ cm} \\ &= 0,23 \text{ m} \end{aligned}$$

commit to user



4.3.2. Perhitungan Beban

a. Pembebanan tangga (SNI 03-2847-2002)

1. Akibat beban mati (q_D)

Berat tegel keramik(1 cm)	$= 0,01 \times 1,4 \times 2400$	$= 33,6$	kg/m
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 1,4 \times 2100$	$= 58,8$	kg/m
Berat plat tangga	$= 0,23 \times 1,4 \times 2400$	$= 772,8$	kg/m
Berat sandaran tangga	$= 0,7 \times 0,1 \times 1000 \times 1$	$= 70$	kg/m
		$= 935,2$	kg/m

2. Akibat beban hidup (q_L)

$$q_L = 1,40 \times 300 \text{ kg/m}^2$$

$$= 420 \text{ kg/m}$$

3. Beban ultimate (q_U)

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 935,2 + 1,6 \cdot 420$$

$$= 1794,24 \text{ kg/m}$$

b. Pembebanan pada bordes (SNI 03-2847-2002)

1. Akibat beban mati (q_D)

Berat tegel keramik (1 cm)	$= 0,01 \times 3 \times 2400$	$= 72$	kg/m
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 3 \times 2100$	$= 126$	kg/m
Berat plat bordes	$= 0,15 \times 3 \times 2400$	$= 1080$	kg/m
Berat sandaran tangga	$= 0,7 \times 0,1 \times 1000 \times 2$	$= 140$	kg/m
		$= 1418$	kg/m

2. Akibat beban hidup (q_L)

$$q_L = 3 \times 300 \text{ kg/m}^2$$

$$= 900 \text{ kg/m}$$

commit to user

3. Beban ultimate (q_U)

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 1418 + 1,6 \cdot 900 \\ &= 3141,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Perhitungan analisa struktur tangga menggunakan Program SAP 2000 tumpuan di asumsikan jepit, sendi, jepit seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.4 Perencanaan Tumpuan Tangga

4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned} b &= 1400 \text{ mm} \\ h &= 150 \text{ mm (tebal bordes)} \\ p \text{ (selimut beton)} &= 40 \text{ mm} \\ \text{Tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} \\ d &= h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tul} \\ &= 150 - 40 - 6 \\ &= 104 \text{ mm} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

119

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh M_u :

$$M_u = 2053,45 \text{ kgm} = 2,0535 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,0535 \cdot 10^7}{0,8} = 2,57 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,053$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,053$$

$$= 0,04$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,57 \cdot 10^7}{1400 \cdot (104)^2} = 1,70 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,70}{240}} \right)$$

$$= 0,007$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\text{ada}} > \rho_{\min}$$

di pakai $\rho_{\text{ada}} = 0,007$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,007 \times 1400 \times 104$$

$$= 1019,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

commit to user



Tugas Akhir

120

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1019,2}{113,04} = 9,01 \approx 10 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **10 Ø 12 mm – 100 mm**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1130,4 \text{ mm}^2 > \text{As (1019,04)Aman !} \end{aligned}$$

4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

$$M_u = 981,27 \text{ kgm} = 0,9813 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,9813 \cdot 10^7}{0,8} = 1,23 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,053 \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,23 \cdot 10^7}{1400 \cdot (104)^2} = 0,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,81}{240}} \right) \\ &= 0,003 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\text{ada}} > \rho_{\min}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

121

di pakai $\rho_{ada} = 0,003$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,003 \times 1400 \times 104 \\ &= 436,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

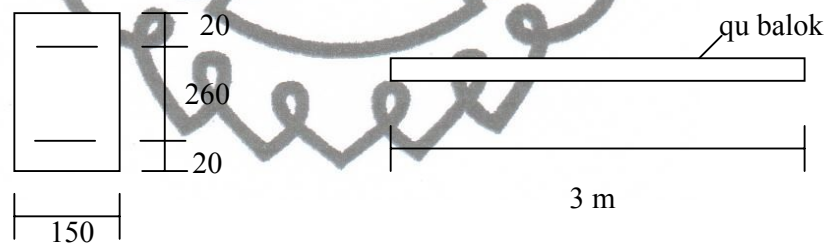
$$\text{Jumlah tulangan dalam 1 m} = \frac{436,8}{113,04} = 3,86 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **4 $\varnothing 12 \text{ mm} - 250 \text{ mm}$**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 452,16 \text{ mm}^2 > A_s (364) \text{aman!} \end{aligned}$$

4.5. Perencanaan Balok Bordes



Gambar 4.5 Perencanaan Balok Bordes

Data perencanaan:

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 300 - 40 = 260 \text{ mm}$$

commit to user



4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

➤ Beban mati (q_D)

$$\text{Berat sendiri} = 0,15 \times 0,30 \times 2400 = 108 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times 2 \times 1700 = 510 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat bordes} = 0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}$$

$$q_D = 978 \text{ kg/m}$$

➤ Akibat beban hidup (q_L)

$$q_L = 300 \text{ kg/m}$$

➤ Beban ultimate (q_U)

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 978 + 1,6 \cdot 300$$

$$= 1653,6 \text{ kg/m}$$

➤ Beban reaksi bordes

$$q_u = \frac{\text{Reaksi bordes}}{\text{lebar bordes}}$$

$$= \frac{1/2 \cdot 1653,6}{2}$$

$$= 413,4 \text{ Kg/m}$$

4.5.2. Perhitungan tulangan lentur

Tulangan tumpuan

$$M_u = 1860,3 \text{ kgm} = 1,8603 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,8603 \cdot 10^7}{0,8} = 2,32 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

123

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,053 = 0,04\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,32 \cdot 10^7}{150 \cdot (260)^2} = 2,3 \text{ N/mm}$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 2,3}{240}} \right)$$

$$= 0,01$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\text{ada}} > \rho_{\min}$$

di pakai $\rho_{\text{ada}} = 0,01$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,01 \times 150 \times 260 \\ &= 390 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{390}{113,04} = 3,45 \approx 4 \text{ buah}$$

$$\text{As yang timbul} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = 452,16 \text{ mm}^2 > A_s (390) \dots \text{Aman !}$$

Dipakai tulangan **4 \varnothing 12 mm**

4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser Balok Bordes

$$V_u = 2480,4 \text{ kg} = 24804 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}V_c &= 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 1/6 \cdot 150 \cdot 260 \cdot \sqrt{25} \\ &= 32500 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varnothing V_c &= 0,75 \cdot V_c \\ &= 24375 \text{ N}\end{aligned}$$

commit to user



$$3 \phi V_c = 73125 \text{ N}$$

$$V_u > \phi V_c$$

Jadi di perlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 24804 - 24375 = 429 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{429}{0,75} = 572 \text{ N}$$

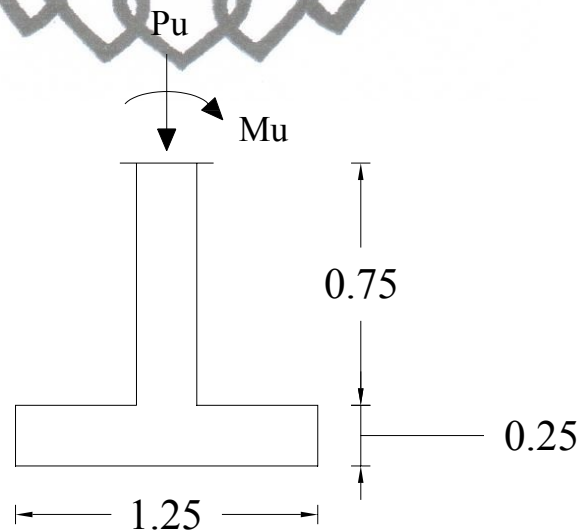
$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \times 240 \times 260}{429} = 14615 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.6 Pondasi Tangga

commit to user



Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1,25 m dan panjang 1,40m

- Tebal = 250 mm
- Ukuran alas = 1400 x 1250 mm
- γ tanah = 1,7 t/m³ = 1700 kg/m³
- σ tanah = 3 kg/cm² = 30000 kg/m²
- Pu = 10704.30 kg
- h = 250 mm
- d = $h - p - 1/2 \text{ } \phi_t - \phi_s$
 $= 250 - 40 - 1/2 \cdot 12 - 8 = 196 \text{ mm}$

4.7. Perencanaan kapasitas dukung pondasi

4.7.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➤ **Pembebanan pondasi**

Berat telapak pondasi	= 1,4 x 1,25 x 0,25 x 2400	= 1050	kg	
Berat tanah	= 2 (0,5 x 0,75) x 1 x 1700	= 1275	kg	
Berat kolom	= (0,25 x 1,4 x 0,75) x 2400	= 630	kg	
Pu		= 10704.3	kg	
		<u>V tot</u>	= 13659,3	kg

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tanah}} &= \frac{13659,3}{1,4 \cdot 1,25} \pm \frac{2053,45}{1/6 \cdot 1,4 \cdot (1,25)^2} = 13437,63 \text{ kg/m}^2 \\ &= 13437,63 \text{ kg/m}^2 < 30000 \text{ kg/m}^2 \\ &= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

4.7.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= 1/2 \cdot q_u \cdot t^2 = 1/2 \cdot 13437,63 \cdot (0,5)^2 \\ &= 1679,7 \text{ kg/m} = 1,6797 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{1,679 \cdot 10^7}{0,8} = 2,098 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

126

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot 25} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,098 \cdot 10^7}{1400 \cdot (196)^2} = 0,390$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,390}{240}} \right) \\ &= 0,0016 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0058$$

➤ Untuk Arah Sumbu Panjang

$$\begin{aligned} A_{s \text{ ada}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 1400 \cdot 196 \\ &= 1591,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{digunakan tul } \varnothing 12 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1591,52}{113,04} = 14,08 \sim 15 \text{ buah}$$

commit to user

**Tugas Akhir**

127

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1400}{15} = 93,33 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan **Ø 12 - 90 mm**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 15 \times 113,04 \\ &= 1695,6 > \text{As} \dots\dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

➤ Untuk Arah Sumbu Pendek

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 1250 \cdot 196 \\ &= 1421 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan } \varnothing 12 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1421}{113,04} = 12,57 \sim 13 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1250}{13} = 96,15 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan **Ø12 - 80 mm**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 13 \times 113,04 \\ &= 1469,5 > \text{As} \dots\dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

commit to user

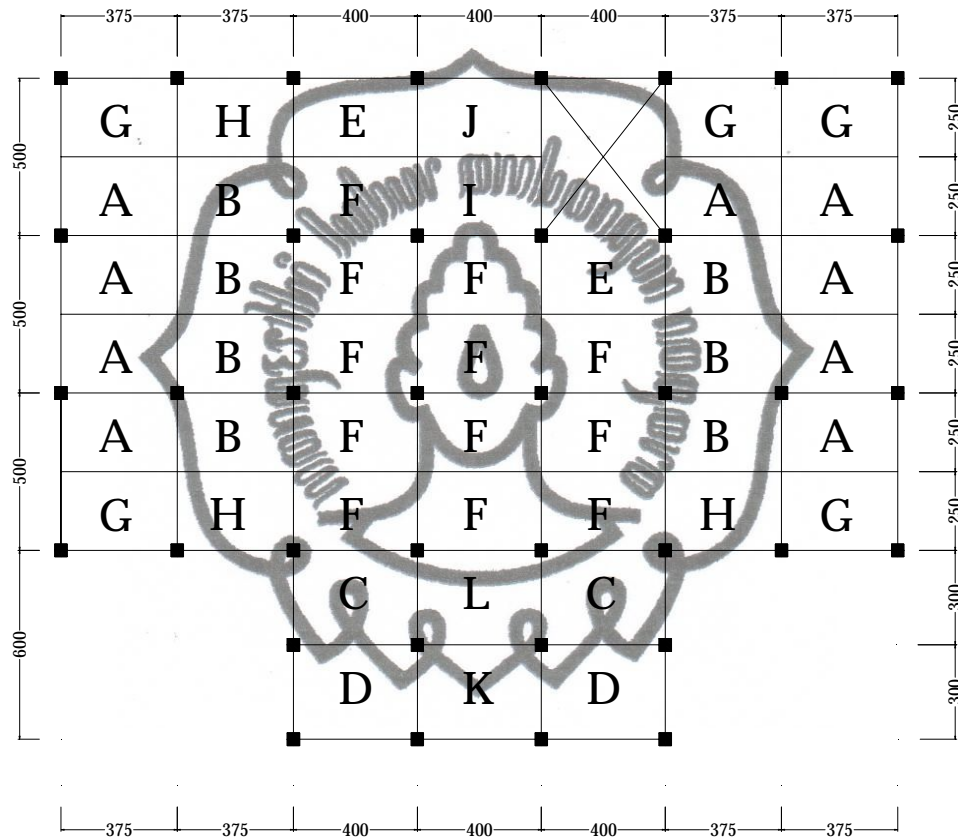


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

BAB 5 PLAT LANTAI

5.1. Perencanaan Plat Lantai



Gambar 5.1. Denah Plat lantai

5.2. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Hidup (q_L)

Berdasarkan PPIUG untuk gedung 1989 yaitu :

Beban hidup fungsi gedung untuk swalayan tiap 1 m = 250 kg/m^2

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

129

b. Beban Mati (q_D) tiap 1 m

Berat plat sendiri	$= 0,12 \times 2400 \times 1$	$= 288$	kg/m
Berat keramik (1 cm)	$= 0,01 \times 2400 \times 1$	$= 24$	kg/m
Berat Spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 2100 \times 1$	$= 42$	kg/m
Berat plafond + instalasi listrik		$= 25$	kg/m
Berat Pasir (2 cm)	$= 0,02 \times 1,6 \times 1$	$= 32$	kg/m
		$\underline{\quad\quad}$	
		$q_D = 411$	kg/m

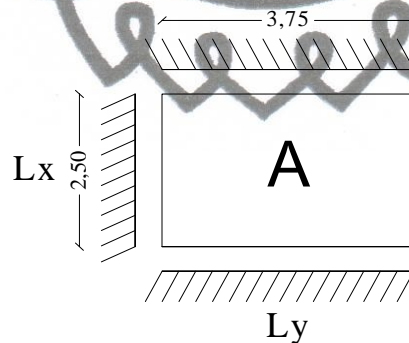
c. Beban Ultimate (q_U)

Untuk tinjauan lebar 1 m pelat maka :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 \cdot 411 + 1,6 \cdot 250 \\ &= 893,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

5.3. Perhitungan Momen

a. Tipe pelat A



Gambar 5.2. Plat tipe A

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 38 = 212,14 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 15 = 83,77 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 79 = -441,02 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -318,20 \text{ kgm}$$

commit to user

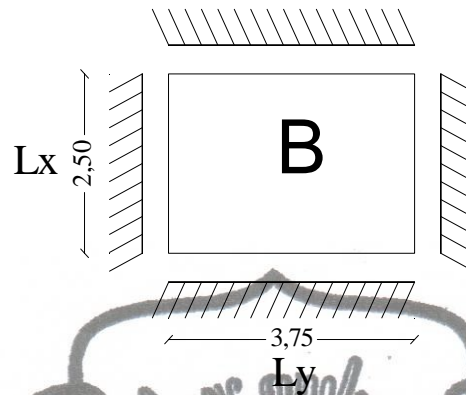


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

130

b. Tipe pelat B



Gambar 5.3. Plat tipe B

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

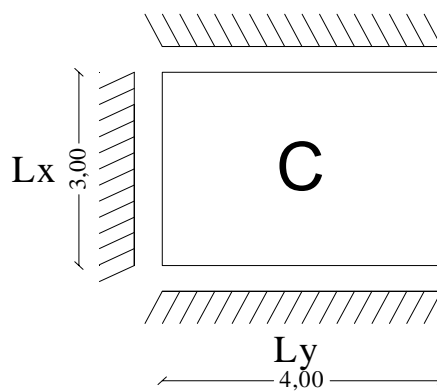
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 36 = 200,97 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 17 = 94,90 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 76 = -424,27 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -318,20 \text{ kgm}$$

c. Tipe pelat C



Gambar 5.4. Plat tipe C

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

131

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,00}{3} = 1,3$$

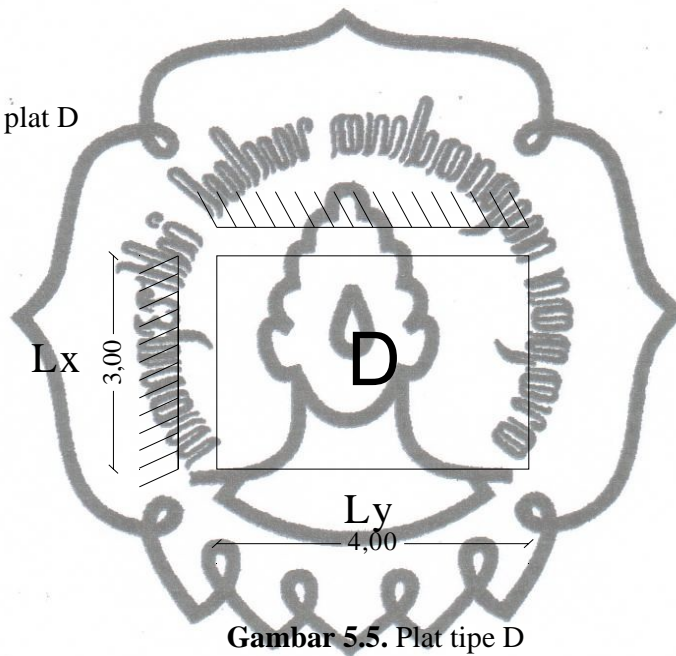
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 35 = 281,36 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 18 = 144,70 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -594,87 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 57 = -458,21 \text{ kgm}$$

d. Tipe plat D



Gambar 5.5. Plat tipe D

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,00}{3} = 1,3$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 42 = 337,63 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 27 = 217,05 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 92 = -739,57 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 70 = -562,72 \text{ kgm}$$

commit to user

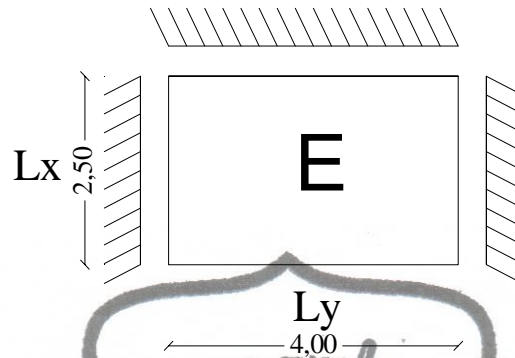


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

132

e. Tipe pelat E



Gambar 5.6. Plat tipe E

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,5} = 1,6$$

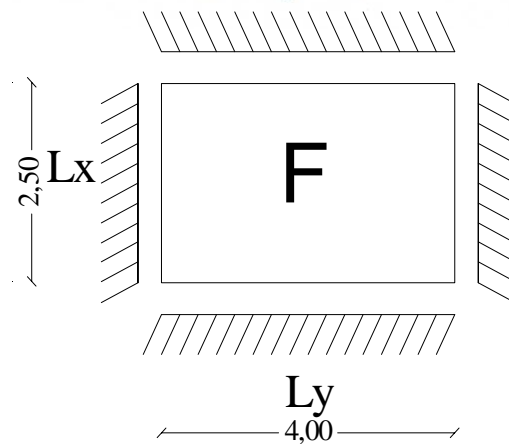
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 46 = 256,80 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 25 = 139,56 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 99 = -552,67 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 77 = -429,85 \text{ kgm}$$

f. Tipe pelat F



Gambar 5.7. Plat tipe F

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

133

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,5} = 1,6$$

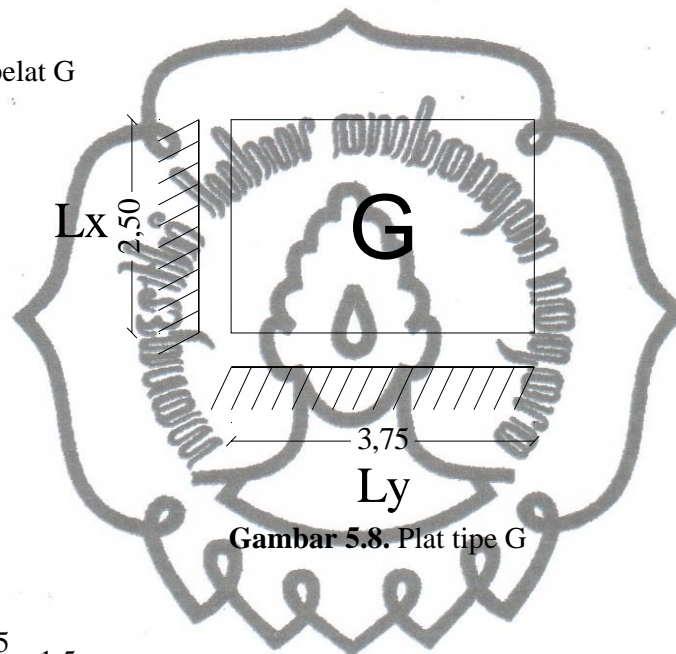
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 37 = 206,55 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 16 = 89,32 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 79 = -441,02 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -318,20 \text{ kgm}$$

g. Tipe pelat G



Gambar 5.8. Plat tipe G

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 43 = 240,05 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 25 = 139,56 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 103 = -575,00 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 77 = -429,85 \text{ kgm}$$

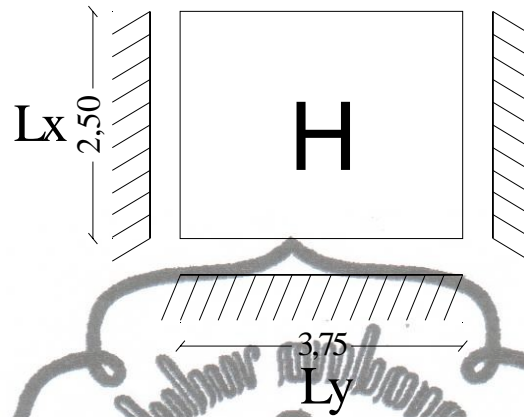
commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

h. Tipe pelat H



Gambar 5.9. Plat tipe H

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

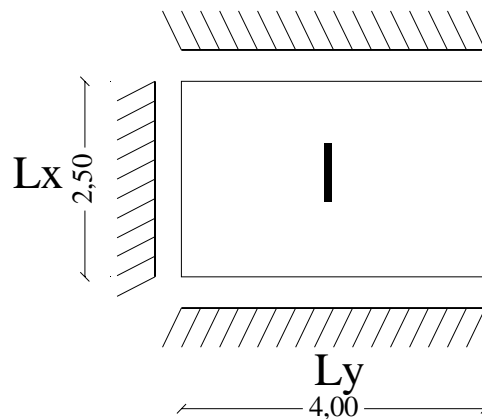
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 43 = 240,05 \text{ kgm}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 26 = 145,15 \text{ kgm}$$

$$Mtx = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 96 = - 535,92 \text{ kgm}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 76 = - 424,27 \text{ kgm}$$

i. Tipe pelat I



Gambar 5.10. Plat tipe I

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

135

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,5} = 1,6$$

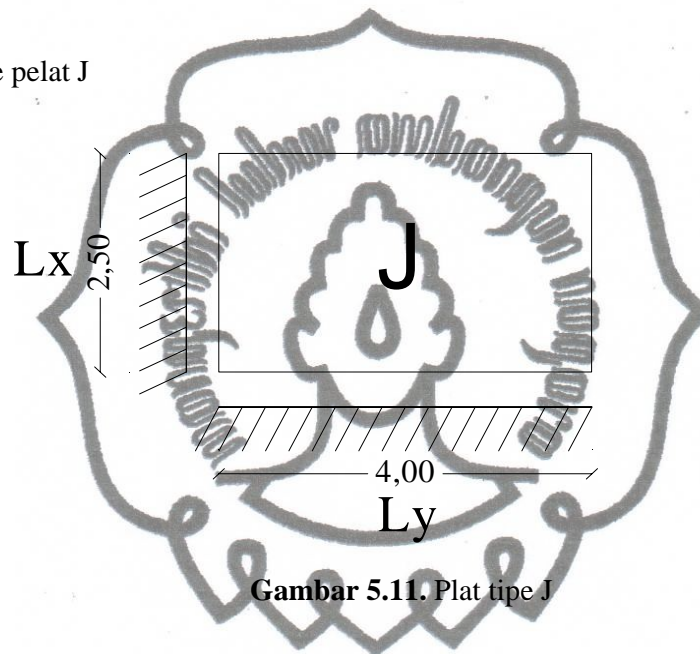
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 39 = 217,72 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 14 = 78,16 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 80 = -446,60 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -318,20 \text{ kgm}$$

j. Tipe pelat J



Gambar 5.11. Plat tipe J

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,5} = 1,6$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 51 = 284,71 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 23 = 128,40 \text{ kgm}$$

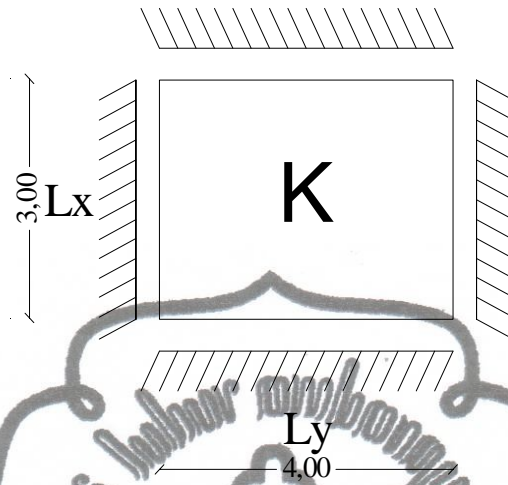
$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 107 = -597,33 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (2,5)^2 \cdot 78 = -435,44 \text{ kgm}$$

commit to user



k. Tipe pelat K



Gambar 5.12. Plat tipe K

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{3,0} = 1,3$$

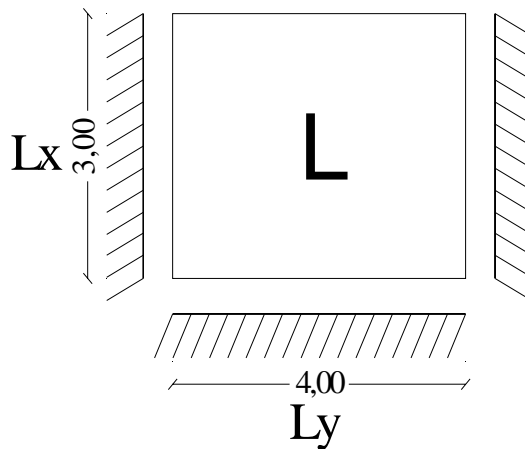
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 31 = 249,20 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 19 = 152,77 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = - 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = - 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 69 = - 554,68 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = - 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = - 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 57 = - 458,21 \text{ kgm}$$

l. Tipe pelat L



Gambar 5.13. Plat tipe L

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

137

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,00}{3} = 1,3$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,36 = 289,40 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,28 = 225,09 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,82 = -659,18 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 893,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,72 = -578,79 \text{ kgm}$$

5.4. Penulangan Plat Lantai

Tabel 5.1. Perhitungan Plat Lantai

Tipe Plat	L_y/L_x (m)	M_{lx} (kgm)	M_{ly} (kgm)	M_{tx} (kgm)	M_{ty} (kgm)
A	3,75/2,5=1,5	212,14	83,77	441,02	318,20
B	3,75/2,5=1,5	200,97	94,90	424,27	318,20
C	4,0/3,0=1,3	281,36	144,70	594,87	458,21
D	4,0/3,0=1,3	337,03	217,05	739,57	562,72
E	4,0/2,5=1,6	256,80	139,56	552,67	429,85
F	4,0/2,5=1,6	206,55	89,32	441,02	318,20
G	3,75/2,5=1,5	240,05	139,56	575,00	429,85
H	3,75/2,5=1,5	240,05	145,15	535,92	424,27
I	4,0/2,5=1,6	217,72	78,16	446,60	318,60
J	4,0/2,5=1,6	284,71	128,40	597,33	435,44
k	4,0/3,0=1,3	249,20	152,77	554,68	458,21
L	4,0/3,0=1,3	289,40	225,09	659,18	578,79

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$M_{lx} = 337,03 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 225,09 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -739,57 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -578,79 \text{ kgm}$$

commit to user



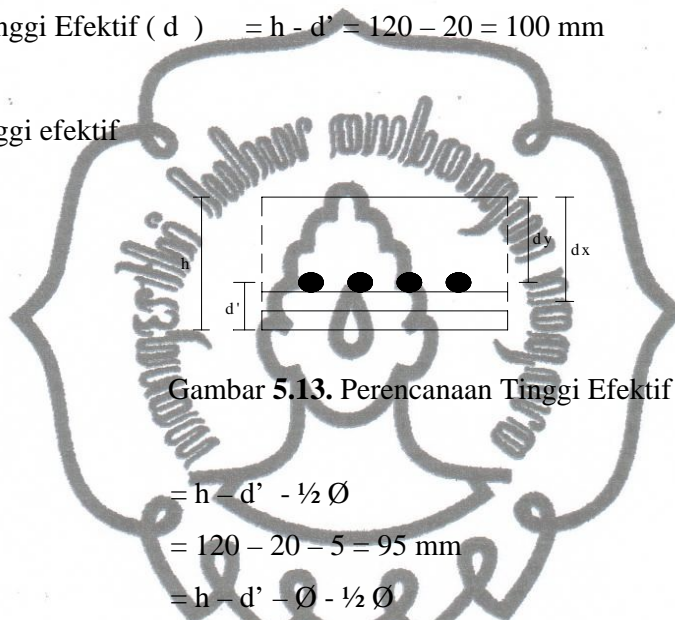
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

138

Data : Tebal plat (h)	= 12 cm = 120 mm
Tebal penutup (d')	= 20 mm
Diameter tulangan (Ø)	= 10 mm
b	= 1000
f _y	= 240 Mpa
f' _c	= 25 Mpa
Tinggi Efektif (d)	= h - d' = 120 - 20 = 100 mm

Tinggi efektif



Gambar 5.13. Perencanaan Tinggi Efektif

$$\begin{aligned}
 dx &= h - d' - \frac{1}{2} \text{Ø} \\
 &= 120 - 20 - 5 = 95 \text{ mm} \\
 dy &= h - d' - \text{Ø} - \frac{1}{2} \text{Ø} \\
 &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 85 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

untuk plat digunakan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\
 &= 0,0538
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,0403
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \text{ (untuk pelat)}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

139

5.5. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 334,45 \text{ kgm} = 3,34 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,34 \cdot 10^6}{0,8} = 4,17 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,17 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,46}{240}} \right)$$

$$= 0,0019$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho < \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{min}} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 237,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{237,5}{78,5} = 3,02 \sim 4 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm} \sim 250 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 314 > 237,5 \text{ (As) ...OK!}$$

Dipakai tulangan **D 10 – 200 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

140

5.6. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 222,97 \text{ kgm} = 2,2297 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,2297 \cdot 10^6}{0,8} = 2,787 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,787 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 0,386 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,294} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,386}{240}} \right)$$

$$= 0,0017$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho < \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{min}} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 85$$

$$= 212,51 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan } \emptyset 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{212,5}{78,5} = 2,71 \sim 3 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{3} = 333,333 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 235,5 > 212,51 \text{ (As)OK!}$$

Dipakai tulangan **D 10 – 200 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

141

5.7. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 732,61 \text{ kgm} = 7,32 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7,32 \cdot 10^6}{0,8} = 9,15 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{9,15 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 1,27 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,27}{240}} \right)$$

$$= 0,005$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,005$$

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,005 \cdot 1000 \cdot 85$$

$$= 425 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan D 10} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{425}{78,5} = 5,41 \sim 6 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam 1 m}^1 = \frac{1000}{6} = 166,66 \text{ mm.}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 471 > 425 \text{ (As)OK!}$$

Dipakai tulangan **D 10 – 100 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

142

5.8. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 573,35 \text{ kgm} = 5,73 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,73 \cdot 10^6}{0,8} = 7,16 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,16 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,80 \text{ N/mm}^2$$

$$M = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,80}{240}} \right)$$

$$= 0,0034$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0034$$

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0034 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 323 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan D 10} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{323}{78,5} = 4,12 \sim 5 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm.}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 392,5 > 323 \text{ (As) } \dots \text{OK!}$$

Dipakai tulangan **D 10 – 100 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

143

5.9. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan lapangan arah x **D 10 – 250 mm**

Tulangan lapangan arah y **D 10 – 333 mm**

Tulangan tumpuan arah x **D 10 – 143 mm**

Tulangan tumpuan arah y **D 10 – 200 mm**

Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

TIPE PLAT	Berdasarkan perhitungan				Penerapan di lapangan			
	Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan		Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
A	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
B	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
C	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
D	<u>Ø10-250</u>	Ø10-333	<u>Ø10-143</u>	Ø10-200	<u>Ø10-240</u>	Ø10-240	<u>Ø10-120</u>	Ø10-120
E	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
F	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
G	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
H	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
I	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
J	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
K	Ø10-250	Ø10-333	Ø10-143	Ø10-200	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
L	Ø10-250	<u>Ø10-333</u>	Ø10-143	<u>Ø10-200</u>	Ø10-240	<u>Ø10-240</u>	Ø10-120	<u>Ø10-120</u>

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai



commit to user



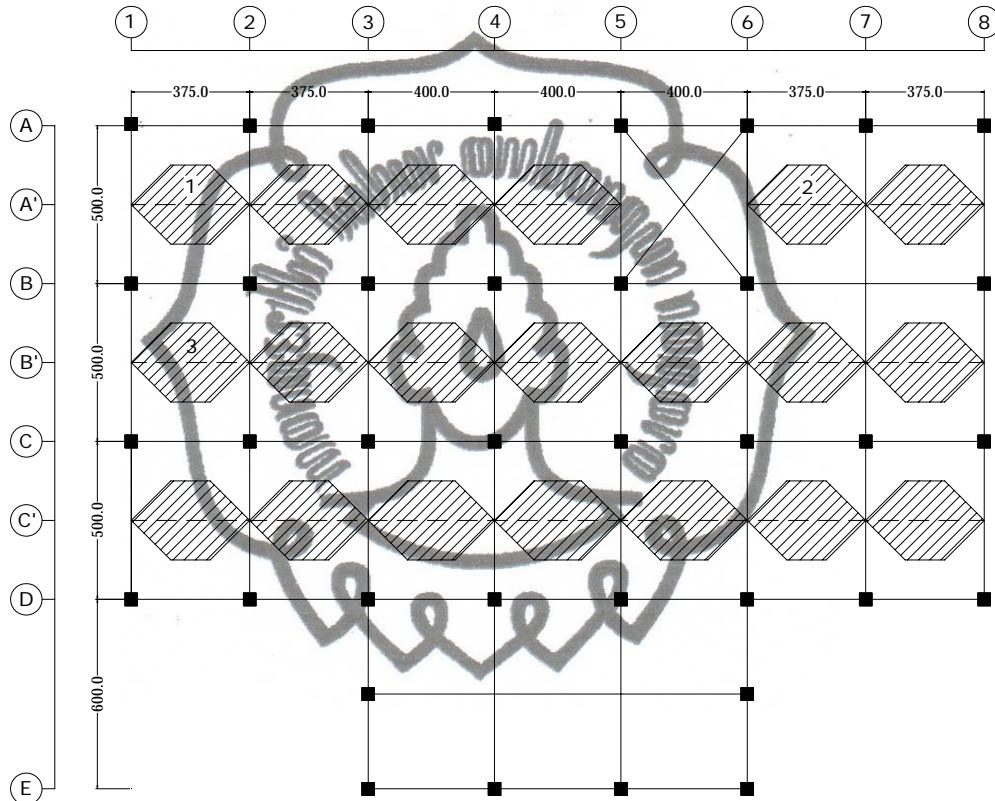
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

BAB 6

BALOK ANAK

6.1 . Perencanaan Balok Anak



Gambar 6.1 Area Pembebanan Balok Anak

Keterangan:

Balok anak : as A' (1 – 5)

Balok anak : as B' = C' (1 – 8)



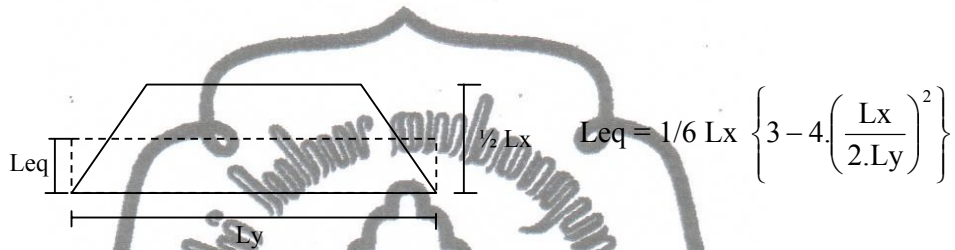
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

6.1.1. Perhitungan Lebar Equivalen

Untuk mengubah beban segitiga dan beban trapesium dari plat menjadi beban merata pada bagian balok, maka beban plat harus diubah menjadi beban equivalent yang besarnya dapat ditentukan sebagai berikut :

Lebar Equivalen Tipe Trapesium



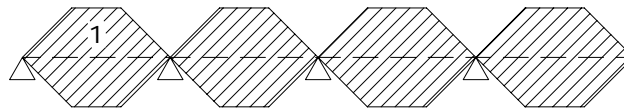
6.1.2. Lebar Equivalen Balok Anak

Tabel 6.1. Hitungan Lebar Equivalen

No.	Ukuran Plat (m ²)	Lx (m)	Ly (m)	Leq (trapesium)
1.	2,5 × 3,75	2,5	3,75	1,06
2.	2,5 x 4,0	2,5	4,0	1,09

6.2. Pembebanan Balok Anak as A'

6.2.1. Pembebanan



Gambar 6.2 Lebar Equivalen Balok Anak as 1'

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Perencanaan Dimensi Balok

$$h = 1/12 \cdot L_y$$

$$= 1/12 \cdot 4000$$

$$= 333,3 \text{ mm} = 350 \text{ mm}$$

$$b = 2/3 \cdot h$$

$$= 2/3 \cdot 333,3$$

$$= 222,2 \text{ mm (h dipakai = 350 mm, b = 250 mm)}$$

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok A' (1 – 3)

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban plat} = (2 \times 1,06) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{871,32 \text{ kg/m}}$$

$$q_{D1} = 1009,32 \text{ kg/m}$$

Pembebanan balok A' (3 – 5)

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban plat} = (2 \times 1,09) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{895,98 \text{ kg/m}}$$

$$q_{D2} = 1033,98 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

$$q_{L1} = (2 \times 1,06) \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$= 530 \text{ kg/m}$$

$$q_{L2} = (2 \times 1,09) \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$= 545 \text{ kg/m}$$

3. Beban berfaktor (q_U)

$$q_{U1} = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 1009,32 + 1,6 \cdot 530$$

$$= 2059,18 \text{ kg/m}$$

$$q_{U2} = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 1033,98 + 1,6 \cdot 545$$

$$= 2112,77 \text{ kg/m}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

6.2.2. Perhitungan Tulangan

a. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 350 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 250 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 360 \text{ Mpa} & &= 350 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 294
 \end{aligned}$$

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\
 &= 0,031 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,031 \\
 &= 0,0232 \\
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038
 \end{aligned}$$

Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 M_u &= 3485,07 \text{ kgm} = 3,485 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,485 \cdot 10^7}{0,8} = 4,35 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,35 \cdot 10^7}{250 \times (294)^2} = 2,01 \text{ N/mm}^2 \\
 m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 17
 \end{aligned}$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 2,01}{360}} \right) \\ &= 0,006\end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,006$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 441 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan D 16} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{441}{200,96} = 2,19 \sim 3 \text{ buah.}$$

Dipakai **3 D 16 mm**

$$\begin{aligned}A_s \text{ ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots \text{aman !}\end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{602,88 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 40,85$$

$$\begin{aligned}M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 602,88 \times 360 \left(294 - \frac{40,85}{2} \right) \\ &= 5,9375 \cdot 10^7 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots \text{aman !}$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!!}\end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Daerah Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 2577.40 \text{ kgm} = 2,577 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,577 \cdot 10^7}{0,8} = 3,19 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,19 \cdot 10^7}{250 \times (294)^2} = 1,47 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 17$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 1,47}{360}} \right)$$

$$= 0,004$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,004$$

$$A_s = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,004 \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 294 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan D 16} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{294}{200,96} = 1,46 \sim 2 \text{ buah.}$$

Dipakai **2 D 16 mm**

$$A_s \text{ ada} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{401,92 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 27,23$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}
 M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 401,92 \times 360 \left(294 - \frac{27,23}{2} \right) \\
 &= 4,0568 \cdot 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots$ aman !

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\
 &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!!}
 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 V_u &= 4280,92 \text{ kg} = 42809,2 \text{ N} \\
 f'_c &= 25 \text{ Mpa} \\
 f_y &= 360 \text{ Mpa} \\
 d &= h - p - \frac{1}{2} \phi = 350 - 40 - \frac{1}{2} (12) = 304 \text{ mm} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\
 &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 304 \\
 &= 63333,33 \text{ N} \\
 \phi V_c &= 0,75 \cdot 63333,33 \text{ N} \\
 &= 47500 \text{ N} \\
 3 \phi V_c &= 3 \cdot 47500 \\
 &= 142500 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

$$42809,2 \text{ N} < 47500 \text{ N} < 142500 \text{ N}$$

Jadi tidak perlu tulangan geser

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{304}{2} = 152 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 8 – 150 mm**

commit to user

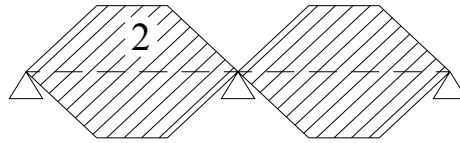


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

6.3. Pembebanan Balok Anak as A'

6.3.1. Pembebanan



Gambar 6. 3 Lebar Equivalen Balok Anak as A'

Perencanaan Dimensi Balok :

$$\begin{aligned} h &= 1/12 \cdot L_y \\ &= 1/12 \cdot 3750 \\ &= 312,5 \text{ mm} = 350 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 2/3 \cdot h \\ &= 2/3 \cdot 312,5 \\ &= 233,33 \text{ mm (h dipakai} = 350 \text{ mm, } b = 250 \text{ mm)} \end{aligned}$$

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as A' (6 – 8)

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 &= 138 \text{ kg/m} \\ \text{Beban Plat} &= (2 \times 1,06) \times 411 \text{ kg/m}^2 &= 871,32 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$q_D = 1009,32 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

$$q_L = (2 \times 1,06) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 530 \text{ kg/m}$$

3. Beban berfaktor (q_U)

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \times 1009,32) + (1,6 \times 530) \\ &= 2059,18 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

6.3.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 350 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 250 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 360 \text{ Mpa} & &= 350 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f_c &= 25 \text{ MPa} & &= 294
 \end{aligned}$$

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\
 &= 0,0313 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0313 \\
 &= 0,0234 \\
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038
 \end{aligned}$$

Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 M_u &= 3413,81 \text{ kgm} = 3,413 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,413 \cdot 10^7}{0,8} = 4,266 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,266 \cdot 10^7}{250 \times (294)^2} = 1,97 \text{ N/mm}^2 \\
 m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 17
 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 1,97}{360}} \right) \\ &= 0,006\end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,006$$

$$\begin{aligned}As &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 441 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan D 16} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{441}{200,96} = 2,19 \sim 3 \text{ buah.}$$

Dipakai tulangan **3 D 16 mm**

$$\begin{aligned}As \text{ ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 > As \dots\dots \text{ aman !}\end{aligned}$$

$$a = \frac{As \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{602,88 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 40,85$$

$$\begin{aligned}Mn \text{ ada} &= As \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 602,88 \times 360 \left(294 - \frac{40,85}{2} \right) \\ &= 5,9375 \cdot 10^7 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$Mn \text{ ada} > Mn \dots\dots \text{ aman !}$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!!}\end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Daerah Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 2033.83 \text{ kgm} = 2,033 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,033 \cdot 10^7}{0,8} = 2,54 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,54 \cdot 10^7}{250 \times (294)^2} = 1,17 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 17$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 1,17}{360}} \right)$$

$$= 0,0033$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{min}} = 0,0038$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0038 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 279,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan D 16} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{279,3}{200,96} = 1,38 \sim 2 \text{ buah.}$$

Dipakai tulangan **2 D 16 mm**

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{401,92 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 27,23$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}
 M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y (d - \frac{a}{2}) \\
 &= 401,92 \times 360 \left(294 - \frac{27,23}{2} \right) \\
 &= 4,0569 \cdot 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots\dots$ aman !

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\
 &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!!}
 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 V_u &= 3994,36 \text{ kg} = 39943,6 \text{ N} \\
 f'_c &= 25 \text{ Mpa} \\
 f_y &= 360 \text{ Mpa} \\
 d &= h - p - \frac{1}{2} \phi = 350 - 40 - \frac{1}{2} (12) = 304 \text{ mm} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\
 &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 304 \\
 &= 63333,33 \text{ N} \\
 \phi V_c &= 0,75 \cdot 63333,33 \text{ N} \\
 &= 47500 \text{ N} \\
 3 \phi V_c &= 3 \cdot 47500 \\
 &= 142500 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

$$39943,6 \text{ N} < 47500 \text{ N} < 142500 \text{ N}$$

Jadi tidak perlu tulangan geser

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{304}{2} = 152 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 8 – 150 mm**

commit to user

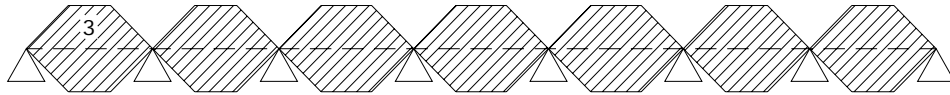


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

6.4. Pembebanan Balok Anak as B'

6.2.1. Pembebanan



Gambar 6.4 Lebar Equivalen Balok Anak as B'

Perencanaan Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/12 \cdot L_y \\
 &= 1/12 \cdot 3750 \\
 &= 312,5 \text{ mm} = 350 \text{ mm} \\
 b &= 2/3 \cdot h \\
 &= 2/3 \cdot 312,5 \\
 &= 250 \text{ mm (h dipakai} = 350 \text{ mm, } b = 250 \text{ mm)}
 \end{aligned}$$

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok A' (1 – 3)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban plat} &= (2 \times 1,06) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{871,32 \text{ kg/m}} \\
 q_{D1} &= 1009,32 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Pembebanan balok A' (3 – 6)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban plat} &= (2 \times 1,09) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{895,98 \text{ kg/m}} \\
 q_{D2} &= 1033,98 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m²

$$\begin{aligned}
 q_{L1} &= (2 \times 1,06) \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 530 \text{ kg/m} \\
 q_{L2} &= (2 \times 1,09) \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 545 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

3. Beban berfaktor (q_U)

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 1009,32 + 1,6 \cdot 530 \\ &= 2059,18 \text{ kg/m} \\ q_{U2} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 1033,98 + 1,6 \cdot 545 \\ &= 2112,77 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

6.2.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan:

$$\begin{aligned} h &= 350 \text{ mm} & \phi_t &= 16 \text{ mm} \\ b &= 250 \text{ mm} & \phi_s &= 8 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \phi_t - \phi_s \\ f_y &= 360 \text{ Mpa} & &= 350 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\ f_c &= 25 \text{ Mpa} & &= 294 \end{aligned}$$

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,031 \\ \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,031 \\ &= 0,0232 \\ \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Daerah Tumpuan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 2800,35 \text{ kgm} = 2,8003 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,8003 \cdot 10^7}{0,8} = 3,5 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,5 \cdot 10^7}{250 \times (294)^2} = 1,62 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 17$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 1,62}{360}} \right)$$

$$= 0,0046$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0046$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0046 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 338,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan D 16} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{338,1}{200,96} = 1,68 \sim 2 \text{ buah.}$$

Dipakai **2 D 16 mm**

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{401,92 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 27,23$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}
 M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 401,92 \times 360 \left(294 - \frac{27,23}{2} \right) \\
 &= 4,0569 \cdot 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots\dots$ aman !

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\
 &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm} \dots\dots \text{oke!!}
 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

Daerah Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 2789.97 \text{ kgm} = 2,789 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,789 \cdot 10^7}{0,8} = 3,48 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,48 \cdot 10^7}{250 \times (294)^2} = 1,61 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 17$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 1,61}{360}} \right) \\
 &= 0,004
 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,004$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,004 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 294 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan D 16} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{294}{200,96} = 1,46 \sim 2 \text{ buah.}$$

Dipakai **2 D 16 mm**

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \dots \text{aman!} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{401,92 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 27,23$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 401,92 \times 360 \left(294 - \frac{27,23}{2} \right) \\ &= 4,0569 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \dots \text{aman!}$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm} \dots \text{oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$V_u = 3793,78 \text{ kg} = 37937,8 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \phi = 350 - 40 - \frac{1}{2} (12) = 304 \text{ mm}$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

$$\begin{aligned}V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 304 \\ &= 63333,33 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,75 \cdot 63333,33 \text{ N} \\ &= 47500 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3 \phi V_c &= 3 \cdot 47500 \\ &= 142500 \text{ N}\end{aligned}$$

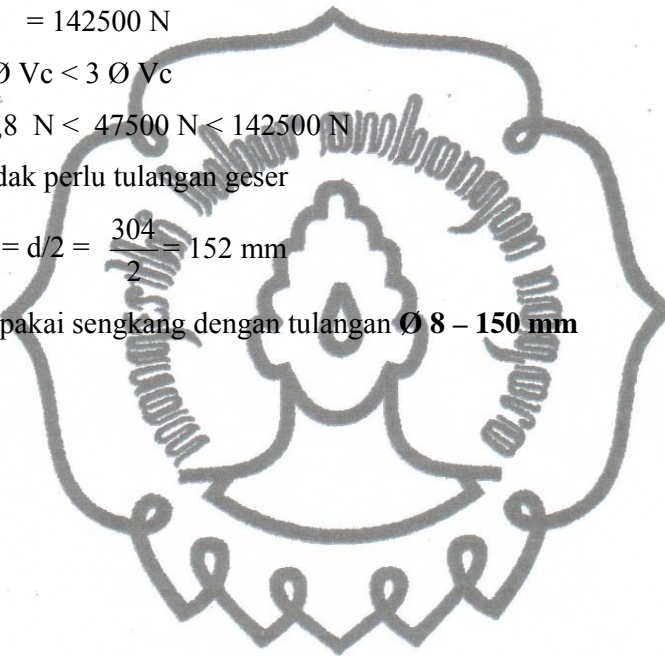
$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

$$37397,8 \text{ N} < 47500 \text{ N} < 142500 \text{ N}$$

Jadi tidak perlu tulangan geser

$$S_{\max} = d/2 = \frac{304}{2} = 152 \text{ mm}$$

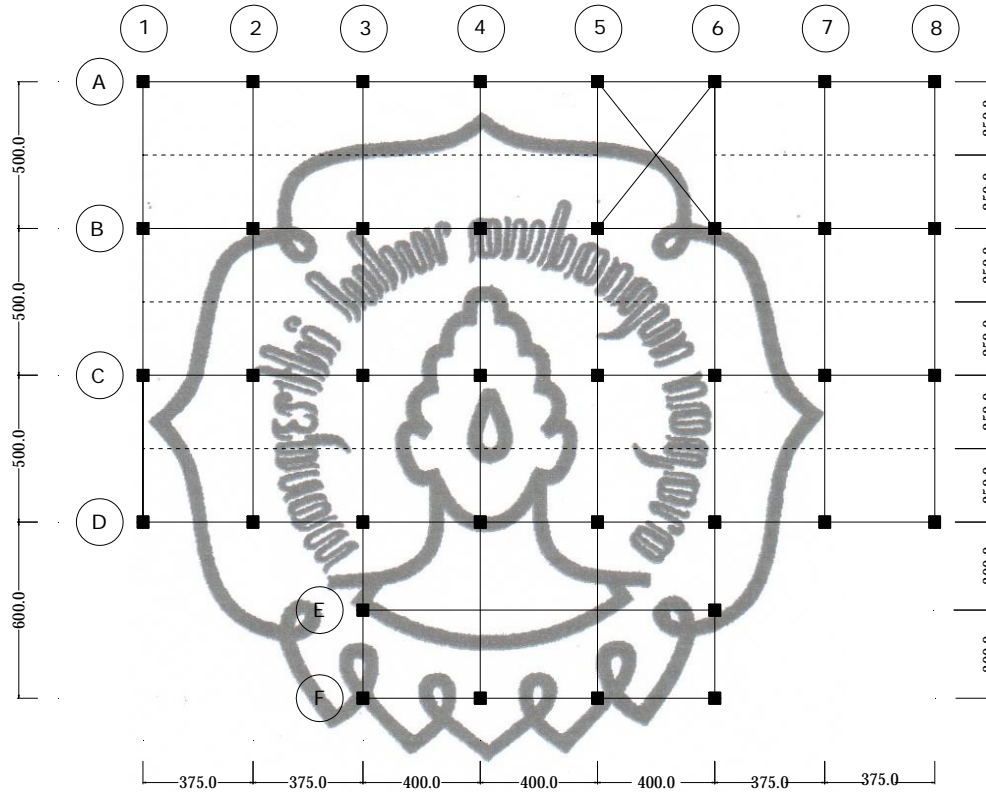
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 8 - 150 \text{ mm}$





BAB 7 PORTAL

7.1. Perencanaan Portal



Gambar 7.1. Denah Portal

Keterangan:

Balok Portal : As A	Balok Portal : As 2
Balok Portal : As B	Balok Portal : As 3
Balok Portal : As C	Balok Portal : As 4
Balok Portal : As D	Balok Portal : As 5
Balok Portal : As E	Balok Portal : As 6
Balok Portal : As F	Balok Portal : As 7
Balok Portal : As 1	Balok Portal : As 8

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

7.1.1. Dasar Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana portal adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk denah portal : Seperti pada gambar
- b. Model perhitungan : SAP 2000 (3 D)
- c. Perencanaan dimensi rangka : b (mm) x h (mm)
 - Dimensi kolom : 400 mm x 400 mm
 - Dimensi sloof : 200 mm x 300 mm
 - Dimensi balok : 300 mm x 500 mm
 - Dimensi ring balk : 200 mm x 250 mm
- d. Kedalaman pondasi : 2 m
- e. Mutu baja tulangan : U36 (fy = 360 MPa)
- f. Mutu baja sengkang : U24 (fy = 240 MPa)

7.1.2 Perencanaan Pembebanan

Secara umum data pembebanan portal adalah sebagai berikut:

a. Beban Mati (q_D)

➤ Plat Lantai

$$\text{Berat plat sendiri} = 0,12 \times 2400 \times 1 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat keramik (1 cm)} = 0,01 \times 2400 \times 1 = 24 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Spesi (2 cm)} = 0,02 \times 2100 \times 1 = 42 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plafond + instalasi listrik} = 25 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Pasir (2 cm)} = 0,02 \times 1600 \times 1 = 32 \text{ kg/m}$$

$$q_D = 411 \text{ kg/m}$$

➤ Dinding

$$\text{Berat sendiri dinding} = 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 = 892,5 \text{ kg/m}$$

➤ Atap

$$\text{Kuda kuda Utama} = 13017,91 \text{ kg (SAP 2000)}$$

$$\text{Jurai} = 2630,62 \text{ kg (SAP 2000)}$$

$$\text{Kuda Kuda Trapesium} = 12959,87 \text{ kg (SAP 2000)}$$

commit to user



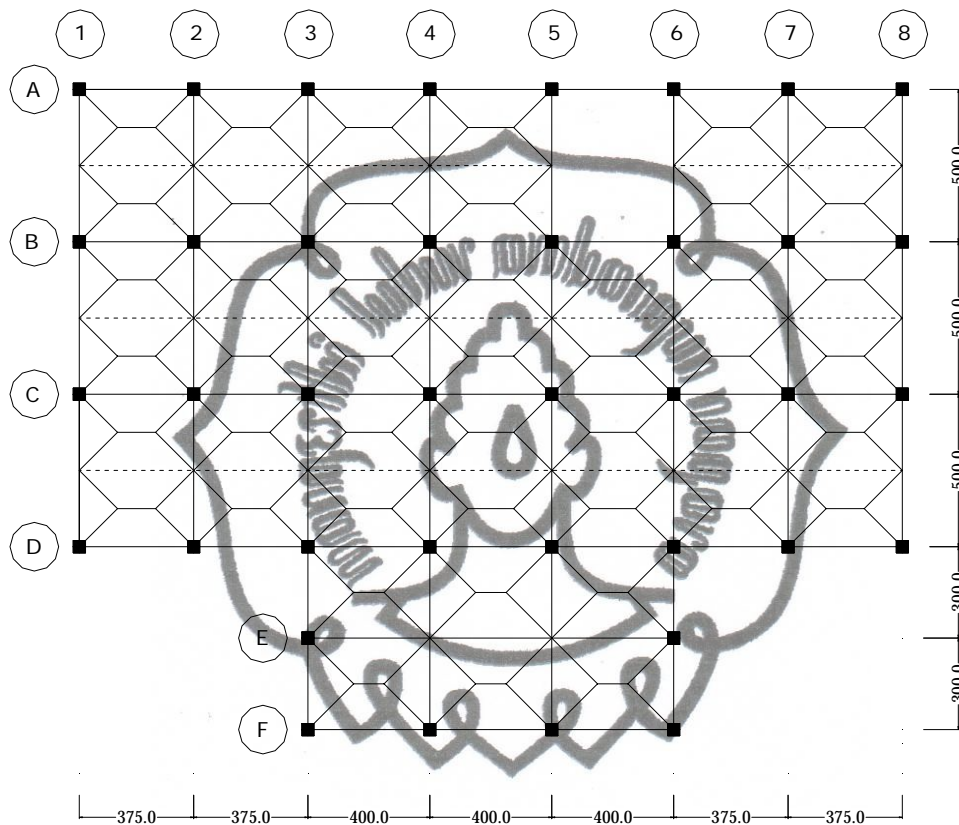
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

b. Beban hidup untuk swalayan (q_L)

$$\text{Beban hidup} = 250 \text{ kg/m}^2$$

7.2. Perhitungan Luas Equivalen untuk Plat Lantai



Gambar 7.2. Luas Equivalen

$$\text{Luas equivalent segitiga} : \frac{1}{3} \cdot lx$$

$$\text{Luas equivalent trapezium} : \frac{1}{6} \cdot lx \left(3 - 4 \left(\frac{lx}{2 \cdot ly} \right)^2 \right)$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Tabel 7.1. Hitungan Lebar Equivalen

No	Ukuran Pelat (m ²)	Ly (m)	Lx (m)	Leq (trapezium)	Leq (segitiga)
1	3,75 x 2,5	3,75	2,5	1,06	0,83
2	4,0 x 2,5	4,0	2,5	1,09	0,83
3	4,0 x 3,0	4,0	3,0	1,22	1,33

7.3. Perhitungan Pembebanan Balok

7.3.1. Perhitungan Pembebanan Balok Memanjang

Pada perhitungan pembebanan balok, diambil satu perencanaan sebagai acuan penulangan Balok memanjang, perencanaan tersebut pada balok

As B bentang 1 - 8

- Pembebanan balok induk A 1-2, 2-3, 6-7, dan 7-8

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (2 \times 1,06) = 871,32 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 = 892,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1763,82 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (1,06) = 265 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 1763,82) + (1,6 \cdot 265)$$

$$= 2540,58 \quad \text{kg/m}$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*➤ **Pembebanan balok induk B 3-4 dan 4-5**

Beban mati (qd):

$$\begin{aligned} \text{Berat plat lantai} &= 411 \cdot (2 \times 1,09) &= 895,98 & \text{ kg/m} \\ \text{Jumlah} &&= 895,98 & \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (1,09) = 272,5 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 895,98) + (1,6 \cdot 272,5) \\ &= 1511,17 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan balok induk B 5-6**

Beban mati (qd):

$$\begin{aligned} \text{Berat plat lantai} &= 411 \cdot (1,09) &= 447,99 & \text{ kg/m} \\ \text{Jumlah} &&= 447,99 & \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (1,09) = 272,5 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 447,99) + (1,6 \cdot 272,5) \\ &= 973,58 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan balok induk E 3-4, 4-5, dan 5-6**

Beban mati (qd):

$$\begin{aligned} \text{Berat plat lantai} &= 411 \cdot (2 \times 1,22) &= 1002,84 & \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 &= 892,5 & \text{ kg/m} \\ \text{Jumlah} &&= 1895,34 & \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (1,22) = 305 \quad \text{kg/m}$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

Beban berfaktor (qU2)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1895,34) + (1,6 \cdot 305) \\
 &= 2762,41 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Tabel 7.2. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Balok Portal Memanjang

BALOK INDUK		PEMBEBANAN							
		BEBAN MATI (kg/m ²)				Jumlah (berat plat lantai+berat dinding)	BEBAN HIDUP (kg/m ²)		
		Balok As	bentang	plat lantai			berat dinding	beban	No. Leq
beban	No. Leq			jumlah					
A	1-2	411	1	435,66	892,5	1328	250	1	265
	2-3	411	1	435,66	892,5	1328	250	1	265
	3-4	411	2	447,99	892,5	1341	250	2	272,5
	4-5	411	2	447,99	892,5	1341	250	2	272,5
	5-6	411	2	447,99	892,5	1341	250	2	272,5
	6-7	411	1	435,66	892,5	1328	250	1	265
	7-8	411	1	435,66	892,5	1328	250	1	265
B	1-2	411	1+1	871,32	892,5	1764	250	1+1	530
	2-3	411	1+1	871,32	-	872	250	1+1	530
	3-4	411	2+2	896	-	896	250	2+2	545
	4-5	411	2+2	896	-	896	250	2+2	545
	5-6	411	2	447,99	-	448	250	2	272,5
	6-7	411	1+1	871,32	892,5	1764	250	1+1	530
	7-8	411	1+1	871,32	892,5	1764	250	1+1	530
C	1-2	411	1+1	871,32	-	872	250	1+1	530
	2-3	411	1+1	871,32	-	872	250	1+1	530
	3-4	411	2+2	896	-	896	250	2+2	545
	4-5	411	2+2	896	-	896	250	2+2	545
	5-6	411	2+2	896	-	896	250	2+2	545
	6-7	411	1+1	871,32	-	872	250	1+1	530
	7-8	411	1+1	871,32	-	872	250	1+1	530
D	1-2	411	1	435,66	892,5	1329	250	1	265
	2-3	411	1	435,66	892,5	1329	250	1	265
	3-4	411	2+3	949,42	-	950	250	2+3	577,5
	4-5	411	2+3	949,42	-	950	250	2+3	577,5
	5-6	411	2+3	949,42	-	950	250	2+3	577,5
	6-7	411	1	435,66	892,5	1329	250	1	265
	7-8	411	1	435,66	892,5	1329	250	1	265
E	3-4	411	3+3	1002,84	-	1003	250	3+3	610
	4-5	411	3+3	1002,84	-	1003	250	3+3	610
	5-6	411	3+3	1002,84	-	1003	250	3+3	610
F	3-4	411	3	501,42	892,5	1394	250	3	305
	4-5	411	3	501,42	892,5	1394	250	3	305
	5-6	411	3	501,42	892,5	1394	250	3	305

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

No	1	2	3
L_{eq} segitiga	0,83	0,83	1,33
L_{eq} trapesium	1,06	1,09	1,22

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,3 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 = 273,6 \text{ kg/m}$$

7.3.2. Perhitungan Pembebanan Balok Melintang

Pada perhitungan pembebanan balok, diambil satu perencanaan sebagai acuan penulangan Balok melintang. Perencanaan tersebut pada balok

As 3 Bentang A-D

- Pembebanan balok induk 3 (A-B)

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times (2 \times 0,83) = 682,26 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 = 892,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1574,76 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 250 \cdot 0,83 = 207,5 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk 3 (B-C)

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times (2 \times 0,83) = 682,26 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 682,26 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 250 \cdot 0,83 = 207,5 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk 3 (C-D)

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times 0,83 = 341,13 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,35) \times 1700 = 892,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1233,63 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 250 \cdot 0,83 = 207,5 \text{ kg/m}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

➤ Pembebanan balok induk 3 (D-E)

Beban mati (qd):

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times 1,33 = 546,63 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,35) \times 1700 = 892,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1439,13 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \times 1,33 = 332,5 \quad \text{kg/m}$$

➤ Pembebanan balok induk 3 (E-F)

Beban mati (qd):

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times 1,33 = 546,63 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,35) \times 1700 = 892,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1439,13 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \times 1,33 = 332,5 \quad \text{kg/m}$$

Tabel 7.3. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Balok Portal Melintang

BALOK INDUK		PEMBEBANAN							
		BEBAN MATI (kg/m)				Jumlah (berat plat lantai+berat dinding)	BEBAN HIDUP (kg/m)		
Balok As	bentang	plat lantai			berat dinding		beban	No. Leq	jumlah
		beban	No. Leq	jumlah					
1	A-B	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5
	B-C	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5
	C-D	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5
2	A-B	411	1+1	682,26	892,5	1575	250	1+1	415
	B-C	411	1+1	682,26	-	683	250	1+1	415
	C-D	411	1+1	682,26	-	683	250	1+1	415
3	A-B	411	1+2	682,26	-	683	250	1+2	415
	B-C	411	1+2	682,26	-	683	250	1+2	415
	C-D	411	1+2	682,26	-	683	250	1+2	415
	D-E	411	3	546,63	892,5	1440	250	3	332,5
4	E-F	411	3	546,63	892,5	1440	250	3	332,5
	A-B	411	2+2	682,26	-	683	250	2+2	415
	B-C	411	2+2	682,26	-	683	250	2+2	415



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

	C-D	411	2+2	682,26	-	683	250	2+2	415
	D-E	411	3+3	1093,26	-	1094	250	3+3	665
	E-F	411	3+3	1093,26	-	1094	250	3+3	665
5	A-B	411	2	341,13	-	342	250	2	207,5
	B-C	411	2+2	682,26	-	683	250	2+2	415
	C-D	411	2+2	682,26	-	683	250	2+2	415
	D-E	411	3+3	1093,26	-	1094	250	3+3	665
	E-F	411	3+3	1093,26	-	1094	250	3+3	665
6	A-B	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5
	B-C	411	1+2	682,26	-	683	250	1+2	415
	C-D	411	1+2	682,26	-	683	250	1+2	415
	D-E	411	3	546,63	892,5	1440	250	3	332,5
	E-F	411	3	546,63	892,5	1440	250	3	332,5
7	A-B	411	1+1	682,26	892,5	1575	250	1+1	415
	B-C	411	1+1	682,26	-	683	250	1+1	415
	C-D	411	1+1	682,26	-	683	250	1+1	415
8	A-B	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5
	B-C	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5
	C-D	411	1	341,13	892,5	1234	250	1	207,5

No	1	2	3
L_{eq} segitiga	0,83	0,83	1,33
L_{eq} trapesium	1,06	1,09	1,22

7.4. Perhitungan Pembebanan Ring Balk

Beban ring balk

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok = $0,2 \cdot 0,25 \cdot 2400$

= 120 kg/m

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

171

Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned}
 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= 1,2 \cdot 120 + 1,6 \cdot 0 \\
 &= 144 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

7.5. Perhitungan Pembebanan Sloof Memanjang

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan sloof memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk As D (1 – 8)

1. Pembebanan balok element As D (1 - 2)

➤ Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,3) \cdot 1700 = \underline{943,5 \text{ kg/m}}$$

$$qD = 1087,5 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \text{ kg/m}$$

➤ Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned}
 qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\
 &= (1,2 \cdot 1087,5) + (1,6 \cdot 250) \\
 &= 1705 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

2. Pembebanan balok element As D (3 - 4)

3. Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = \underline{144 \text{ kg/m}}$$

$$qD = 144 \text{ kg/m}$$

➤ Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \text{ kg/m}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 144) + (1,6 \cdot 250) \\ &= 572,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Tabel 7.4. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Memanjang

Balok sloof		Pembebanan				
Sloof	Bentang	qD		Jumlah	qL	qU
		Berat dinding	Berat sendiri balok			
A	1 – 2	943.5	144	1087.5	250	1705
	2 – 3	943.5	144	1087.5	250	1705
	3 – 4	943.5	144	1087.5	250	1705
	4 – 5	943.5	144	1087.5	250	1705
	5 – 6	943.5	144	1087.5	250	1705
	6 – 7	943.5	144	1087.5	250	1705
	7 – 8	943.5	144	1087.5	250	1705
B	1 – 2	943.5	144	1087.5	250	1705
	2 – 3	0	144	144	250	572,8
	3 – 4	0	144	144	250	572,8
	4 – 5	0	144	144	250	572,8
	5 – 6	0	144	144	250	572,8
	6 – 7	943.5	144	1087.5	250	1705
	7 – 8	943.5	144	1087.5	250	1705
C	1 – 2	0	144	144	250	572,8
	2 – 3	0	144	144	250	572,8
	3 – 4	0	144	144	250	572,8
	4 – 5	0	144	144	250	572,8
	5 – 6	0	144	144	250	572,8
	6 – 7	0	144	144	250	572,8
	7 – 8	0	144	144	250	572,8
D	1 – 2	943.5	144	1087.5	250	1705
	2 – 3	943.5	144	1087.5	250	1705
	3 – 4	0	144	144	250	572,8
	4 – 5	0	144	144	250	572,8
	5 – 6	0	144	144	250	572,8
	6 – 7	943.5	144	1087.5	250	1705
	7 – 8	943.5	144	1087.5	250	1705

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

E	3 – 4	0	144	144	250	572,8
	4 – 5	0	144	144	250	572,8
	5 – 6	0	144	144	250	572,8
F	3 – 4	943.5	144	1087.5	250	1705
	4 – 5	943.5	144	1087.5	250	1705
	5 – 6	943.5	144	1087.5	250	1705

7.5.2. Perhitungan Pembebanan Sloof Melintang

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan sloof memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk As 1 (A – F)

1. Pembebanan balok element As 1 (A - D)

➤ Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,3) \cdot 1700 = 943,5 \text{ kg/m}$$

$$qD = 1087,5 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \text{ kg/m}$$

➤ Beban berfaktor (qU)

$$qU = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1087,5) + (1,6 \cdot 250)$$

$$= 1705 \text{ kg/m}$$

4. Pembebanan balok element As 1 (D - F)

5. Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,3) \cdot 1700 = 943,5 \text{ kg/m}$$

$$qD = 1087,5 \text{ kg/m}$$

➤ Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \text{ kg/m}$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1087,5) + (1,6 \cdot 250) \\ &= 1705 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Tabel 7.5. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Melintang

Balok induk		Pembebanan				
Balok	Bentang	qD		Jumlah	qL	qU
		Berat dinding	Berat sendiri balok			
1	A – B	943.5	144	1087.5	250	1705
	B – C	943.5	144	1087.5	250	1705
	C – D	943.5	144	1087.5	250	1705
2	A – B	943.5	144	1087.5	250	1705
	B – C	0	144	144	250	572,8
	C – D	0	144	144	250	572,8
3	A – B	943.5	144	1087.5	250	1705
	B – C	0	144	144	250	572,8
	C – D	0	144	144	250	572,8
	D – E	943.5	144	1087.5	250	1705
	E – F	943.5	144	1087.5	250	1705
4	A – B	0	144	144	250	572,8
	B – C	0	144	144	250	572,8
	C – D	0	144	144	250	572,8
	D – E	0	144	144	250	572,8
	E – F	0	144	144	250	572,8
5	A – B	0	144	144	250	572,8
	B – C	0	144	144	250	572,8
	C – D	0	144	144	250	572,8
	D – E	0	144	144	250	572,8
	E – F	0	144	144	250	572,8
6	A – B	943.5	144	1087.5	250	1705
	B – C	0	144	144	250	572,8
	C – D	0	144	144	250	572,8
	D – E	943.5	144	1087.5	250	1705
	E – F	943.5	144	1087.5	250	1705
7	A – B	943.5	144	1087.5	250	1705
	B – C	0	144	144	250	572,8

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

	C – D	0	144	144	250	572,8
8	A – B	943.5	144	1087.5	250	1705
	B – C	943.5	144	1087.5	250	1705
	C – D	943.5	144	1087.5	250	1705

7.6. Perhitungan Tulangan Lentur Ring Balk

Data perencanaan :

$$h = 250 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$\phi_t = 16 \text{ mm}$$

$$\phi_s = 8 \text{ mm}$$

$$d = h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \cdot \phi_t$$

$$= 250 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 194 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$

$$= 0,031$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,031$$

$$= 0,0232$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 353**.

$$M_u = 701,88 \text{ kgm} = 7,01 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7,01 \times 10^6}{0,8} = 8,76 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8,76 \times 10^6}{200 \times 194^2} = 1,164$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 1,164}{360}} \right)$$

$$= 0,0033$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0038$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0038 \times 200 \times 194$$

$$= 147,44 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{147,44}{200,96}$$

$$= 0,733 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = \frac{1}{4} \pi \cdot 16^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 16^2 = 200,96$$

$$A_s \text{ ada} = 2 \times 200,96 = 401,92 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 16**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 353**.

$$M_u = 555,80 \text{ kgm} = 5,55 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,55 \times 10^6}{0,8} = 6,94 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,94 \times 10^6}{200 \times 194^2} = 0,922$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 0,922}{360}} \right)$$

$$= 0,0026$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0038$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0038 \times 200 \times 194$$

$$= 147,44 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{147,44}{200,96}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$= 0,733 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = \frac{1}{4} \pi \cdot 16^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 16^2 = 200,96$$

$$As \text{ ada} = 2 \times 200,96 = 401,92 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 16**

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm} \dots \text{oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

7.6.1. Perhitungan Tulangan Geser Ring Balk

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 353**:

$$V_u = 749,63 \text{ kg} = 7496,3 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$d = 194 \text{ mm}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 194$$

$$= 32333,33 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 32333,33 = 24250 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \cdot 24250 \text{ N} = 12125 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 24250 = 72750 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c < \phi V_c$

$$: 7632,4 \text{ N} < 12125 \text{ N} < 24250 \text{ N}$$

Jadi tidak diperlukan tulangan geser

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{194}{2} = 97 \text{ mm}$$

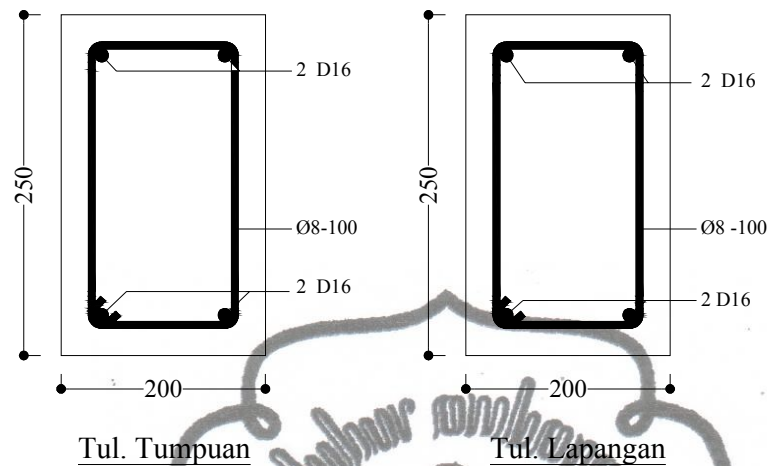
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 8 – 100 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai



7.7. Penulangan Balok Portal

7.7.1. Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang

Data perencanaan :

$$h = 500 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\phi_t = 19 \text{ mm}$$

$$\phi_s = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_t \\ &= 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 440,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,031 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,031 \\ &= 0,0232\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038$$

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 229** :

$$M_u = 3747,46 \text{ kgm} = 3,747 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,747 \times 10^7}{0,8} = 4,68 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,68 \times 10^7}{300 \times 440,5^2} = 0,804$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 0,804}{360}} \right) \\ &= 0,0023\end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0038$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0038 \times 300 \times 440,5 \\ &= 502,17 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 19

$$\begin{aligned}n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{502,17}{283,385} \\ &= 1,77 \approx 2 \text{ tulangan}\end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$As' = \frac{1}{4} \pi \cdot 19^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 19^2 = 283,385 \text{ mm}$$

$$As \text{ ada} = 2 \times 283,385 = 566,77 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 19**

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{2 - 1} = 162 > 25 \text{ mm} \dots \text{oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **D 19 mm**

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 229**.

$$Mu = 2308,61 \text{ kgm} = 2,308 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{2,308 \times 10^7}{0,8} = 2,885 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{2,885 \times 10^7}{300 \times 440,5^2} = 0,495$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 0,495}{360}} \right) \\ &= 0,0014 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0038$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0038 \times 300 \times 440,5 \\ &= 502,17 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{502,17}{283,385}$$

$$= 1,77 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$\text{As}' = \frac{1}{4} \pi \cdot 19^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 19^2 = 283,385 \text{ mm}^2$$

$$\text{As ada} = 2 \times 283,385 = 566,77 \text{ mm}^2$$

As' > As.....aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 19**

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{2 - 1} = 162 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 19 mm**

7.7.2. Perhitungan Tulangan Geser Portal Memanjang

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 229**:

$$V_u = 5546,31 \text{ kg} = 55463,1 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$d = 440,5$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 440,5$$

$$= 110125 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 110125 = 82593,75 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 0,5 \cdot 82593,75 = 41296,87 \text{ N}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 82593,75 = 247781,25 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser} : \frac{1}{2} \phi V_c < V_u < \phi V_c$$

$$: 41296,87 \text{ N} < 55463,1 \text{ N} < 82593,75 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \frac{1}{2} \phi V_c \\ &= 55463,1 - 41296,87 \\ &= 14166,23 \text{ N} \end{aligned}$$

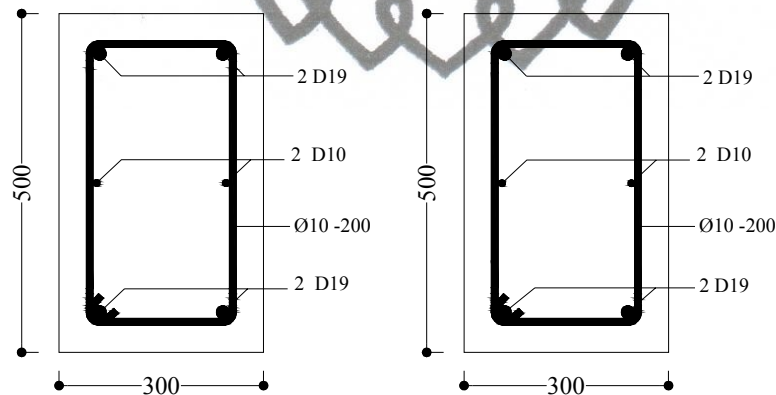
$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{14166,23}{0,75} = 18888,31 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 360 \cdot 440,5}{18888,31} = 1318,12 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = d/2 = \frac{440,5}{2} = 220,25 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 10 - 200 \text{ mm}$



Tul. Tumpuan

Tul. Lapangan

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

7.6.3. Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang

Data perencanaan :

$$h = 500 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\varnothing_t = 19 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \varnothing_s - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_t \\ &= 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 440,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,031 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,031 \\ &= 0,0232 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038$$

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 278**.

$$M_u = 13309,39 \text{ kgm} = 13,309 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\varphi} = \frac{13,309 \times 10^7}{0,8} = 16,64 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{16,64 \times 10^7}{300 \times 440,5^2} = 2,85$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 2,85}{360}} \right) \\ &= 0,0085 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max}$ → dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho = 0,0085$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0085 \times 300 \times 440,5 \\ &= 1123,27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 19

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1123,27}{283,385} \\ &= 3,964 \approx 4 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$A_s' = \frac{1}{4} \pi \cdot 19^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 19^2 = 283,385 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 4 \times 283,385 = 1133,54 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Dipakai tulangan **4 D 19**

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{4 - 1} = 120 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 19 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 278**.

$$M_u = 11375,55 = 11,375 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{11,375 \times 10^7}{0,8} = 14,22 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{14,22 \times 10^7}{300 \times 440,5^2} = 2,44$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 2,44}{360}} \right)$$

$$= 0,0072$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{perlu}} = 0,0072$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0072 \times 300 \times 440,5$$

$$= 951,48 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{951,48}{283,385}$$

$$= 3,357 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = \frac{1}{4} \pi \cdot 19^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 19^2 = 283,385 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ ada} = 4 \times 283,385 = 1133,54 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s \dots \dots \dots$ aman Ok !

Dipakai tulangan **4 D 19**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{4 - 1} = 120 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **D 19 mm**

7.6.4. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 278**:

$$V_u = 13607,10 \text{ kg} = 136071,0 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$d = 440,5$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 440,5$$

$$= 110125 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 110125 = 82593,75 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 0,5 \cdot 82593,75 = 41296,87 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 82593,75 = 247781,25 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\phi V_c < V_u < 3\phi V_c$

$$: 82593,75 \text{ N} < 136071,0 \text{ N} < 247781,25 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$= 136071,0 - 82593,75$$

$$= 53477,25 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{53477,25}{0,75} = 71303 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 360 \cdot 440,5}{71303} = 349,17 \text{ mm}$$

commit to user

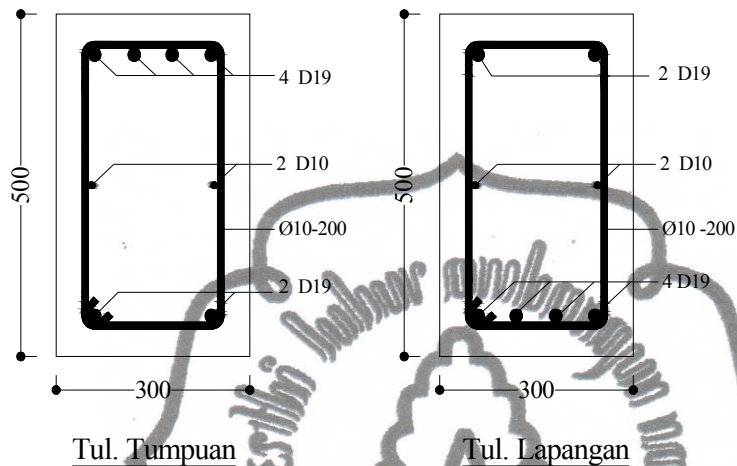


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$S_{\max} = d/2 = \frac{440,5}{2} = 220,25 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 10 - 200 \text{ mm}$



7.7. Penulangan Kolom

7.7.1. Perhitungan Tulangan Lentur Kolom

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} b &= 400 \text{ mm} & \text{Ø tulangan} &= 16 \text{ mm} \\ h &= 400 \text{ mm} & \text{Ø sengkang} &= 8 \text{ mm} \\ f'_c &= 25 \text{ MPa} & s \text{ (tebal selimut)} &= 40 \text{ mm} \\ f_y &= 360 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya terbesar pada **batang nomor 62**,

$$\begin{aligned} P_u &= 43853,01 \text{ kg} = 438530,1 \text{ N} \\ M_u &= 2249,63 \text{ kgm} = 2,249 \times 10^7 \text{ Nmm} \\ d &= h - s - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \text{Ø tulangan} \\ &= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\ &= 344 \text{ mm} \\ d' &= h - d \\ &= 400 - 344 \\ &= 56 \text{ mm} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{2,249.10^7}{438530,1} = 51,28 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1.h = 0,1.400 = 40 \text{ mm}$$

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 360} \cdot 344 = 215$$

$$\begin{aligned} a_b &= \beta_1 \times c_b \\ &= 0,85 \times 215 \\ &= 182,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{n_b} &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 182,75 \cdot 400 \\ &= 1553375 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{Pu}{\phi} ; 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g = 0,1 \cdot 25 \cdot 400 \cdot 400 = 4 \cdot 10^5 \text{ N}$$

→ karena $P_u = 438530,1 \text{ N} > 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$, maka $\phi : 0,65$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{Pu}{\phi} = \frac{438530,1}{0,65} = 674661,70 \text{ N}$$

$P_{n_{\text{perlu}}} < P_{n_b}$ → analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{674661,70}{0,85 \cdot 25 \cdot 400} = 79,37$$

Luasan memanjang minimum

$$\frac{P_{n_{\text{perlu}}} \left(\frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y (d - d')} = \frac{674661,70 \cdot \left(\frac{400}{2} - 40 - \frac{79,37}{2} \right)}{360(344 - 56)} = 782,908$$

$$A_{s_t} = 1 \% A_g = 0,01 \cdot 400 \cdot 400 = 1600 \text{ mm}^2$$

Sehingga, $A_s = A_{s_t}$

$$A_s = \frac{A_{s_t}}{2} = \frac{1600}{2} = 800 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{800}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2} = 3,98 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 803,84 \text{ mm}^2 > 800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

As ada > As perlu..... Ok!

Dipakai tulangan **4 D 16**

Jadi dipakai tulangan **D 16**

7.7.2. Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya terbesar pada **batang nomor 62**

$$V_u = 836,65 \text{ kg} = 8,366 \times 10^4 \text{ N}$$

$$P_u = 43853,01 \text{ kg} = 438530,1 \times 10^4 \text{ N}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{P_u}{14.A_g} \right) \sqrt{\frac{f'_c}{6}} . b.d$$

$$= \left(1 + \frac{49,4897 \times 10^4}{14 \times 400 \times 400} \right) \sqrt{\frac{25}{6}} \times 400 \times 344 = 34,29 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 \times V_c \\ &= 0,75 \times 34,29 \times 10^4 = 25,72 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

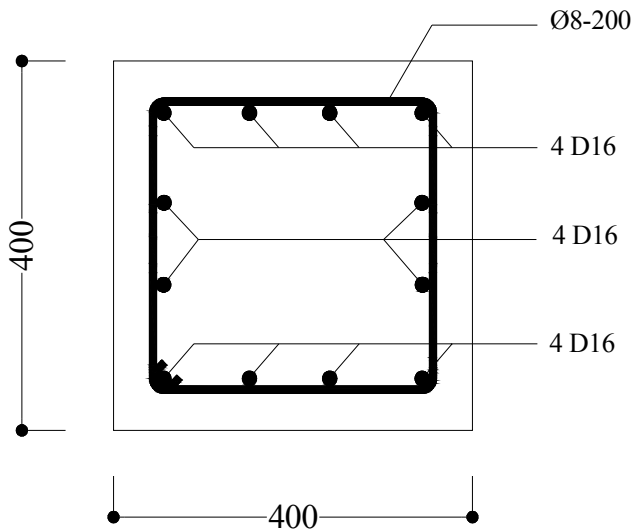
$$\frac{1}{2} \phi V_c = 12,86 \times 10^4 \text{ N}$$

$V_u < \frac{1}{2} \phi V_c \Rightarrow$ tanpa diperlukan tulangan geser.

$$1,197 \times 10^4 \text{ N} < 12,42 \times 10^4$$

Dipakai sengkang praktis untuk penghubung tulangan memanjang : **Ø8 – 200 mm**

Penulangan Kolom



commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

7.8. Penulangan Sloof

7.8.1. Hitungan Tulangan Lentur Sloof Melintang

Data perencanaan :

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\phi_t = 16 \text{ mm}$$

$$\phi_s = 8 \text{ mm}$$

$$d = h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_t$$

$$= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 244 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$

$$= 0,031$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,031$$

$$= 0,0232$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038$$

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 201**.

$$M_u = 3879,47 \text{ kgm} = 3,879 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,879 \times 10^7}{0,8} = 4,85 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,85 \times 10^7}{200 \times 244^2} = 4,07$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 4,07}{360}} \right) \\ &= 0,012 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max}$ → dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho = 0,012$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,012 \times 200 \times 244 \\ &= 585,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{585,6}{200,96} \\ &= 2,91 \approx 3 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\text{As}' = \frac{1}{4} \pi \cdot 16^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{As ada} = 3 \times 200,96 = 602,88 \text{ mm}^2$$

$\text{As}' > \text{As}$aman Ok !

Dipakai tulangan **3 D 16**

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 28 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 201**.

$$M_u = 3859,36 \text{ kgm} = 3,859 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,859 \times 10^7}{0,8} = 4,82 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,82 \times 10^7}{200 \times 244^2} = 4,05$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 4,05}{360}} \right)$$

$$= 0,012$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

Digunakan $\rho = 0,012$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,012 \times 200 \times 244$$

$$= 585,6 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{585,6}{200,96}$$

$$= 2,91 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = \frac{1}{4} \pi \cdot 16^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96$$

$$A_s \text{ ada} = 3 \times 200,96 = 602,88 \text{ mm}^2$$

$$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Dipakai tulangan **3 D 16**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 28 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

7.8.2. Perhitungan Tulangan Geser Sloof

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 201:**

$$V_u = 4700,52 \text{ kg} = 47005,2 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 40666,67 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 40666,67$$

$$= 30500 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 0,5 \cdot 30500$$

$$= 15250 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 30500$$

$$= 91500 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$

$$: 30500 \text{ N} < 47005,2 \text{ N} < 91500 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$= 47005,2 - 30500 = 16505,2 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{16505,2}{0,75} = 22006,94 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 244}{22006,94} = 267,37 \text{ mm}$$

commit to user

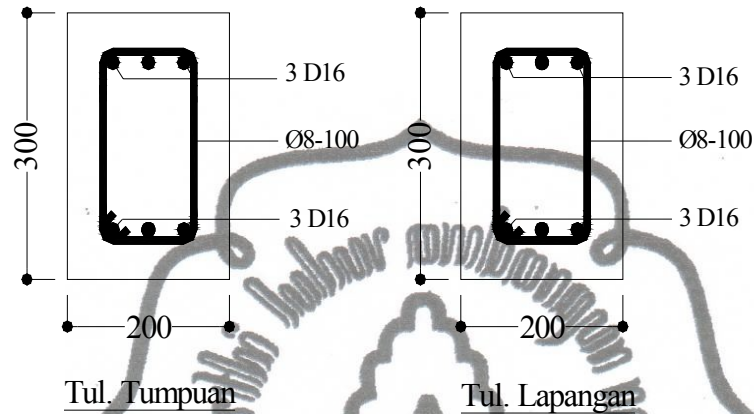


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$S_{\max} = d/2 = \frac{244}{2} = 122 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø} 8 - 100 \text{ mm}$



7.8.1. Hitungan Tulangan Lentur Sloof Memanjang

Data perencanaan :

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\text{Ø}_t = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Ø}_s = 8 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \text{Ø}_s - \frac{1}{2} \cdot \text{Ø}_t \\ &= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\ &= 244 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,031 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,031 \\ &= 0,0232 \\ \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038\end{aligned}$$

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 147**.

$$M_u = 2560,35 \text{ kgm} = 2,560 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,560 \times 10^7}{0,8} = 3,2 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,2 \times 10^7}{200 \times 244^2} = 2,68$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 2,68}{360}} \right) \\ &= 0,0080\end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho = 0,0080$$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0080 \times 200 \times 244 \\ &= 390,4 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned}n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{390,4}{200,96} \\ &= 1,94 \approx 2 \text{ tulangan}\end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$As' = \frac{1}{4} \pi \cdot 16^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96 \text{ mm}$$

$$As \text{ ada} = 2 \times 200,96 = 401,92 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 16**

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 147**.

$$Mu = 2378,82 \text{ kgm} = 2,378 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{2,378 \times 10^7}{0,8} = 2,97 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{2,97 \times 10^7}{200 \times 244^2} = 2,49$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 2,49}{360}} \right) \\ &= 0,0074 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho = 0,0074$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0074 \times 200 \times 244 \\ &= 361,12 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{361,16}{200,96} \\ &= 1,79 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\text{As}' = \frac{1}{4} \pi \cdot 16^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 = 200,96$$

$$\text{As ada} = 2 \times 200,96 = 401,92 \text{ mm}^2$$

As' > As.....aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 16**

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n \phi \text{ tulangan} - 2 \phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **D 16 mm**

7.8.3. Perhitungan Tulangan Geser Sloof

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 147**:

$$V_u = 3802,58 \text{ kg} = 38025,8 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 244 \\ &= 40666,67 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 \cdot 40666,67 \\ &= 30500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \phi V_c &= 0,5 \cdot 30500 \\ &= 15250 \text{ N} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 30500 \\ = 91500 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$

$$: 30500 \text{ N} < 38025,8 \text{ N} < 91500 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c \\ = 38025,8 - 30500 = 7525,8 \text{ N}$$

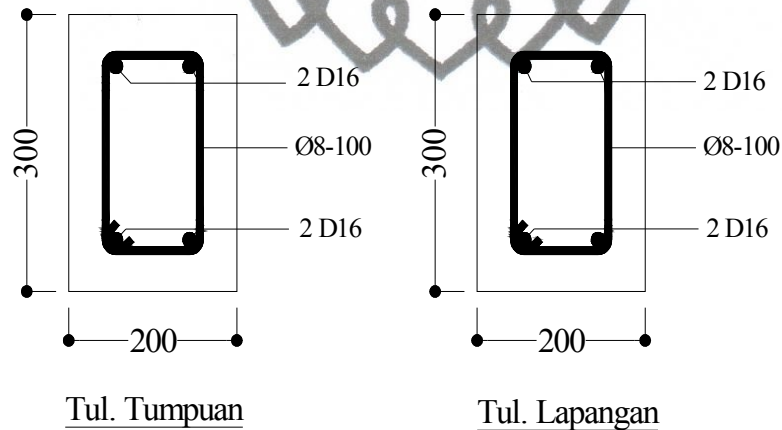
$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{7525,8}{0,75} = 10034,4 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 244}{10034,4} = 586,40 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = d/2 = \frac{244}{2} = 122 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 8 - 100 \text{ mm}$



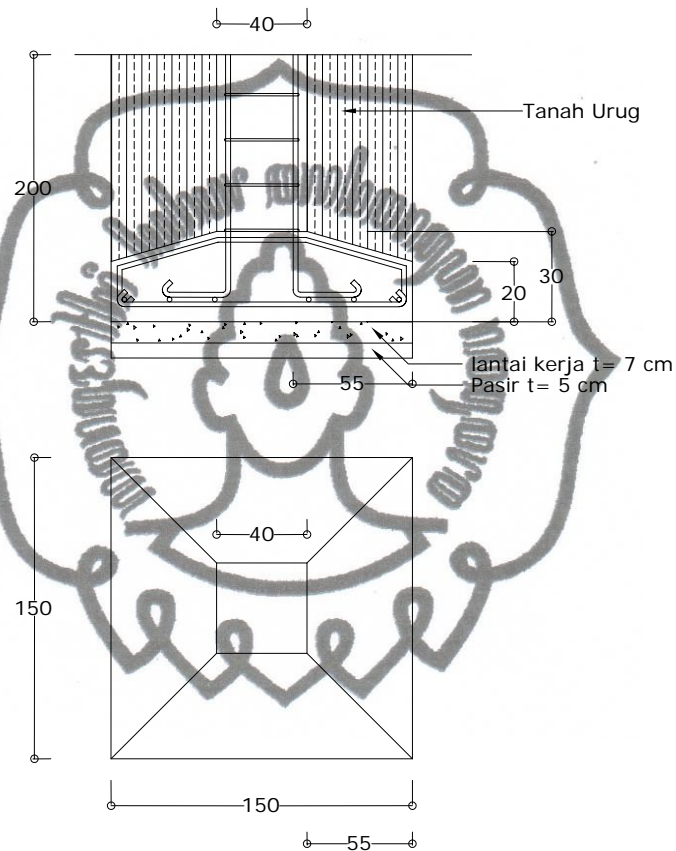
commit to user



BAB 8

PONDASI

8.1. Data Perencanaan



Gambar 8.1. Perencanaan Pondasi

Dari perhitungan **SAP 2000** pada **Frame 43** diperoleh :

- **Pu** = 53900,76 kg/m
- **Mu** = 423,01 kg/m

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

Dimensi Pondasi :

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{53900,76}{30000}$$

$$= 1,80 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{1,80}$$

$$= 1,35 \text{ m} \sim 1,5 \text{ m}$$

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,0 m ukuran 1,5 m × 1,5 m

- $f'c = 25 \text{ Mpa}$
- $f_y = 360 \text{ Mpa}$
- $\sigma_{\text{tanah}} = 3 \text{ kg/cm}^2 = 30000 \text{ kg/m}^2$
- $\gamma_{\text{tanah}} = 1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{beton}} = 2,4 \text{ t/m}^3$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \text{ } \varnothing \text{ tul. utama}$$

$$= 300 - 50 - 8$$

$$= 242 \text{ mm}$$

8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi**8.2.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi**

➤ Pembebanan pondasi

$$\text{Berat telapak pondasi} = 1,5 \times 1,5 \times 0,30 \times 2400 = 1620 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom pondasi} = 0,4 \times 0,4 \times 1,5 \times 2400 = 576 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah} = (1,5^2 \times 1,7) - (0,4^2 \times 1,7) \times 1700 = 6040,1 \text{ kg}$$

$$P_u = 53900,76 \text{ kg}$$

$$\Sigma P = 62136,86 \text{ kg}$$

$$e = \frac{\Sigma M_u}{\Sigma P} = \frac{423,01}{62136,86}$$

$$= 0,0068 \text{ kg} < 1/6 \cdot B = 0,25$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{yang terjadi}} &= \frac{\sum P}{A} + \frac{M_u}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2} \\ &= \frac{62136,86}{1,5 \times 1,5} + \frac{423,01}{\frac{1}{6} \times 1,5 \times (1,5)^2} \\ &= 28368,4 \text{ kg/m}^2 < 30000 \text{ kg/m}^2 \\ &= \sigma_{\text{tanah yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots \text{Ok!}\end{aligned}$$

8.2.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned}M_u &= \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 = \frac{1}{2} \times (28368,4) \times (0,55)^2 \\ &= 4290,72 \text{ kgm} = 4,29072 \times 10^7 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$M_n = \frac{4,29072 \times 10^7}{0,8} = 5,36 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 17$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) = 0,0313\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0313 \\ &= 0,0234\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0038$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,36 \times 10^7}{1500 \times (242)^2} = 0,61$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 17 \times 0,61}{360}} \right)\end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

$$\rho = 0,0038$$

$$\rho < \rho_{\max}$$

$\rho < \rho_{\min} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

$$\text{Digunakan } \rho_{\min} = 0,0038$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0038 \times 1500 \times 242 \\ &= 1379,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tul D 16} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16)^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1379,4}{200,96} = 6,86 \approx 7 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{7} = 142,85 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan D 16 - 100

$$\text{As yang timbul} = 7 \times 200,96 = 1406,72 > \text{As} \dots \dots \dots \text{Ok!}$$

Maka, digunakan tulangan **D 16 - 100**

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

BAB 9

RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah tolak ukur dalam perencanaan pembangunan, baik rumah tinggal, ruko, swalayan, maupun gedung lainnya. Dengan RAB kita dapat mengukur kemampuan materi dan mengetahui jenis-jenis material dalam pembangunan, sehingga biaya yang kita keluarkan lebih terarah dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

9.2. Data Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut :

- a. Analisa pekerjaan : Daftar analisa pekerjaan proyek kabupaten Sukoharjo
- b. Harga upah & bahan : Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta
- c. Harga satuan : terlampir

9.3. Perhitungan Volume

9.3.1 Pekerjaan Pendahuluan

A. Pekerjaan pembersihan lokasi

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 27 \times 21 = 567 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

B. Pekerjaan pembuatan pagar setinggi 2m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \\ &= 100 \text{ m} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

205

C. Pekerjaan pembuatan bedeng dan gudang

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (3 \times 4) + (3 \times 3) = 21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D. Pekerjaan *bouwplank*

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times 2) \times (\text{lebar} \times 2) \\ &= (27 \times 2) + (21 \times 2) = 96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.2 Pekerjaan Pondasi

A. Galian pondasi

➤ Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,5 \times 1,5 \times 2) \times 38 = 171 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,7) \times 138 = 77,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1,25 \times 1,25) \times 1,4 = 2,19 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Urugan Pasir bawah Pondasi dan bawah lantai ($t=5\text{cm}$)

➤ Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,5 \times 1,5 \times 0,05) \times 38 = 4,275 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,05) \times 138 = 5,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1,25 \times 0,05) \times 1,4 = 0,0875 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Lantai

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{tinggi} \times \text{luas lantai} \\ &= 0,05 \times 477 = 23,85 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

206

C. Urugan Tanah Galian

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{V.tanah galian} - \text{batukali} - \text{lantai kerja} - \text{pasir urug} \\
 &= (171+77,28+2,19) - 41,4 - (2,57+3,31) - (4,275+5,52+0,0875) \\
 &= 193,31 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

D. Pondasi telapak(*footplat*)

Footplat

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\
 &= \{ (1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,3) + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,5) + (2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 2) \} \times 38 \\
 &= 42,37 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Footplat tangga

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= \{ (1,25 \cdot 1,0 \cdot 0,25) + (0,4 \cdot 1,25 \cdot 0,75) + (2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 1) \} \\
 &= 0,80 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

9.3.3 Pekerjaan Beton

A. Beton *Sloof*

sloof

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\
 &= (0,2 \times 0,3) \times 264 = 15,84 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

B. Balok induk 30/50

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \\
 &= (0,5 \times 0,3 \times 276) = 41,4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

C. Balok anak 25/35

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \\
 &= (0,35 \times 0,25 \times 81) = 7,1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

D. Kolom utama

Kolom 40/40

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \\
 &= (0,4 \times 0,4 \times 4) \times 38 = 24,32 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \\
 &= (0,4 \times 0,4 \times 4) \times 26 = 16,64 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Total volume} = 24,32 + 16,64 = 40,96 \text{ m}^3$$

commit to user

**Tugas Akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai*

207

E. Ringbalk

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,2 \times 0,3) \times 108 = 6,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

F. Plat lantai (t=12cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \times \text{tebal} \\ &= 477 \times 0,12 = 57,24 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

G. Balok praktis 15/15

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,15 \times 0,15) \times 246 = 5,535 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

H. Tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= ((\text{luas plat tangga} \times \text{tebal}) \times 2) + \text{plat bordes} \\ &= (6 \times 0,12) \times 2 + (3 \times 0,15) \\ &= 1,89 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

9.3.4 Pekerjaan pemasangan Bata merah dan Pemlesteran

A. Pasangan pondasi batu kosong

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 138 \times 0,8 \times 0,15 = 16,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Pasangan pondasi batu kali

$$\text{Volume} = (0,3 + 0,7) \times 0,5 \times 0,6 \times 138 = 41,4 \text{ m}^3$$

C. Pasangan dinding bata merah

$$\begin{aligned} \text{Luas dinding} &= (118,5 \times 4) + (127,25 \times 4) \\ &= 983 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Luas dinding} - \text{luas pintu jendela} \\ &= 983 - 126,52 = 856,48 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D. Pemlesteran dan pengacian

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{volume dinding bata merah} \times 2 \text{ sisi} \\ &= 856,48 \times 2 = 1712,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

208

E. Lantai kerja (t=5 cm)

➤ Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,5 \times 1,5 \times 0,05) \times 38 = 4,275 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,05) \times 138 = 5,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

9.3.5. Pekerjaan Pemasangan Kusen dan Pintu

A. Pemasangan kusen dan Pintu aluminium

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P1 + J1 + J2 + J3 + J4 + J6 + BV1 + BV2 \\ &= 0,052 + 0,422 + 0,93 + 0,586 + 0,862 + 0,179 + 0,195 \\ &= 3,226 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Pemasangan kusen pintu kayu kamper

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P2 \\ &= 0,22 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

C. Pasang kaca polos (t=5mm)

$$\begin{aligned} \text{Luas tipe P1} &= (2 \times 2,5) = 5 \text{ m}^2 \\ J1 &= (0,3 \times 1,90) \times 12 = 6,84 \text{ m}^2 \\ J2 &= (0,5 \times 1,95) \times 24 = 23,4 \text{ m}^2 \\ J3 &= (0,4 \times 1,90) \times 16 = 12,16 \text{ m}^2 \\ J4 &= (2 \times 1,5) \times 16 = 48 \text{ m}^2 \\ J5 &= (0,2 \times 2,5) \times 12 = 6 \text{ m}^2 \\ BV1 &= (0,6 \times 0,4) \times 10 = 2,4 \text{ m}^2 \\ BV2 &= (0,4 \times 0,4) \times 13 = 2,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

209

9.3.6. Pekerjaan Atap

A. Pekerjaan kuda kuda

- Setengah kuda-kuda (doble siku 50.50.5)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 7,5 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 8,66 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 10,83 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 8,78 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 35,76 \times 2 = 71,52 \text{ m}$$

- Jurai kuda-kuda (doble siku 50.50.5)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 10,61 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 11,46 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 10,804 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 10,48 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 43,35 \times 6 = 260,1 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kuda – kuda Trapesium (doble siku 90.90.9)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 15 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 16,6 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 13 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 15,79 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 60,39 \times 2 = 120,78 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kuda-kuda utama A (doble siku 70.70.7)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 15 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 17,32 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 17,32 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 17,56 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 67,2 \times 4 = 286,8 \text{ m} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

210

- Kuda-kuda utama B (doble siku 55.55.5)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 12 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 6,93 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 3,46 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 3,46 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 25,85 \times 2 = 51,7 \text{ m} \end{aligned}$$

- Gording (150.75.20.4,5)

$$\Sigma \text{panjang profil gording} = 168 \text{ m}$$

- B. Pekerjaan pasang kaso 5/7 dan reng $\frac{3}{4}$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 650,47 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- C. Pekerjaan pasang Listplank

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{keliling atap} \\ &= 73 \text{ m} \end{aligned}$$

- D. Pekerjaan pasang genting

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 650,47 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- E. Pasang kerpus

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \\ &= 75,84 \text{ m} \end{aligned}$$

9.3.7. Pekerjaan Plafon

- A. Pembuatan dan pemasangan rangka plafon

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times 2 \\ &= (27 \times 15 \times 2) + (12 \times 6 \times 2) = 954 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- B. Pasang plafon

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas rangka plafon} \\ &= 954 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

211

9.3.8. Pekerjaan keramik

- A. Pasang keramik 40/40

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= 954 - (37,5 + 20) \\ &= 896,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- B. Pasang keramik 20/20

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= (7,5 \times 5) \\ &= 37,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.9. Pekerjaan sanitasi

- A. Pasang kloset duduk

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

- B. Pasang wastafel

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

- C. Pasang floordrain

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 16 \text{ unit} \end{aligned}$$

9.3.10. Pekerjaan instalasi air

- A. Pekerjaan pengeboran titik air

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

- B. Pekerjaan saluran pembuangan

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang pipa} \\ &= 26 \text{ m} \end{aligned}$$

- C. Pekerjaan saluran air bersih

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang pipa} \\ &= 33 \text{ m} \end{aligned}$$

commit to user



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Resto 2 Lantai

212

D. Pekerjaan pembuatan septictank dan rembesan

$$\begin{aligned} \text{Galian tanah} &= \text{septictank} + \text{rembesan} \\ &= (2,35 \times 1,85) \times 2 + (0,3 \times 1,5 \times 1,25) \\ &= 9,2575 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pemasangan bata merah

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{tinggi} \\ &= 8,4 \times 2 = 1,68 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.11. Pekerjaan instalasi Listrik

A. Instalasi stop kontak

$$\text{Volume} = \sum n = 10 \text{ unit}$$

B. Titik lampu

➤ TL 36 watt

$$\text{Volume} = \sum n = 54 \text{ unit}$$

➤ pijar 25 watt

$$\text{Volume} = \sum n = 32 \text{ unit}$$

C. Instalasi saklar

➤ Saklar single

$$\text{Volume} = \sum n = 9 \text{ unit}$$

➤ Saklar double

$$\text{Volume} = \sum n = 14 \text{ unit}$$

9.3.11. Pekerjaan pengecatan

A. Pengecatan dinding

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{plesteran dinding} \times 2 \\ &= 3425,92 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

B. Pengecatan menggunakan Cat minyak (pada listplank)

$$\text{Volume} = 73 \times 0,2 = 14,6 \text{ m}^2$$

commit to user



Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

BAB 10

REKAPITULASI

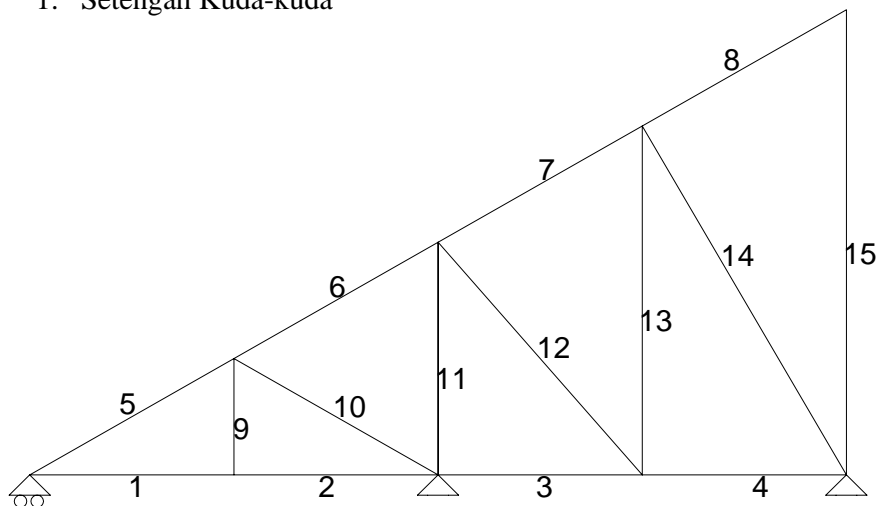
10.1. Perencanaan Atap

Hasil dari perencanaan atap adalah sebagai berikut :

- a. Jarak antar kuda-kuda : 4 m
- b. Kemiringan atap (α) : 30°
- c. Bahan gording : lip channels (□) 150 x 75 x 20 x 4,5
- d. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama sisi
- e. Bahan penutup atap : genteng
- f. Alat sambung : baut diameter 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)-mur
- g. Pelat pengaku : 8 mm
- h. Jarak antar gording : 1,875 m
- i. Bentuk atap : limasan
- j. Mutu baja profil : Bj-37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$)
($\sigma_{Leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$)

Berikut adalah hasil rekapitulasi profil baja yang direncanakan

1. Setengah Kuda-kuda



commit to user



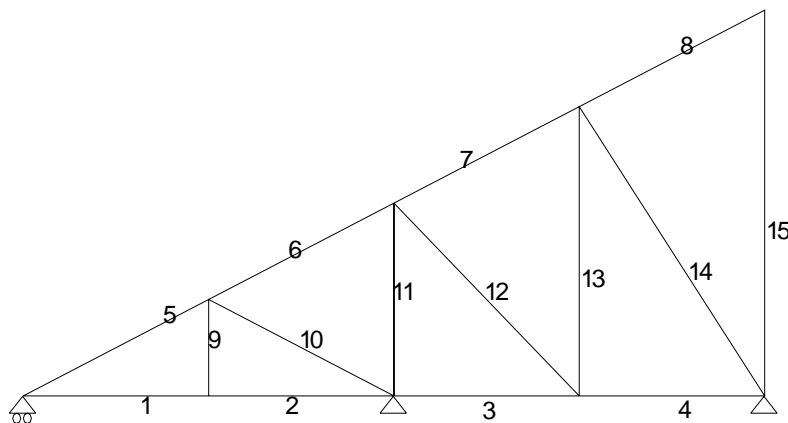
Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

Tabel 10.1. Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
2	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
3	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
4	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
5	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
6	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
7	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
8	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
9	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
10	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
11	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
12	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
13	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
14	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7
15	┘ 50 50 . 5	2 Ø 12,7

2. Jurai



commit to user



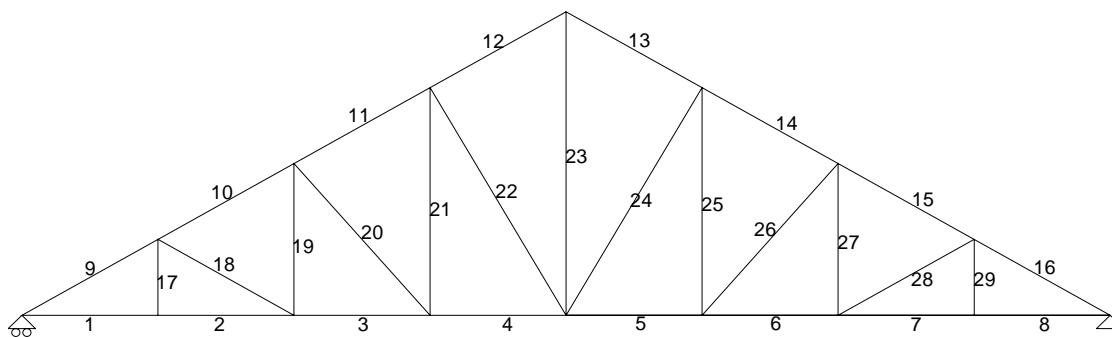
Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

Tabel 10.2. Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
2	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
3	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
4	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
5	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
6	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
7	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
8	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
9	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
10	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
11	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
12	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
13	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
14	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
15	┘ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7

3. Kuda-kuda Utama A



commit to user



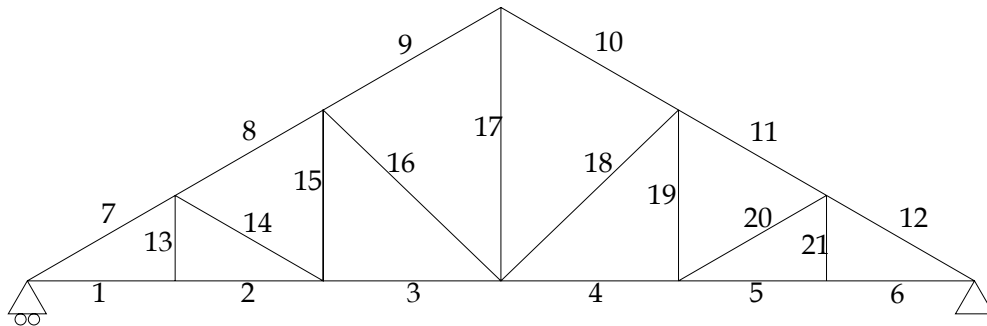
Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

Tabel 10.3. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	16	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7
2	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	17	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
3	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	18	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
4	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	19	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
5	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	20	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7
6	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	21	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
7	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	22	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7
8	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7	23	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
9	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	24	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7
10	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	25	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
11	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	26	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7
12	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	27	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
13	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	28	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7
14	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	29	┴ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
15	┴ 70 . 70 . 7	3 Ø 12,7	-	-	-

4. Kuda kuda utama B



commit to user



Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

Tabel 10.4. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
2	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
3	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
4	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
5	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
6	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
7	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
8	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
9	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
10	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
11	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
12	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
13	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
14	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
15	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
16	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
17	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
18	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
19	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
20	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
21	└ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7

10.2. Perencanaan Tangga

- ✓ Tebal plat tangga = 12 cm
- ✓ Tebal bordes tangga = 15 cm
- ✓ Panjang datar = 500 cm
- ✓ Lebar tangga rencana = 140 cm
- ✓ Dimensi bordes = 200 x 300 cm
- ✓ Kemiringan tangga α = 33,69⁰
- ✓ Jumlah antrede = 10 buah
- ✓ Jumlah optrede = 11 buah

commit to user



Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

10.2.1. Penulangan Tangga

a. Penulangan tangga dan bordes

Tumpuan = \emptyset 12 mm – 100 mm

Lapangan = \emptyset 12 mm – 200 mm

b. Penulangan balok bordes

Dimensi balok 15/30

Lentur = \emptyset 12 mm

Geser = \emptyset 8 – 100 mm

10.3. Perencanaan Plat

Rekapitulasi penulangan plat

Tulangan lapangan arah x **D 10 – 240 mm**

Tulangan lapangan arah y **D 10 – 240 mm**

Tulangan tumpuan arah x **D 10 – 120 mm**

Tulangan tumpuan arah y **D 10 – 120 mm**

10.4. Perencanaan Balok Anak

Penulangan balok anak

a. Tulangan balok anak as A'

Tumpuan = 3 D 16 mm

Lapangan = 2 D 16 mm

Geser = \emptyset 8 – 150 mm

b. Tulangan balok anak as A'

Tumpuan = 2 D 16 mm

Lapangan = 2 D 16 mm

Geser = \emptyset 8 – 150 mm

c. Tulangan balok anak as B'- D'

Tumpuan = 2 D 16 mm

Lapangan = 2 D 16 mm

Geser = \emptyset 8 – 150 mm

commit to user



Tugas akhir

Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai

10.5. Perencanaan Portal

a. Dimensi ring balok : 250 mm x 350 mm

Lapangan = 2 D 16 mm

Tumpuan = 2 D 16 mm

Geser = \varnothing 8 – 100 mm

b. Dimensi balok portal : 300 mm x 500 mm

◆ Balok portal memanjang :

Lapangan = 2 D 19 mm

Tumpuan = 2 D 19 mm

Geser = \varnothing 10 – 200 mm

◆ Balok portal melintang :

Lapangan = 4 D 19 mm

Tumpuan = 4 D 19 mm

Geser = \varnothing 10 – 200 mm

c. Dimensi kolom : 400 x 400 mm

Tulangan = 4 D 16 mm

Geser = \varnothing 8 – 200 mm

d. Dimensi sloof : 200 mm x 300 mm

◆ Sloof memanjang :

Lapangan = 2 D 16 mm

Tumpuan = 2 D 16 mm

Geser = \varnothing 8 – 100 mm

◆ Sloof melintang :

Lapangan = 3 D 16 mm

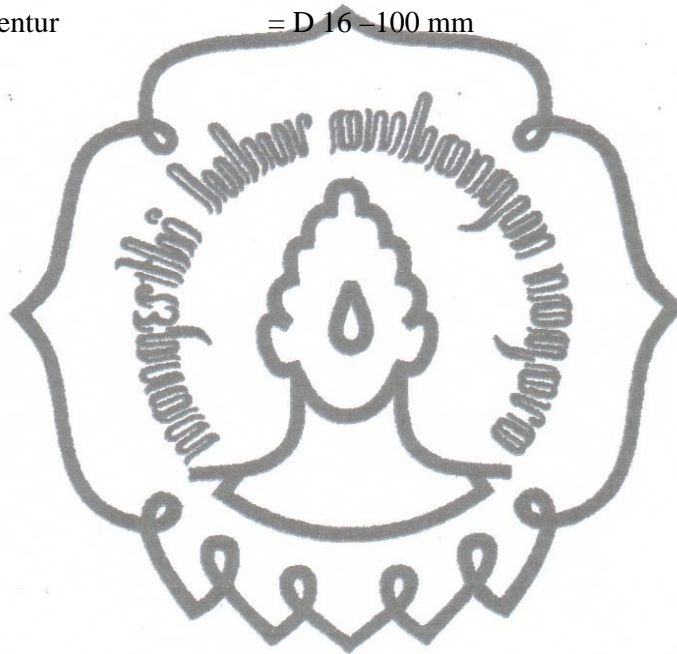
Tumpuan = 3 D 16 mm

Geser = \varnothing 8 – 100 mm

commit to user

**Tugas akhir***Perencanaan Struktur Factory Outlet Dan Resto 2 Lantai***10.6. Perencanaan Pondasi Footplat**

- Kedalaman = 2,0 m
- Ukuran alas = 1500 x 1500 mm
- γ tanah = 1,7 t/m³ = 1700 kg/m³
- σ tanah = 3 kg/cm² = 3000 kg/m³
- Tebal = 30 cm
- Penulangan pondasi
Tul. Lentur = D 16 – 100 mm



commit to user