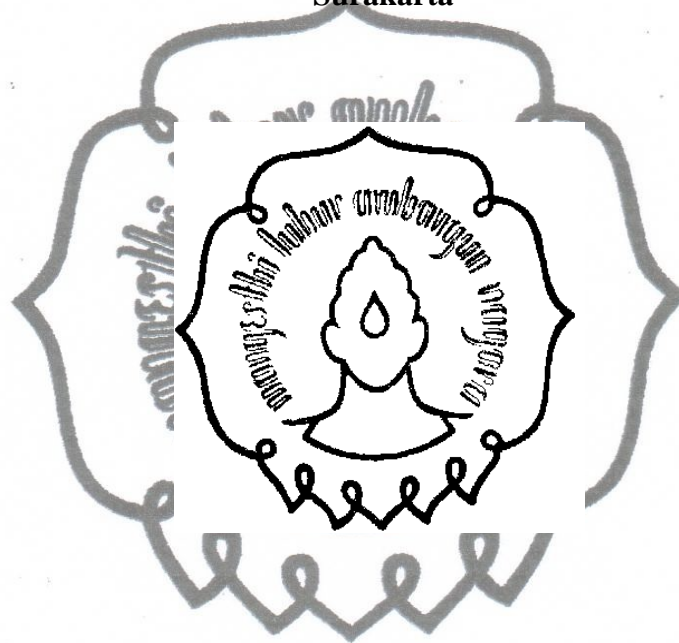


**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
SEKOLAH 2 LANTAI
TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Program DIII Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta**



Dikerjakan oleh :

TRI WAHYUNI

I 85 07 063

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2011**

HALAMAN PENGESAHAN
PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
SEKOLAH 2 LANTAI

TUGAS AKHIR



Dikerjakan oleh :

TRI AHYUNI
NIM. 1 8507063

Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing

WIBOWO, ST., DEA
NIP. 19681007 199502 1 001

PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA

2011
commit to user

LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
SEKOLAH 2 LANTAI

TUGAS AKHIR

Dikerjakan Oleh :

TRI WAHYUNI
NIM : I 8507063

Dipertahankan didepan tim penguji :

1. **WIBOWO, ST., DEA** :
NIP. 19681007 199502 1 001
2. **Ir. ENDANG RISMUNARSI, MT** :
NIP. 19531227 198601 1 001
3. **WIDI HARTONO, ST., MT** :
NIP. 19730729 199903 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Disahkan,
Ketua Program D-III Teknik
Jurusan Teknik Sipil FT UNS

Ir. BAMBANG SANTOSA., MT
NIP. 19590823 198601 1 001

Ir. SLAMET PRAYITNO., MT
NIP. 19531227 198601 1 001

Mengetahui,
a.n. Dekan
Pembantu Dekan I
Fakultas Teknik UNS

Ir. NOEGROHO DJARWANTL., MT
NIP. 19561112 198403 2 007

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 KEHADIRAT ILLAHI ROBBI, PENCIPTA ALAM SEMESTA YANG TELAH MEMBERIKAN RAHMAT, HIDAYAH SERTA ANUGERAH YANG TAK TERHINGGA.

Kupersembahkan karyaku ini untuk:

- ❖ Bapak dan ibu tercinta yang tidak henti-hentinya memberi doa, semangat dan dukungan kepadaku.
- ❖ Suami tercinta yang selalu membantu, mendoakan dan memberi semangat selama ini.
- ❖ Kakak yang selalu mendoakan dan memberikan semangat.
- ❖ Bapak Ibu dosen yang telah mengajarkan ilmunya.
- ❖ Bapak Wibowo ,ST DEA selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas arahan dan bimbingannya selama dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- ❖ Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2007,
budi, hissyam, agung, dede, yayan, catur, binar, pandu, badrun, joyo,
dwi, igag, lukman, rubi, iwan, aris, ayak, puji, agus, damar, ayam, pepi,
somat, cumi, nurul, fitri, darmo, june, adek, yulek, rangga, haryono, mamet,
andi, arum, joko, tewe,tatik,topo, makasih atas bantuan dan dukungannya.

commit to user

PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH 2 LANTAI** ini dengan baik.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Segenap pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
2. Segenap pimpinan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
3. Segenap pimpinan Program D-III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
4. Wibowo, ST DEA. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas arahan dan bimbingannya selama dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Achmad Basuki, ST., MT. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingannya.
6. Keluarga dan rekan – rekan D-III Teknik Sipil Gedung angkatan 2007.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran maupun masukan yang membawa kearah perbaikan dan bersifat membangun sangat penyusun harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Januari 2011

Penyusun

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 Anak.....	13
2.6 Perencanaan Portal	14
2.7 Perencanaan Kolom.....	16
2.8 Perencanaan Pondasi.....	18

BAB 3 RENCANA ATAP

3.1	Perencanaan Atap.....	21
3.2	Dasar Perencanaan	21
3.2	Perencanaan Gording.....	22
3.2.1	Perencanaan Pembebanan	22
3.2.2	Perhitungan Pembebanan.....	23
3.2.3	Kontrol Tahanan Momen	25
3.2.4	Kontrol Terhadap Lendutan.....	26
3.3	Perencanaan Setengah Kuda - Kuda	27
3.3.1	Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda	27
3.3.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda	28
3.3.3	Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	32
3.3.4	Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda.....	38
3.3.5	Perhitungan Alat Sambung	40

BAB 4 PERENCANAAN TANGGA

4.1	Uraian Umum	43
4.2	Data Perencanaan Tangga	43
4.3	Perhitungan Tebal Plat Equivalent dan Pembebanan.....	45
4.3.1	Perhitungan Tebal Plat Equivalent.....	45
4.3.2	Perhitungan Beban.....	45
4.4	Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes.....	48
4.4.1	Perhitungan Tulangan Tumpuan.....	48
4.4.2	Perhitungan Tulangan Lapangan.....	49
4.5	Perencanaan Balok Bordes.....	51
4.5.1	Pembebanan Balok Bordes.....	51
4.5.2	Perhitungan Tulangan	52
4.5.3	Perhitungan Tulangan Geser.....	54
4.6	Perhitungan Pondasi Tangga.....	55
4.7	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	56

4.7.1	Perhitungan Tulangan Lentur.....	57
4.7.2	Perhitungan Tulangan Geser.....	58

BAB 5 PLAT LANTAI

5.1	Perencanaan Plat Lantai	59
5.2	Perhitungan Beban Plat Lantai.....	59
5.3	Perhitungan Momen.....	60
5.4	Penulangan Plat Lantai.....	73
5.5	Penulangan Lapangan Arah x.....	74
5.6	Penulangan Lapangan Arah y.....	76
5.7	Penulangan Tumpuan Arah x.....	78
5.8	Penulangan Tumpuan Arah y.....	79
5.9	Rekapitulasi Tulangan.....	81
5.10	Perencanaan Plat Atap.....	82
5.11	Perhitungan Beban Plat Atap.....	82
5.12	Perhitungan Momen.....	82
5.13	Penulangan Plat Atap.....	84
5.14	Penulangan Tumpuan Arah x.....	85
5.15	Penulangan Tumpuan Arah y.....	86
5.16	Penulangan Lapangan Arah x.....	87
5.17	Penulangan Lapangan Arah y.....	88
5.18	Rekapitulasi Tulangan.....	89

BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1	Perencanaan Balok Anak	90
6.1.1	Perhitungan Lebar Equivalent.....	91
6.1.2	Lebar Equivalent Balok Anak.....	91
6.2	Analisa Pembebanan Balok Anak.....	92
6.2.1	Balok Anak As 1'(C – D).....	92
6.2.2	Balok Anak As C (1 – 6)=As C (7 – 12).....	93

6.2.3	Balok Anak As 6''(B – C)	94
6.2.4	Balok Anak As C(6 – 7)	95
6.3	Hitungan Tulangan	96
6.3.1	Balok Anak As 1'(C – D).....	96
6.3.2	Balok Anak As C (1 – 12).....	101
6.3.3	Balok Anak As 6''(B – C)	105

BAB 7 PERENCANAAN PORTAL

7.1	Perencanaan Portal.....	111
7.1.1	Dasar Perencanaan.....	111
7.1.2	Perencanaan Pembebanan.....	111
7.1.3	Perhitungan Luas Equivalen Untuk Plat Lantai.....	112
7.2	Perencanaan Balok Portal	114
7.3	Perhitungan Pembebanan Balok	115
7.3.1	Perhitungan Pembebanan Balok Memanjang	115
7.3.2	Perhitungan Pembebanan Balok Melintang.....	120
7.4	Penulangan Balok Portal.....	126
7.4.1	Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk	126
7.4.2	Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk.....	129
7.4.3	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang	130
7.4.4	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang	140
7.5	Penulangan Kolom.....	149
7.5.1	Perhitungan Tulangan Lentur Kolom.....	149
7.5.2	Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	152
7.6	Penulangan Sloof.....	154
7.6.1	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof Melintang.....	154
7.6.2	Perhitungan Tulangan Geser Sloof Memanjang.....	159

BAB 8 PERENCANAAN PONDASI

8.1	Data Perencanaan	199
-----	------------------------	-----

8.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	200
8.2.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi	200
8.2.2	Perhitungan Tulangan Lentur	201
8.2.3	Perhitungan Tulangan Geser	202
8.3	Data Perencanaan Pondasi F2	203
8.4	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	204
8.4.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi	204
8.4.2	Perhitungan Tulangan Lentur	205

BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1	Rencana Anggaran Biaya	208
9.2	Data Perencanaan	208
9.3	Perhitungan Volume	208

BAB 10 REKAPITULASI

10.1	Kontruksi Kuda - kuda	221
10.2	Tulangan Beton	224
10.3	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	225

PENUTUP	226
----------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	227
-----------------------------	-----

LAMPIRAN



commit to user

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Denah Rencana Atap.....	21
Pembebanan Gording Untuk Beban Mati	23
Pembebanan Gording Untuk Beban Hidup.....	24
Pembebanan Gording Untuk Beban Angin.....	24
Gambar 3.2 Panjang Batang Setengah Kuda - kuda	27
Gambar 3.3 Luasan Setengah Kuda - kuda.....	28
Gambar 3.4 Luasan Plafon	30
Gambar 3.5 Pembebanan Setengah Kuda - kuda Akibat Beban Mati	32
Gambar 3.6 Pembebanan Setengah Kuda - kuda Akibat Beban Angin...	36
Gambar 3.7 Rangka Batang Setengah Kuda - Kuda	42
Gambar 4.1 Detail Tangga	44
Gambar 4.2 Tebal Equivalen.	45
Gambar 4.3 Rencana Tumpuan Tangga.....	47
Gambar 4.4 Bidang Momen Tangga	47
Gambar 4.5 Pondasi Tangga.....	55
Gambar 5.1 Denah Plat lantai	100
Gambar 5.2 Plat Tipe A	102
Gambar 5.3 Plat Tipe B1.....	103
Gambar 5.4 Plat Tipe B2.....	103
Gambar 5.5 Plat Tipe B3.....	104
Gambar 5.6 Plat Tipe C1.....	104
Gambar 5.7 Plat Tipe C2.....	105
Gambar 5.8 Plat Tipe C3.....	105
Gambar 5.9 Perencanaan Tinggi Efektif.....	106
Gambar 5.10 Tipe Plat	113
Gambar 5.11 Tipe Plat	114
Gambar 5.13 Perencanaan Tinggi Efektif.....	115
Gambar 6.1 Denah Rencana Balok Anak	120
Gambar 6.2 Lebar Equivalen Balok Anak as I (A – B)	122

Gambar 6.3	Lebar Equivalen Balok Anak as A'	123
Gambar 6.4	Lebar Equivalen Balok Anak as 1'(B-C)	124
Gambar 6.5	Lebar Equivalen Balok Anak as C'	125
Gambar 6.6	Lebar Equivalen Balok Anak as D'	126
Gambar 6.7	Bidang Balok Anak As A (1-12).....	132
Gambar 6.8	Bidang Momen Balok Anak As A (1-12).....	132
Gambar 6.9	Bidang Geser Balok Anak As A (1-12).....	132
Gambar 7.1	Denah Portal.....	143
Gambar 7.2	Gambar Denah Pembebanan.....	146
Gambar 7.3	Denah Balok Portal	147
Gambar 8.1	Perencanaan Pondasi	198



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Koefisien Reduksi Beban hidup.....	6
Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U.....	8
Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ	9
Tabel 3.1 Kombinasi Gaya Dalam Pada Gording.....	24
Tabel 3.2 Perhitungan Panjang Batang Jurai	26
Tabel 3.3 Rekapitulasi Beban Mati Jurai	35
Tabel 3.4 Perhitungan Beban Angin Jurai	37
Tabel 3.5 Rekapitulasi Gaya Batang Jurai.....	37
Tabel 3.6 Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai	42
Tabel 3.7 Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-Kuda.....	43
Tabel 3.8 Rekapitulasi Beban Mati Setengah Kuda-Kuda	52
Tabel 3.9 Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-Kuda.....	54
Tabel 3.10 Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-Kuda	54
Tabel 3.11 Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-Kuda.....	59
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium	60
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Trapesium.....	68
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium	70
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Trapesium	70
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium	75
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama A	77
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama A	86
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama A.....	88
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama A.....	89
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A.....	94
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama B	96
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama B.....	101
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama B.....	103
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama B.....	104
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B	109

commit to user

Tabel 5.1	Rekapitulasi Perhitungan Plat Lantai.....	133
Tabel 5.2	Rekapitulasi Penulangan Plat Lantai	139
Tabel 6.1	Hitungan Lebar Equivalen	141
Tabel 7.1	Hitungan Lebar Equivalen	170
Tabel 7.2	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Memanjang.....	173
Tabel 7.3	Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Melintang	176

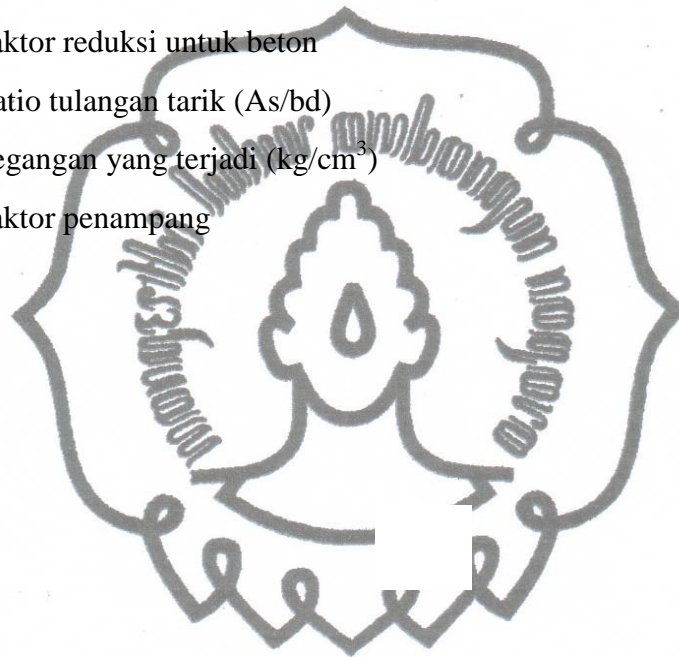


DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

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	= Beba gempa
e	= Eksentrisitas (m)
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

commit to user

- 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 (A_s/b_d)
σ = Tegangan yang terjadi (kg/cm³)
ω = Faktor penampang



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan dunia teknik sipil di Indonesia saat ini menuntut terciptanya sumber daya manusia yang dapat mendukung kemajuannya dalam bidang ini. Dengan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi, kita sebagai bangsa Indonesia akan dapat memenuhi tuntutan ini. Karena dengan hal ini kita akan semakin siap menghadapi tantangannya.

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

1.2 Maksud Dan Tujuan

Dalam menghadapi pesatnya perkembangan zaman yang semakin modern dan berteknologi, serta semakin derasnya arus globalisasi saat ini sangat diperlukan seorang teknisi yang berkualitas. Dalam hal ini khususnya teknik sipil, sangat diperlukan 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.

commit to user

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Program D III Jurusan Teknik Sipil memberikan Tugas Akhir dengan maksud dan tujuan :

1. Mahasiswa dapat merencanakan suatu konstruksi bangunan yang sederhana sampai bangunan bertingkat.
2. Mahasiswa diharapkan dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam merencanakan struktur gedung.
3. Mahasiswa diharapkan dapat memecahkan suatu masalah yang dihadapi dalam perencanaan suatu struktur gedung.

1.3 Kriteria Perencanaan

1. Spesifikasi Bangunan

- a. Fungsi Bangunan : Gedung sekolah
- b. Luas Bangunan : 1200 m²
- c. Jumlah Lantai : 2 lantai
- d. Tinggi Tiap Lantai : 4 m
- e. Konstruksi Atap : Rangka kuda-kuda baja
- f. Penutup Atap : Genteng tanah liat
- g. Pondasi : Foot Plate

2. Spesifikasi Bahan

- a. Mutu Baja Profil : BJ 37
- b. Mutu Beton ($f'c$) : 25 MPa
- c. Mutu Baja Tulangan (f_y) : Polos: 240 Mpa
Ulir : 320 Mpa.

1.4 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

- a. SNI 03-1729-2002_ Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung.
- b. SNI 03-2847-2002_ Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung.
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1989).
- d. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI 1984).





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 **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1989**, beban-beban tersebut adalah :

1. 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. Untuk merencanakan gedung, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

a) Bahan Bangunan :

1. Beton Bertulang	2400 kg/m ³
2. Pasir	1800 kg/m ³
3. Beton biasa.....	2200 kg/m ³

b) Komponen Gedung :

1. Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :
 - semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4mm..... 11 kg/m²
 - kaca dengan tebal 3 – 4 mm..... 10 kg/m²
2. Penggantung langit- langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m..... 7 kg/m²



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

3. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan)
per cm tebal 24 kg/m²
4. Adukan semen per cm tebal 21 kg/m²
5. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk 50 kg/m²
6. Dinding pasangan batu merah setengah bata 1700 kg/m²

2. Beban Hidup (ql)

Beban hidup adalah semua bahan yang terjadi akibat penghuni atau pengguna 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 (**PPIUG 1989**). Beban hidup yang bekerja pada bangunan ini disesuaikan dengan rencana fungsi bangunan tersebut. Beban hidup untuk bangunan ini terdiri dari :

Beban atap.....	100 kg/m ²
Beban tangga dan bordes	300 kg/m ²
Beban lantai	250 kg/m ²

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 :

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Tabel 2.1 Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan balok Induk dan portal
<ul style="list-style-type: none"> • PERUMAHAN / HUNIAN : Rumah tinggal, rumah sakit, dan hotel • PENDIDIKAN : Sekolah dan ruang kuliah • PENYIMPANAN : Gudang, perpustakaan dan ruang arsip • TANGGA : Pendidikan dan kantor 	0,75 0,90 0,90 0,75

Sumber : PPIUG 1989

3. Beban Angin (W)

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (**PPIUG 1989**).

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 : $\alpha < 65^\circ$ $0,02 \alpha - 0,4$ $65^\circ < \alpha < 90^\circ$ + 0,9b) Di belakang angin, untuk semua α - 0,4



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

2.1.2. Sistem Bekerjanya 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 kerjanya 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 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1989, 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.

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U

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

Keterangan :

A = Beban Atap

D = Beban mati

L = Beban hidup

Lr = Beban hidup tereduksi

R = Beban air hujan

W = Beban angin

Tabel 2.3 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	0,65 – 0,80
4.	Geser dan torsi	0,60
5.	Tumpuan Beton	0,70

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 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 adalah sebagai berikut :

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

- a. Jarak bersih antara tulangan sejajar yang selapis tidak boleh kurang dari d_b atau 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 = 50 mm

2.2. Perencanaan Atap

1. Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :
 - Beban mati
 - Beban hidup
 - Beban angin
2. Asumsi Perletakan
 - Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.
 - Tumpuan sebelah kanan adalah Rol.
3. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1729-2002**.
4. Perencanaan tampang menggunakan peraturan **PPBBI 1984**.
5. Perhitungan desain profil kuda-kuda.

Dan untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda kuda:

- a. Batang tarik

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

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

$$\phi R_n = \phi(2,4 \cdot F_u \cdot d \cdot t)$$

$$n = \frac{P}{\phi R_n}$$

$$A_n = A_g - dt$$

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3.d$$

\bar{x} = jari-jari kelambatan

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

$$A_e = U.A_n$$

Check kekutan nominal

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

$$\phi P_n > P$$

b. Batang tekan

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

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

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

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

$$\text{Apabila } \lambda_c \leq 0,25 \longrightarrow \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1 \longrightarrow \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \longrightarrow \omega = 1,25.\lambda_c^2$$

$$\phi R_n = \phi(1,2.F_u.d.t)$$

$$n = \frac{P}{\phi R_n}$$

$$F_{cr} = \frac{F_y}{\omega}$$

$$\phi P_n = \phi.A_g.F_y$$

$$\phi P_n > P$$

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

2.3. Perencanaan Tangga

Untuk perhitungan penulangan tangga dipakai kombinasi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (**PPIUG 1989**) dan **SNI 03-2847-2002** dan analisa struktur menggunakan perhitungan **SAP 2000**.

sedangkan untuk tumpuan diasumsikan sebagai berikut :

- Tumpuan bawah adalah Jepit.
- Tumpuan tengah adalah Jepit.
- Tumpuan atas adalah Jepit.

Perhitungan untuk penulangan tangga :

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

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

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

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

2.4. Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :
 - Beban mati
 - Beban hidup : 250 kg/m²
2. Asumsi Perletakan : jepit penuh
3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **PPIUG 1989**.
4. 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, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

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

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

$\rho > \rho_{\max}$ → tulangan rangkap

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

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho b x d$$

2.5. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 250 kg/m²

2. Asumsi Perletakan : jepit jepit

3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.

4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

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

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

$$\rho > \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan rangkap}$$

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

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

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

$$\phi V_c \leq V_u \leq 3 \phi V_c$$

(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)

Tetapi jika terjadi $V_u < \phi V_c$, maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

1. Pelat dan fondasi telapak.
2. Kontruksi pelat perusuk.
- 3 Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar diantara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

2.6. Perencanaan Portal

1. Pembebanan :
 - Beban mati
 - Beban hidup : 250 kg/m²

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

2. Asumsi Perletakan
 - Jepit pada kaki portal.
 - Bebas pada titik yang lain
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

$$\rho < \rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

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

$\rho < \rho_{\min}$ → dipakai $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$

$\rho > \rho_{\max}$ → tulangan rangkap

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

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

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

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

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

(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)

Tetapi jika terjadi $V_u < \phi V_c$, maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

1. Pelat dan fondasi telapak.
2. Kontruksi pelat perusuk.
3. Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar diantara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

2.7. Perencanaan Kolom

1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 250 kg/m²

2. Asumsi Perletakan : jepit jepit

3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.

4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

$$d = h - s - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan}$$

$$d' = h - d$$

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h$$

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$cb = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d$$

$$ab = \beta_1 \times cb$$

$$Pn_b = 0,85 \cdot f'_c \cdot ab \cdot b$$

$$Pn_{perlu} = \frac{Pu}{\phi} ; 0,1 \cdot f'_c \cdot Ag$$

$Pn_{perlu} < Pn_b \rightarrow$ analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{Pn}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$As = \frac{Pn_{perlu} \left(\frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y (d - d')}$$

Bila $Pn_{perlu} > Pn_b \rightarrow$ analisis keruntuhan tekan

$$K_1 = \frac{e}{d - d'} + 0,5$$

$$K_2 = \frac{3 \times h \times e}{d^2} + 1,18$$

$$y = b \times h \times f_c'$$

$$As' = \frac{1}{f_y} \left(K_1 \cdot P_n \text{ Perlu} - \frac{K_1}{K_2} \cdot y \right)$$

luas memanjang minimum :

$$As_t = 1 \% Ag = 0,01 \cdot 400 \cdot 400 = 1600 \text{ mm}^2$$

Sehingga, $As = As'$

$$As = \frac{Ast}{2} = \frac{1600}{2} = 800 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{785,86}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2} = 3,91 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} As \text{ ada} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 803,84 \text{ mm}^2 > 785,86 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$As \text{ ada} > As \text{ perlu} \dots \dots \dots \text{ Ok!}$ *commit to user*



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Perhitungan tulangan geser :

$$V_c = \left(1 + \frac{P_u}{14.A_g} \right) \sqrt{\frac{f'_c}{6}} . b.d$$

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

$$0,5 \phi V_c$$

$V_u < 0,5 \phi V_c \Rightarrow$ tanpa diperlukan tulangan geser.

Dipakai sengkang praktis untuk penghubung tulangan memanjang : $\phi 8 - 200$ mm

2.8. Perencanaan Pondasi

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

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

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

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

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

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

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

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

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

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

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

commit to user



TUGAS AKHIR

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

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

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

$\rho > \rho_{\max}$ \longrightarrow tulangan rangkap

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho b x d$$

Perhitungan tulangan geser :

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

$$\phi = 0,60$$

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

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

$$\phi V_c \leq V_u \leq 3 \phi V_c$$

(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)

Tetapi jika terjadi $V_u < \phi V_c$, maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

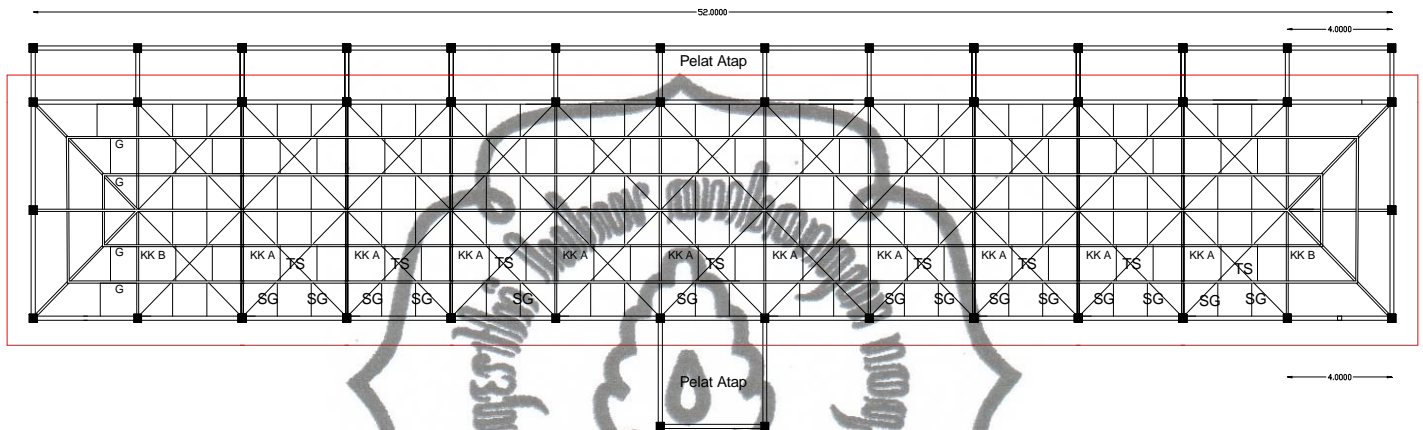
1. Pelat dan fondasi telapak.
2. Kontruksi pelat perusuk.
- 3 Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar diantara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

commit to user

BAB 3

PERENCANAAN ATAP

3.1. Rencana Atap




Gambar 3.1 Rencana atap

Keterangan :

- | | |
|---------------------------|------------------|
| KK A = Kuda-kuda utama A | G = Gording |
| KK B = Kuda-kuda utama B | N = Nok |
| ½ KK = Setengah kuda-kuda | JR = Jurai |
| SR = Sag Rod | TS = Track Stang |

3.1.1. Dasar Perencanaan

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

- Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
- Jarak antar kuda-kuda : 4,00 m
- Kemiringan atap (α) : 35°
- Bahan gording : baja profil lip channels ().

- e. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki (\perp).
- f. Bahan penutup atap : genteng.
- g. Alat sambung : baut-mur.
- h. Jarak antar gording : 1,628 m
- i. Bentuk atap : Limasan.
- j. Mutu baja profil : Bj-37 ($\sigma_{Leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$)
 $(\sigma_{ultimate} = 3700 \text{ kg/cm}^2)$

3.2. Perencanaan Gording

3.2.1. Perencanaan Pembebanan

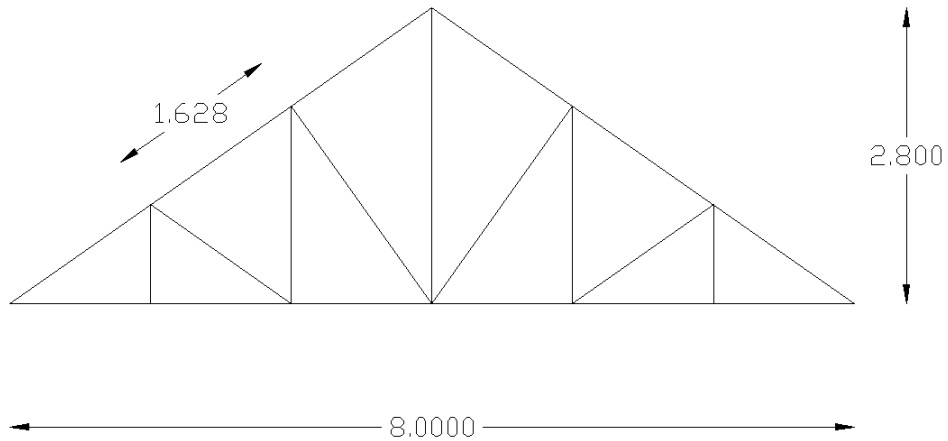
Dicoba menggunakan gording dengan dimensi baja profil tipe *lip channels*/ kanal kait (\square) 150 x 75 x 20 x 4,5 pada perencanaan kuda-kuda dengan data sebagai berikut SNI 03-1729-2002_ Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung :

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

Kemiringan atap (α) = 35° .

Jarak antar gording (s) = 1,628 m.

Jarak antar kuda-kuda (L) = 4,00 m.



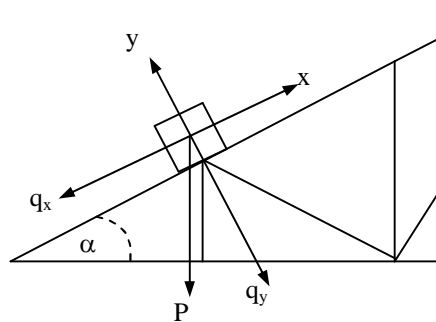
Gambar 3.1 Rangka Kuda-Kuda

Pembebanan berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983, sebagai berikut :

- a. Berat penutup atap (Genting Tanah Liat) = 50 kg/m².
- b. Beban angin = 25 kg/m².
- c. Berat hidup (pekerja) = 100 kg.
- d. Berat penggantung dan plafond = 18 kg/m²

3.2.2. Perhitungan Pembebanan

a. Beban Mati (titik)



Berat gording		= 11 kg/m
Berat penutup atap	= 1,638 x 50	= 81,4 kg/m
Berat Plafond	= (1,334 x 18)	= 24,012 kg/m +
		<u>q = 116,412 kg/m</u>

commit to user

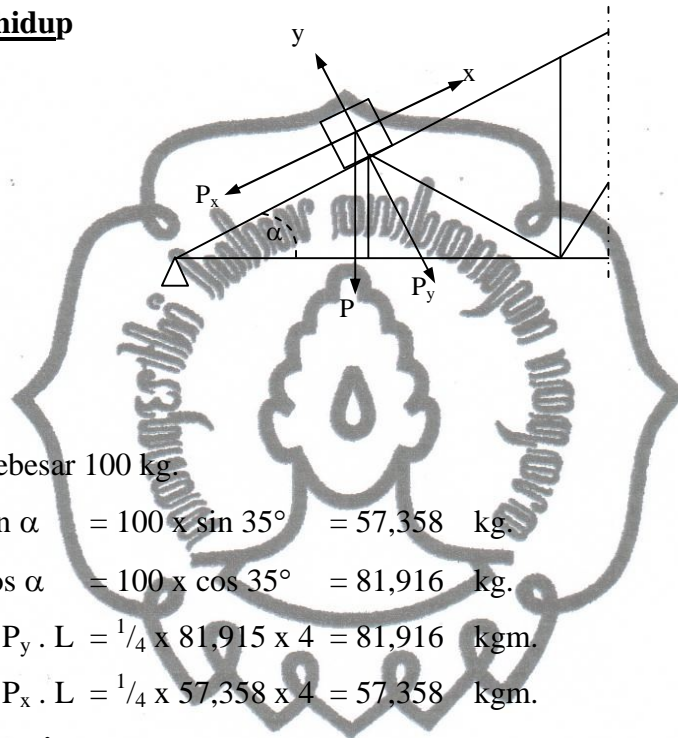
$$q_x = q \sin \alpha = 116,412 \times \sin 35^\circ = 66,7712 \text{ kg/m.}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 116,412 \times \cos 35^\circ = 95,36 \text{ kg/m.}$$

$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 95,36 \times (4)^2 = 190,72 \text{ kgm.}$$

$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 66,7712 \times (4)^2 = 133,5424 \text{ kgm.}$$

b. Beban hidup



P diambil sebesar 100 kg.

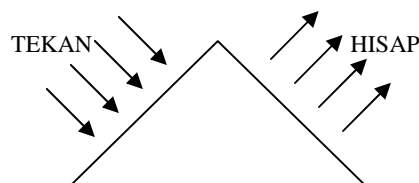
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 35^\circ = 57,358 \text{ kg.}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \times \cos 35^\circ = 81,916 \text{ kg.}$$

$$M_{x2} = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot L = \frac{1}{4} \times 81,915 \times 4 = 81,916 \text{ kgm.}$$

$$M_{y2} = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot L = \frac{1}{4} \times 57,358 \times 4 = 57,358 \text{ kgm.}$$

c. Beban angin



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

Koefisien kemiringan atap (α) = 35°.

1) Koefisien angin tekan = $(0,02\alpha - 0,4) = 0,3$

2) Koefisien angin hisap = $- 0,4$

Beban angin :

1) Angin tekan (W_1) = koef. Angin tekan x beban angin x $\frac{1}{2} \times (s_1 + s_2)$
 $= 0,3 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (1,628 + 1,628) = 12,21 \text{ kg/m.}$

$$2) \text{ Angin hisap } (W_2) = \text{koef. Angin hisap} \times \text{beban angin} \times 1/2 \times (s_1+s_2)$$

$$= -0,4 \times 25 \times 1/2 \times (1,628+1,628) = -16,28 \text{ kg/m.}$$

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

$$1) M_x (\text{tekan}) = 1/8 \cdot W_1 \cdot L^2 = 1/8 \times 12,21 \times (4)^2 = 24,42 \text{ kgm.}$$

$$2) M_x (\text{hisap}) = 1/8 \cdot W_2 \cdot L^2 = 1/8 \times -16,28 \times (4)^2 = -32,56 \text{ kgm.}$$

Tabel 3.1 Kombinasi gaya dalam pada gording

Momen	Beban Mati (kgm)	Beban Hidup (kgm)	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan (kgm)	Hisap (kgm)	Minimum (kgm)	Maksimum (kgm)
M_x	190,72	81,916	24,42	-35,56	331,465	379,46
M_y	133,5424	57,358	-	-	252,023	252,023

3.2.3. Kontrol Tahanan Momen

➤ Kontrol terhadap momen Maximum

$$M_x = 379,46 \text{ kgm} = 37946 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 252,023 \text{ kgm} = 25202,3 \text{ kgcm.}$$

Asumsikan penampang kompak : SNI 03-1729-2002

$$M_{nx} = Z_x \cdot f_y = 65,2 \cdot 2400 = 156480 \text{ kgcm}$$

$$M_{ny} = Z_y \cdot f_y = 19,8 \cdot 2400 = 47520 \text{ kgcm}$$

Check tahanan momen lentur yang terjadi :

$$\frac{M_x}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_y}{\phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1$$

$$\frac{37946}{0,9 \cdot 156480} + \frac{25202,3}{0,9 \cdot 47520} = 0,85 \leq 1 \dots\dots\dots \text{OK } \odot$$

➤ Kontrol terhadap momen Minimum

$$M_x = 331,465 \text{ kgm} = 33146,5 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 252,023 \text{ kgm} = 252,023 \text{ kgcm.}$$

Asumsikan penampang kompak: SNI 03-1729-2002

$$M_{nx} = Z_x \cdot f_y = 65,2 \cdot 2400 = 156480 \text{ kgcm}$$

$$M_{ny} = Z_y \cdot f_y = 19,8 \cdot 2400 = 47520 \text{ kgcm}$$

Check tahanan momen lentur yang terjadi :

$$\frac{M_x}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_y}{\phi \cdot M_{ny}} \leq 1$$

$$\frac{33146,5}{0,9 \cdot 156480} + \frac{25202,3}{0,9 \cdot 47520} = 0,824 \leq 1 \dots\dots\dots \text{OK } \odot$$

3.2.4 Kontrol Terhadap Lendutan

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

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \qquad q_x = 0,6678 \text{ kg/cm}$$

$$I_x = 489 \text{ cm}^4 \qquad q_y = 0,954 \text{ kg/cm}$$

$$I_y = 99,2 \text{ cm}^4 \qquad P_x = 57,358 \text{ kg}$$

$$P_y = 81,916 \text{ kg}$$

$$Z_{ijin} = \frac{1}{240} \times L = \frac{1}{240} \times 400 = 1,66 \text{ cm}$$

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

$$= \frac{5 \cdot 0,6678 \cdot (400)^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 99,2} + \frac{57,358 \cdot 400^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 99,2} = 1,4357 \text{ cm}$$

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


$$= \frac{5 \cdot 0,954 \cdot (400)^4}{384 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 489} + \frac{81,916 \cdot (400)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 489} = 0,416 \text{ cm}$$

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

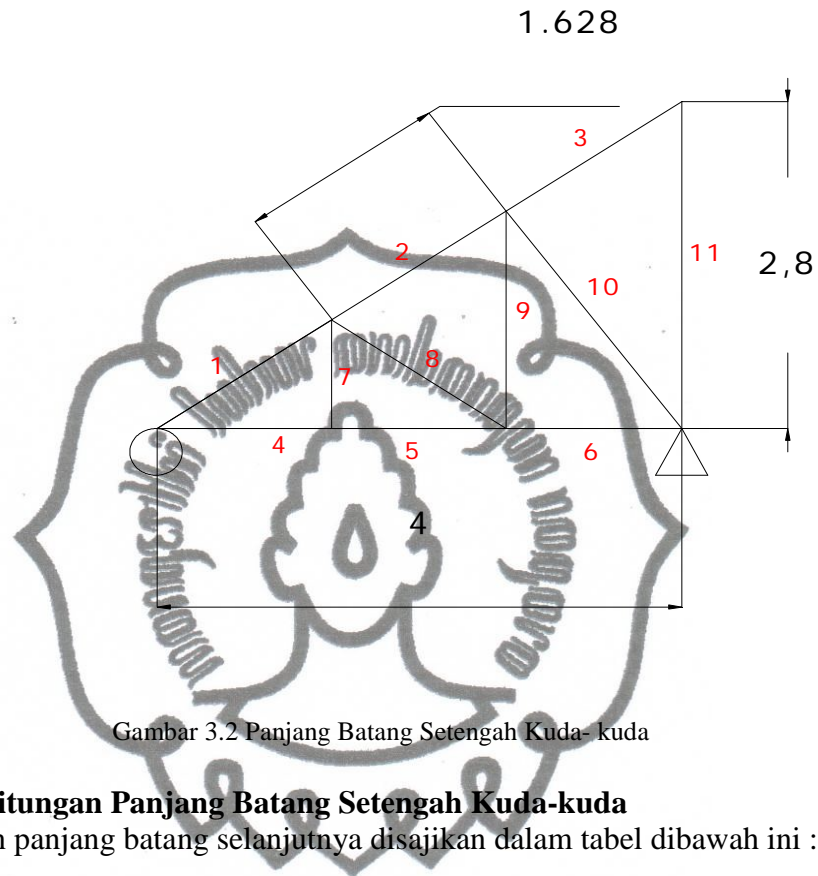
$$= \sqrt{(1,4357)^2 + (0,416)^2} = 1,495 \text{ cm}$$

$$Z \leq Z_{ijin}$$

$$1,495 \text{ cm} \leq 1,66 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{aman !}$$

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 3.2 Panjang Batang Setengah Kuda- kuda

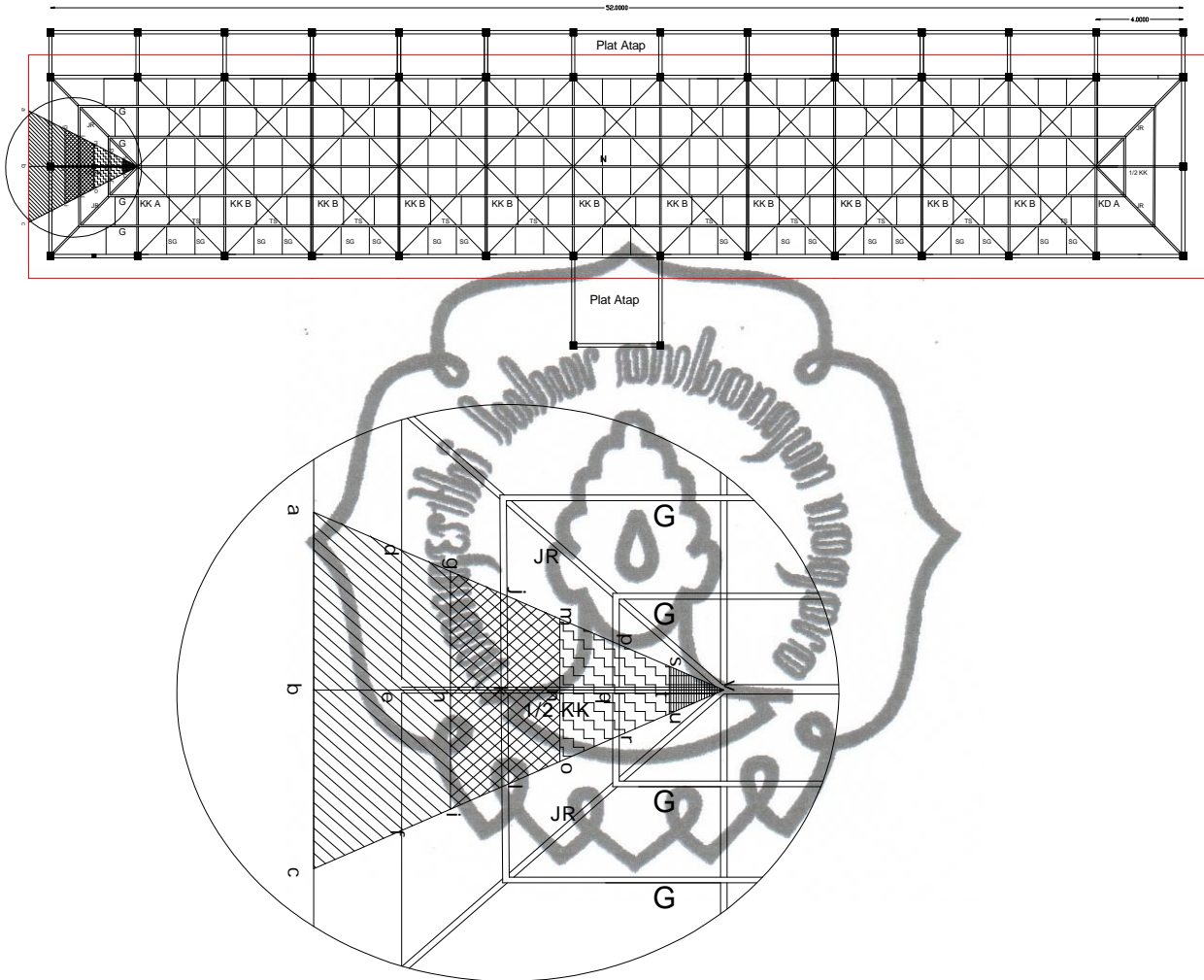
3.3.1. Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Perhitungan panjang batang pada setengah kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	1,628 m
2	1,628 m
3	1,628 m
4	1,333 m
5	1,333 m
6	1,333 m
7	0,934 m
8	1,628 m
9	1,870 m
10	2,297 m
11	2,800 m

3.3.2. Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.3 Luasan Setengah Kuda-kuda

- Panjang atap **ve** = $3 \times 1,628 = 4,884 \text{ m}$
- Panjang atap **eb** = $1,221 \text{ m}$
- Panjang atap **vb** = $ve + eb = 6,105 \text{ m}$
- Panjang atap **vh** = $(2 \times 1,628) + 0,814 = 4,07 \text{ m}$
- Panjang atap **vk** = $2 \times 1,628 = 3,256 \text{ m}$
- Panjang atap **vn** = $1,628 + 0,814 = 2,442 \text{ m}$
- Panjang atap **vq** = $1,628 \text{ m}$
- Panjang atap **vt** = $\frac{1}{2} \times 1,628 = 0,814 \text{ m}$

Panjang atap **ac** = 5 m

Panjang atap **df** = $\frac{ve.ac}{vb} = 4$ m

Panjang atap **gi** = $\frac{vh.ac}{vb} = 3,333$ m

Panjang atap **jl** = $\frac{vk.ac}{vb} = 2.665$ m

Panjang atap **mo** = $\frac{vn.ac}{vb} = 2$ m

Panjang atap **pr** = $\frac{vq.ac}{vb} = 1,333$ m

Panjang atap **su** = $\frac{vt.ac}{vb} = 0,666$ m

• **Luas atap giac**

$$= \left(\frac{gi + ac}{2} \right) x hb$$

$$= \left(\frac{3,333 + 5}{2} \right) x 2,035 = 8,478 \text{ m}^2$$

• **Luas atap mogi**

$$= \left(\frac{mo + gi}{2} \right) x nh$$

$$= \left(\frac{2 + 3,333}{2} \right) x 1,628 = 4,33 \text{ m}^2$$

• **Luas atap sumo**

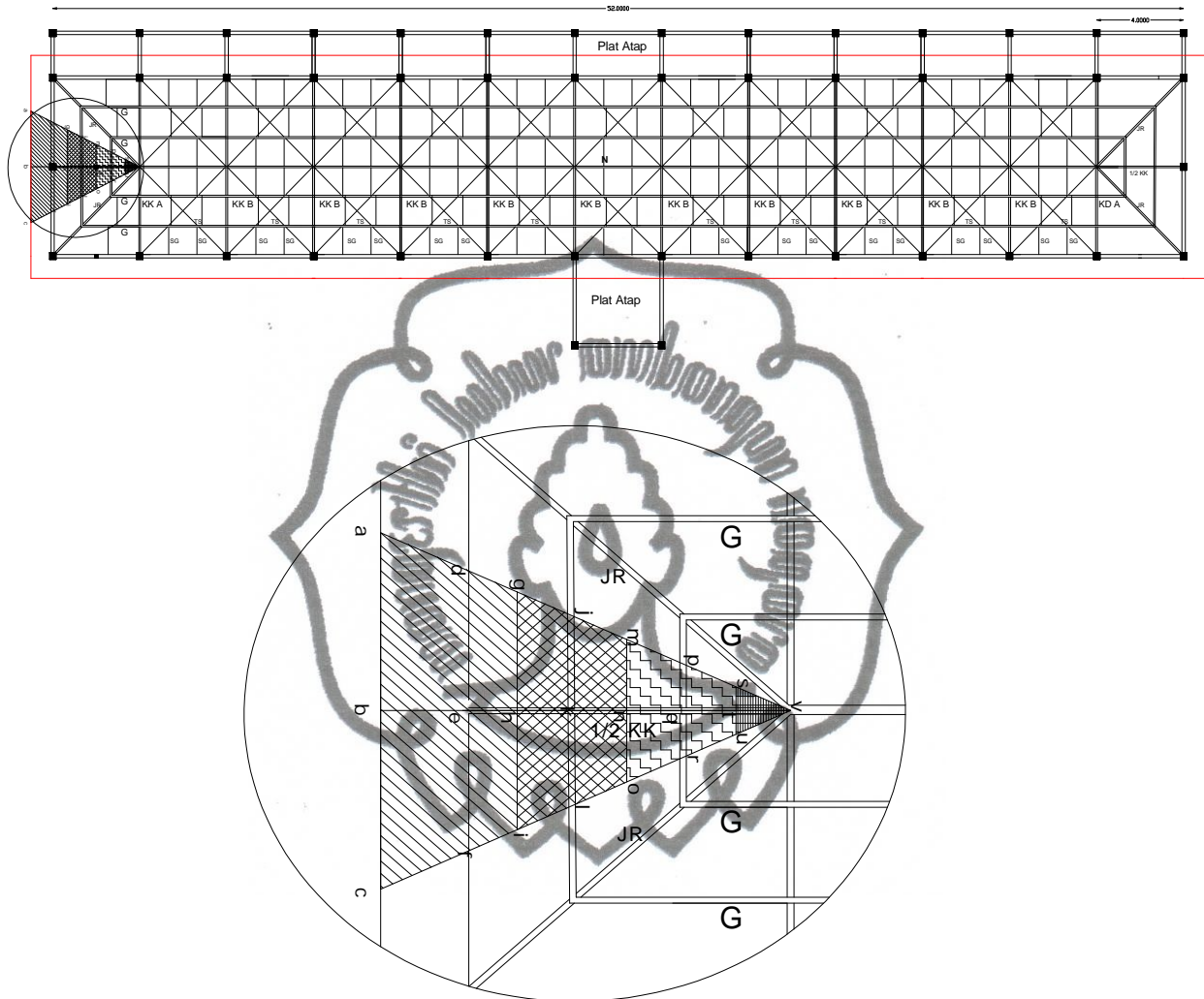
$$= \left(\frac{su + mo}{2} \right) x tn$$

$$= \left(\frac{0,666 + 2}{2} \right) x 1,628 = 2,170 \text{ m}^2$$

• **Luas atap vsu**

$$= \frac{1}{2} \cdot Su \cdot tv$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,666 \cdot 0,814 = 0,271 \text{ m}^2$$



Gambar 3.4. Luasan Plafon

Panjang plafond **ve** = $3 \times 1,334 = 4,002 \text{ m}$

Panjang plafond **eb** = 1 m

Panjang plafond **vb** = $ve + eb = 5,002 \text{ m}$

Panjang plafond **ac** = 5 m

Panjang plafond **vh** = $(2 \times 1,334) + 0,667 = 3,335 \text{ m}$

Panjang plafond **vk** = $2 \times 1,334 = 2,668 \text{ m}$

$$\text{Panjang plafond vn} = 1,334 + 0,667 = 2,001 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond vq} = 1,334 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond vt} = \frac{1}{2} \times 1,1,334 = 0,667 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond df} = \frac{ve.ac}{vb} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond gi} = \frac{vh.ac}{vb} = 3,333 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond jl} = \frac{vk.ac}{vb} = 2,665 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond mo} = \frac{vn.ac}{vb} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond pr} = \frac{vq.ac}{vb} = 1,333 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafond su} = \frac{vt.ac}{vb} = 0,666 \text{ m}$$

• **Luas plafond giac**

$$= \left(\frac{gi + ac}{2} \right) x hb$$

$$= \left(\frac{3,333 + 5,}{2} \right) x 1,667 = 6,93 \text{ m}^2$$

• **Luas plafond mogi**

$$= \left(\frac{mo + gi}{2} \right) x nh$$

$$= \left(\frac{2 + 3,333}{2} \right) x 1,334 = 3,538 \text{ m}^2$$

• **Luas plafond sumo**

$$= \left(\frac{su + mo}{2} \right) x tn$$

$$= \left(\frac{0,666 + 2}{2} \right) x 1,334 = 1,803 \text{ m}^2$$

• **Luas plafond vsu**

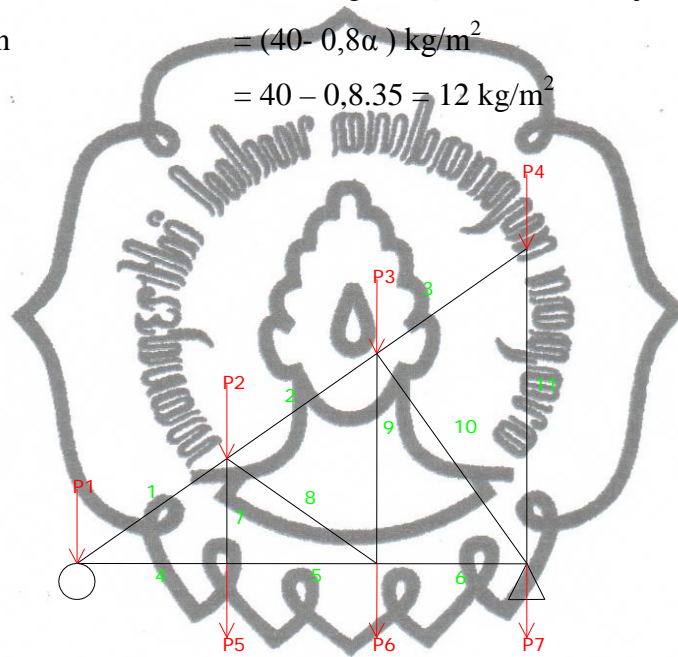
$$= \frac{1}{2} \cdot \text{Su} \cdot \text{tv}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,666 \cdot 0,667 = 0,224 \text{ m}^2$$

3.3.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

Data-data pembebanan :

- Berat gording = 11 kg/m (sumber tabel baja)
- Jarak antar kuda-kuda = 4,00 m (sumber : gambar perencanaan)
- Berat penutup atap = 50 kg/m² (sumber PPIUG 1989)
- Berat profil = 25 kg/m (sumber : tabel baja)
- Beban hujan = $(40 - 0,8\alpha)$ kg/m²
= $40 - 0,8 \cdot 35 = 12$ kg/m²



Gambar 3.5. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat beban mati

a) Perhitungan Beban

➤ Beban Mati

1) Beban P₁

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording
= $11 \times 4 = 44$ kg
- b) Beban atap = Luasan atap **giac** x Berat atap
= $8,478 \times 50 = 423,9$ kg
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 4) \times \text{berat profil kuda kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (1,628 + 1,334) \times 25 = 36,975$ kg

commit to user

- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 $= 30\% \times 36,975 = 11,092 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 $= 10\% \times 36,975 = 3,6975 \text{ kg}$
- f) Beban plafon = Luasan plafond **giac** x berat plafon
 $= 6,93 \times 18 = 124,74 \text{ kg}$

2) Beban P_2

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording
 $= 11 \times 2,665 = 29,315 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan atap **mogi** x berat atap
 $= 4,33 \times 50 = 216,5 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 2 + 7 + 8) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,628 + 1,628 + 0,934 + 1,628) \times 25$
 $= 72,725 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 $= 30\% \times 72,725 = 21,82 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 $= 10\% \times 72,725 = 7,2725 \text{ kg}$

3) Beban P_3

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording
 $= 11 \times 1,332 = 16,984 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan atap **sumo** x berat atap
 $= 2,206 \times 50 = 110,3 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (2 + 3 + 9 + 10) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,628 + 1,628 + 1,870 + 2,297) \times 25$
 $= 92,7875 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 $= 30\% \times 92,7875 = 27,837 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 $= 10\% \times 92,7875 = 9,279 \text{ kg}$

commit to user

4) Beban P_4

- a) Beban atap = Luasan atap **vsu** x berat atap
= $0,2934 \times 50 = 14,67 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(3 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (1,628 + 2,800) \times 25 = 55,35 \text{ kg}$
- c) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 55,35 = 5,535 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 55,35 = 16,605 \text{ kg}$

5) Beban P_5

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(4 + 5 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (1,333 + 1,333 + 0,934) \times 25$
= 45 kg
- b) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 45 = 4,5 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luasan plafond **mogi** x berat plafon
= $3,538 \times 18 = 74,16 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 45 = 13,5 \text{ kg}$

6) Beban P_6

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(5 + 6 + 8+9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (1,333 + 1,333 + 1,628 + 1,87) \times 25$
= $77,05 \text{ kg}$
- b) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 77,05 = 7,705 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luasan plafond **sumo** x berat plafon
= $1,803 \times 18 = 32,454 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 77,05 = 23,115 \text{ kg}$

commit to user

7) Beban P₇

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(6 + 10 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (1,333 + 2,297 + 2,8) \times 25$
 = 80,375 kg
- b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda
 = 10% x 80,375 = 8,038 kg
- c) Beban plafon = Luasan plafond vsu x berat plafon
 = 0,24 x 18 = 4,32 kg
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda
 = 30% x 80,375 = 24,113 kg

Tabel 3.3 Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda

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	423,9	44	36,975	3,6975	11,092	124,74	644,36	650
P ₂	216,5	29,315	72,725	7,2725	21,82	---	347,63	348
P ₃	110,3	14,652	92,7875	9,279	27,837	---	254,754	256
P ₄	14,67	---	55,35	5,535	16,605	---	92,16	93
P ₅	---	---	45	4,5	13,5	63,68	126,56	127
P ₆	---	---	77,05	7,705	23,115	32,454	140,17	141
P ₇	---	---	80,375	8,038	24,113	4,32	116,84	120

➤ **Beban Hidup**

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

➤ **Beban Hujan**

1) Beban P₁ = beban hujan x luas atap **giac**
 = 12 x 8,478 = 101,736 kg

2) Beban P₂ = beban hujan x luas atap **mogi**
commit to user

$$= 12 \times 4,33 = 51,96 \text{ kg}$$

3) Beban P3 = beban hujan x luas atap **sumo**
 $= 12 \times 2,206 = 26,472 \text{ kg}$

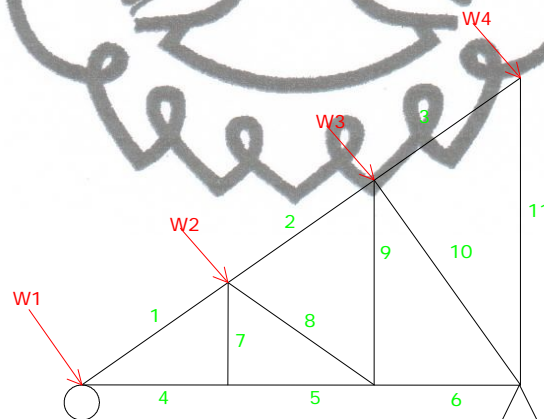
4) Beban P4 = beban hujan x luas atap **vsu**
 $= 12 \times 0,2934 = 3,5208 \text{ kg}$

Tabel 3.4 Rekapitulasi Beban Hujan

Beban	Beban Hujan (kg)	Input SAP (kg)
P ₁	101,736	102
P ₂	51,96	52
P ₃	26,472	27
P ₄	3,521	5

➤ **Beban Angin**

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.6. Pembebanan setengah kuda-kuda utama akibat beban angin

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

1) Koefisien angin tekan = $0,02\alpha - 0,40$
 $= (0,02 \times 35) - 0,40 = 0,3$

a) $W_1 = \text{luasan atap giat} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 8,478 \times 0,3 \times 25 = 63,585 \text{ kg}$

commit to user

- b) $W_2 = \text{luasan atap } \mathbf{mogi} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 4,33 \times 0,3 \times 25 = 32,475 \text{ kg}$
- c) $W_3 = \text{luasan atap } \mathbf{sumo} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 2,206 \times 0,3 \times 25 = 16,545 \text{ kg}$
- d) $W_4 = \text{luasan atap } \mathbf{vsu} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 0,2934 \times 0,3 \times 25 = 2,2005 \text{ kg}$

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	63,585	52,14	53 kg	36,24	37 kg
W_2	32,475	26,63	27 kg	18,51	19 kg
W_3	16,545	13,57	14 kg	9,431	10 kg
W_4	2,2005	1,804	3 kg	1,254	2 kg

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	-	600,78
2	179,38	-
3	950,31	-
4	473,00	-
5	447,09	-
6	-	202,51
7	201,90	-
8	-	660,29
9	674,85	-
10	-	1057,69
11	-	56,27

commit to user

3.3.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda

a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 950,31 \text{ kg}$$

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (240 MPa)}$$

$$F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2 \text{ (370 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{950,31}{2400} = 0,3959 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil $\perp 45 \cdot 45 \cdot 5$

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 4,30 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 1,35 \text{ cm}$$

$$A_n = 2 \times A_g - dt$$

$$= (2 \times 430) - (14 \times 5)$$

$$= 860 - 70 = 790 \text{ mm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3.12,7 = 38,1 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = 13,5 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{13,5}{38,1} = 0,645$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,645 \cdot 790$$

$$= 509,55 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

$$\phi P_n = 0,75 \cdot A_e \cdot F_u$$

$$= 0,75 \cdot 537,56 \cdot 370$$

$$= 141400,125 \text{ N}$$

$$= 14140,0125 \text{ kg} > 950,31 \text{ kg} \dots \text{ OK } \textcircled{\smile}$$

commit to user

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{maks.} = 1057,69 \text{ kg}$$

$$lk = 2,295 \text{ m} = 229,5 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{1057,69}{2400} = 0,44 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 45 . 45 . 5** ($A_g = 4,30 \text{ cm}^2$)

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2.t_w} < \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{55}{6} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$

$$= 9,16 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.229,5}{1,35}$$

$$= 170$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$= \frac{170}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$= 1,875 \dots \dots \lambda_c \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25.\lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25.\lambda_c^2 = 1,25.(1,689^2)$$

$$= 4,394$$

$$P_n = 2.A_g.F_{cr}$$

$$= 2.4,30. \frac{2400}{4,394}$$

$$= 4697,31$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{1057,69}{0,85.4697,31}$$

$$= 0,265 < 1 \dots \dots \dots \text{OK} \text{ ☺}$$

commit to user

3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 14 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

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

➤ 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,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{1057,69}{7612,38} = 0,1389 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a) $3d \leq S \leq 15t$ atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 3 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 38,1 \text{ mm} = 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 19,05 \text{ mm} = 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

commit to user

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm (½ 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 $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{950,31}{7612,38} = 0,1248 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a) $3d \leq S \leq 15t$ atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 3 d_b = 4 \cdot 12,7 \\ &= 50,8 \text{ mm} \\ &= 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

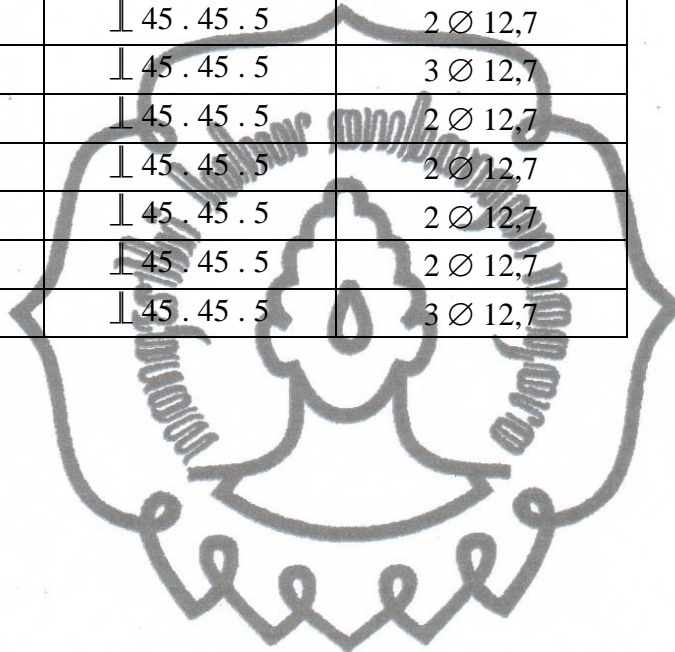
b) $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$ atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 2 \cdot 12,7 \\ &= 25,4 \text{ mm} \\ &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

commit to user

Tabel 3.7. Rekapitulasi perencanaan profil setengah kuda-kuda

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
2	┴ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
3	┴ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
4	┴ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
5	┴ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
6	┴ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
7	┴ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
8	┴ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
9	┴ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
10	┴ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
11	┴ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7



BAB 4

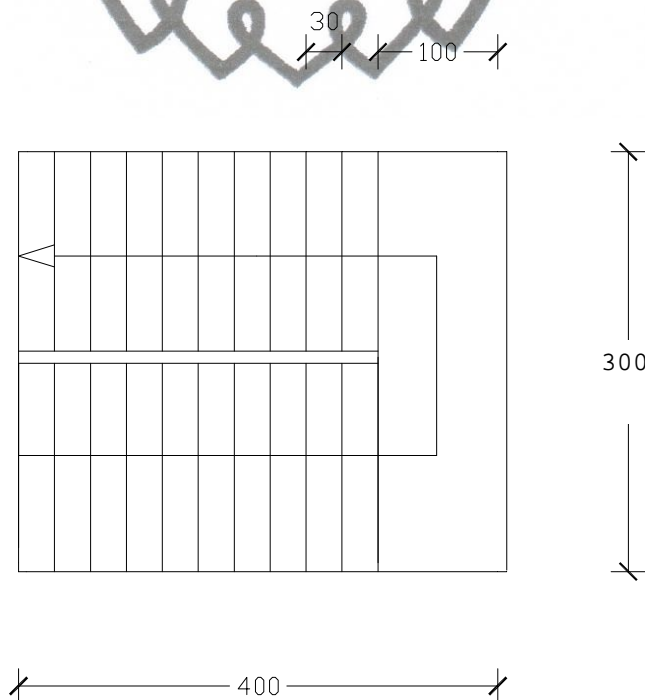
PERENCANAAN TANGGA

4.1. Uraian Umum

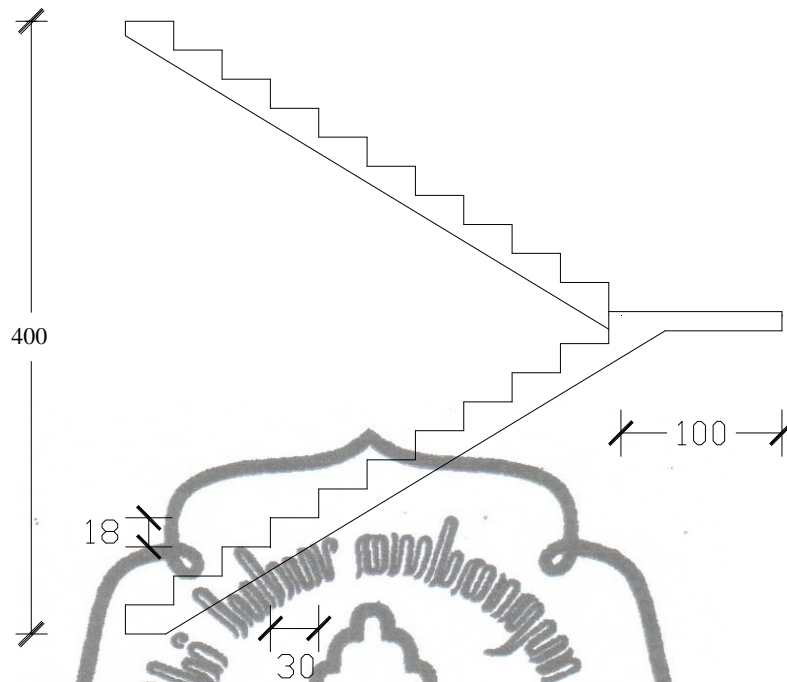
Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang penting sebagai penunjang antara struktur bangunan lantai dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan.

Pada bangunan umum, penempatan tangga harus mudah diketahui dan 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



commit to user



Gambar 4.1. Detail tangga

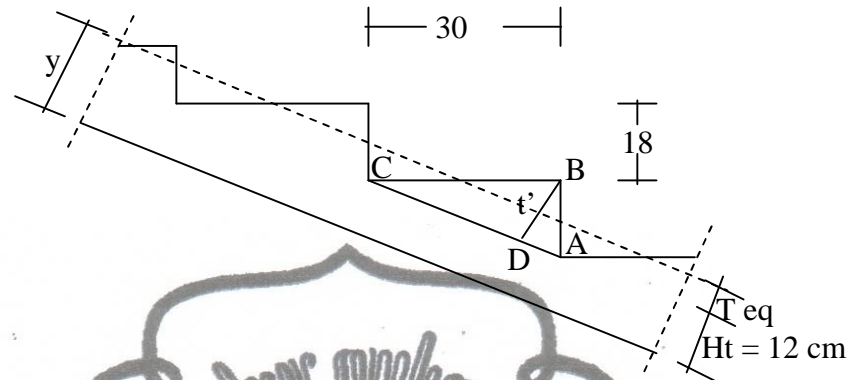
Data – data tangga :

- Tinggi tangga = 400 cm
- Lebar tangga = 150 cm
- Lebar datar = 400 cm
- Tebal plat tangga = 12 cm
- Tebal plat bordes tangga = 15 cm
- Dimensi bordes = 100 x 300 cm
- lebar antrade = 30 cm
- Tinggi optrade = 18 cm
- Jumlah antrede = $300 / 30$
= 10 buah
- Jumlah optrade = $10 + 1$
= 11 buah
- $\alpha = \text{Arc.tg} (200/300) = 33,69^{\circ}$
= $34^{\circ} < 35^{\circ} \dots\dots \text{OK}$

commit to user

4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.2. Tebal equivalen

$$\frac{BD}{AB} = \frac{BC}{AC}$$

$$BD = \frac{AB \times BC}{AC}$$

$$= \frac{18 \times 30}{\sqrt{(18)^2 + (30)^2}}$$

$$= 15,43 \text{ cm}$$

$$T_{eq} = 2/3 \times BD$$

$$= 2/3 \times 15,43$$

$$= 10,29 \text{ cm}$$

Jadi total equivalent plat tangga

$$Y = t_{eq} + h_t$$

$$= 10,29 + 12$$

$$= 22,29 \text{ cm}$$

$$= 0,2229 \text{ m}$$

commit to user

4.3.2. Perhitungan Beban

a. Pembebanan Tangga (SNI 03-2847-2002)

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)	$= 0,01 \times 1,5 \times 2,4$	$= 0,036$	ton/m
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 1,5 \times 2,1$	$= 0,063$	ton/m
Berat plat tangga	$= 0,2229 \times 1,5 \times 2,4$	$= 0,825$	ton/m
		$= 0,924$	ton/m

+

Beban mati plat lantai tangga : $\frac{0,924}{\cos 34^\circ} = 1,115$ ton/m

2. Akibat beban hidup (qL)

Faktor reduksi untuk tangga (PPIUG '89) : 0,75

$qL = 0,75 \cdot (1,5 \times 0,300)$

$= 0,3375$ ton/m

Beban hidup plat lantai tangga : $\frac{0,3375}{\cos 34^\circ} = 0,4071$ ton/m

b. Pembebanan pada Bordes (SNI 03-2847-2002)

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)	$= 0,01 \times 3 \times 2,4$	$= 0,072$	ton/m
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 3 \times 2,1$	$= 0,126$	ton/m
Berat plat bordes	$= 0,15 \times 3 \times 2,4$	$= 1,08$	ton/m
		$= 1,278$	ton/m

+

2. Akibat beban hidup (qL)

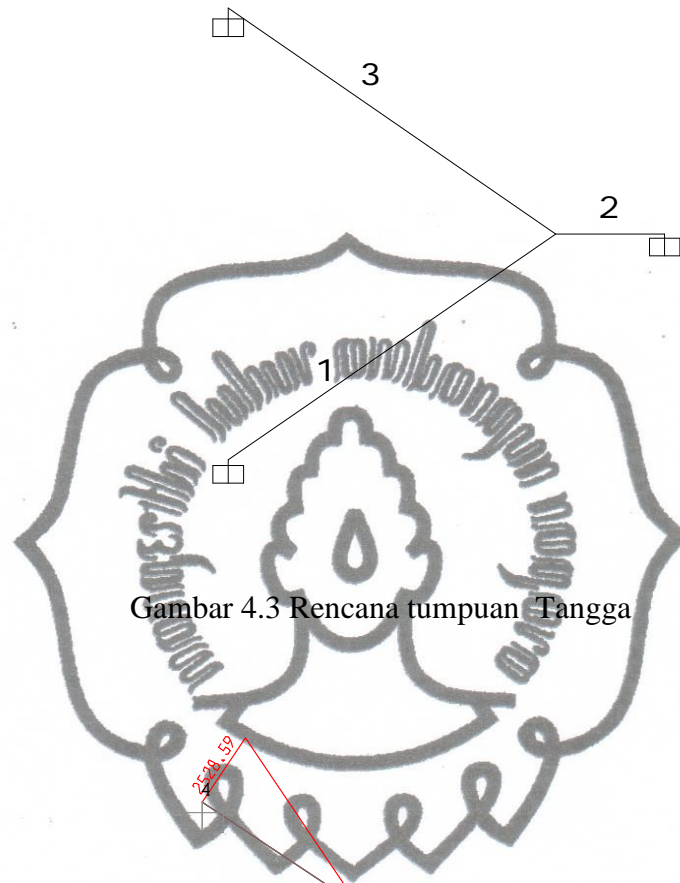
Faktor reduksi untuk tangga (PPIUG '89) : 0,75

$qL = 0,75 \cdot (3 \times 0,300)$ ton/m

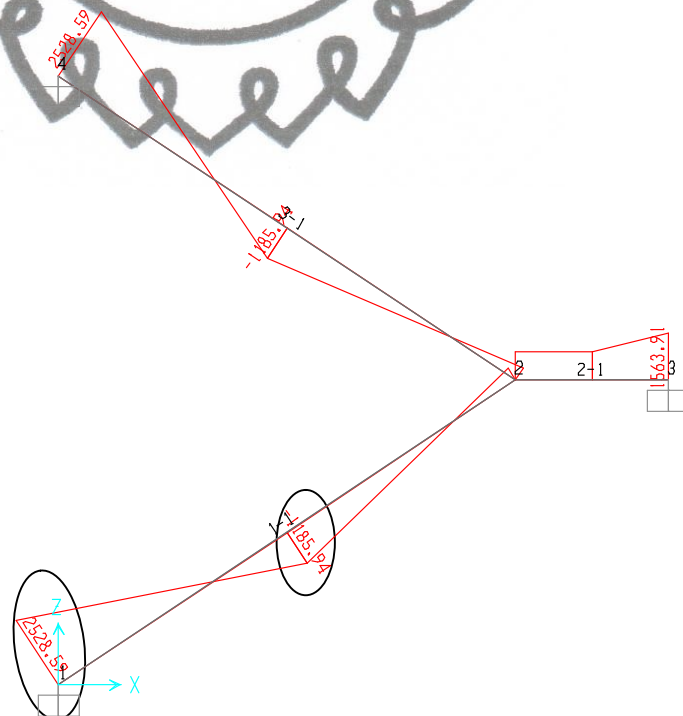
$= 0,675$ ton/m

commit to user

Perhitungan analisa struktur tangga menggunakan Program SAP 2000 tumpuan di asumsikan jepit, sendi, sendi seperti pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Rencana tumpuan Tangga



Gambar 4.4 Bidang momen Tangga

4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

Dicoba menggunakan tulangan \varnothing 12 mm

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d' = p + 1/2 \varnothing \text{ tul}$$

$$= 20 + 6$$

$$= 26 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 120 - 26$$

$$= 94 \text{ mm}$$

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada batang nomor **1**:

$$M_u = 2528,59 \text{ kgm} = 2,5286 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,5286 \cdot 10^7}{0,8} = 3,22825 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,0537$$

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

$$= 0,040275$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,22825 \cdot 10^7}{1500 \cdot (94)^2} = 2,436 \text{ N/mm}$$

commit to user

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

$$= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 2,436}{240}} \right)$$

$$= 0,0108$$

$$\rho_{ada} < \rho_{max}$$

$$> \rho_{min}$$

di pakai $\rho_{ada} = 0,0108$

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

$$= 0,0108 \times 1500 \times 94$$

$$= 1522,8 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2$$

$$= 113,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1522,8}{113,04} = 13,47 \approx 15 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1500}{14} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum tulangan} = 2 \times h$$

$$= 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$

$$\text{As yang timbul} = 15 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= 15 \times 0,25 \times 3,14 \times (12)^2$$

$$= 1695,6 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots \text{OK } \odot$$

4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada batang nomor **1**:

$$M_u = 1185,94 \text{ kgm} = 1,186 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{1,186 \cdot 10^7}{0,8} = 1,4825 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

commit to user

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0537\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,040275\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,4825 \cdot 10^7}{1500 \cdot (94)^2} = 1,118 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,118}{240}} \right) \\ &= 0,00479\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &< \rho_{\max} \\ &> \rho_{\min}\end{aligned}$$

di pakai $\rho_{\text{ada}} = 0,00479$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00479 \times 1500 \times 94 \\ &= 675,39 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan dalam 1 m} = \frac{675,39}{113,04} = 5,97 \approx 10 \text{ tulangan}$$

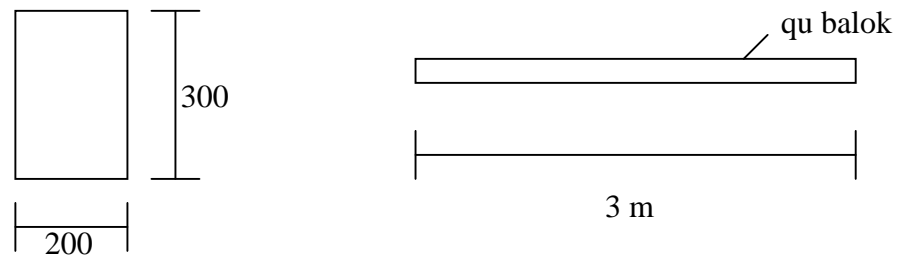
$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1500}{10} = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak maksimum tulangan} &= 2 \times h \\ &= 2 \times 120 = 240\end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm} - 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ yang timbul} = 10 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 1130,4 \text{ mm}^2 > A_s \text{ OK}$$

4.5 Perencanaan Balok Bordes



Data – data perencanaan balok bordes:

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$\phi_{tul} = 12 \text{ mm}$$

$$\phi_{sk} = 8 \text{ mm}$$

$$d' = p - \phi_{sk} - \frac{1}{2} \phi_{tul}$$

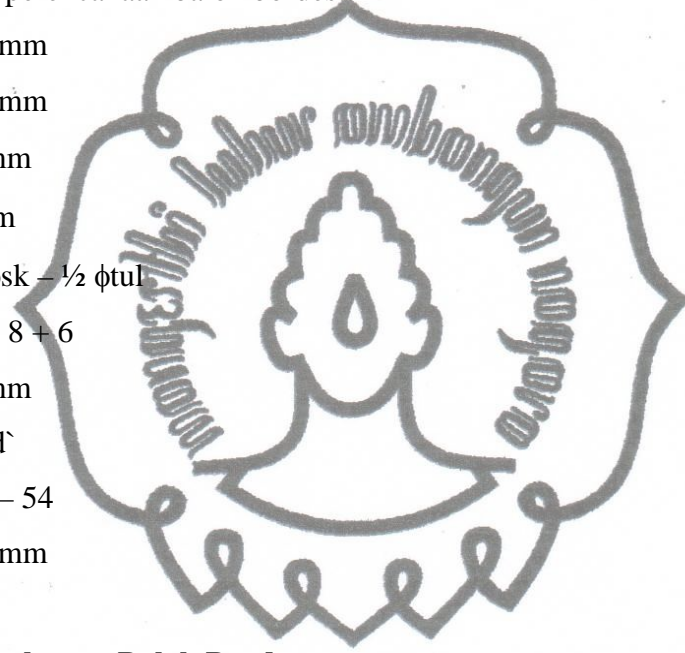
$$= 40 + 8 + 6$$

$$= 54 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 300 - 54$$

$$= 246 \text{ mm}$$



4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

1. Beban mati (q_D)

$$\text{Berat sendiri} = 0,20 \times (0,3-0,15) \times 2400 = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times 2 \times 1700 = 510 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat bordes} = 0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}$$

$$q_D = 942 \text{ kg/m}$$

2. Beban Hidup (q_L) = 300 kg/m

3. Beban reaksi bordes

$$q_U = \frac{\text{reaksi bordes}}{\text{lebar bordes}}$$

$$= \frac{1912,53}{1}$$

$$= 1912,53 \text{ kg/m}$$

commit to user

4.5.2. Perhitungan Tulangan

a. Penulangan daerah tumpuan

$$M_u = 1207,80 \text{ kgm} = 1,2078 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,2078 \cdot 10^7}{0,8} = 1,50975 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,0512$$

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

$$= 0,0384$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,005834$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,50975 \cdot 10^7}{200 \cdot (246)^2} = 1,2474 \text{ N/mm}$$

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

$$= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,2474}{240}} \right)$$

$$= 0,00536$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\min}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

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

$$= 0,005834 \times 200 \times 246$$

$$= 287 \text{ mm}^2$$

commit to user

Dipakai tulangan $\varnothing 12$ mm

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{287}{113,04} = 2,53 \approx 3 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 339,12 \text{ mm}^2 > A_s (263,712 \text{ mm}^2) \dots \dots \text{OK. } \textcircled{\smile} \end{aligned}$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 12 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 34 > 25 \text{ mm} \dots \dots \text{OK. } \textcircled{\smile} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 $\varnothing 12$ mm

b. Penulangan daerah Lapangan

$$M_u = 603,90 \text{ kgm} = 6,039 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,039 \cdot 10^6}{0,8} = 7,54875 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0512 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,0384 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,005834$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,54875 \cdot 10^6}{200 \cdot (246)^2} = 0,6237 \text{ N/mm}$$

commit to user

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,6237}{240}} \right) \\ &= 0,00264 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\text{max}}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,005834 \times 200 \times 246 \\ &= 287 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{287}{113,04} = 2,53 \approx 3 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ yang timbul} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 339,12 \text{ mm}^2 > A_s (287 \text{ mm}^2) \dots\dots\dots \text{OK.} \end{aligned}$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 12 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 34 > 25 \text{ mm} \dots\dots \text{OK.} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan **3 $\varnothing 12 \text{ mm}$**

4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser

$$V_u = 2415,60 \text{ kg} = 24156 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c} \\ &= 1/6 \cdot 150 \cdot 246 \cdot \sqrt{25} \\ &= 30750 \text{ N} \end{aligned}$$

commit to user

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot V_c$$

$$= 0,6 \cdot 30750 \text{ N}$$

$$= 18450$$

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$$

$$= 24156 - 18450 = 5706 \text{ N}$$

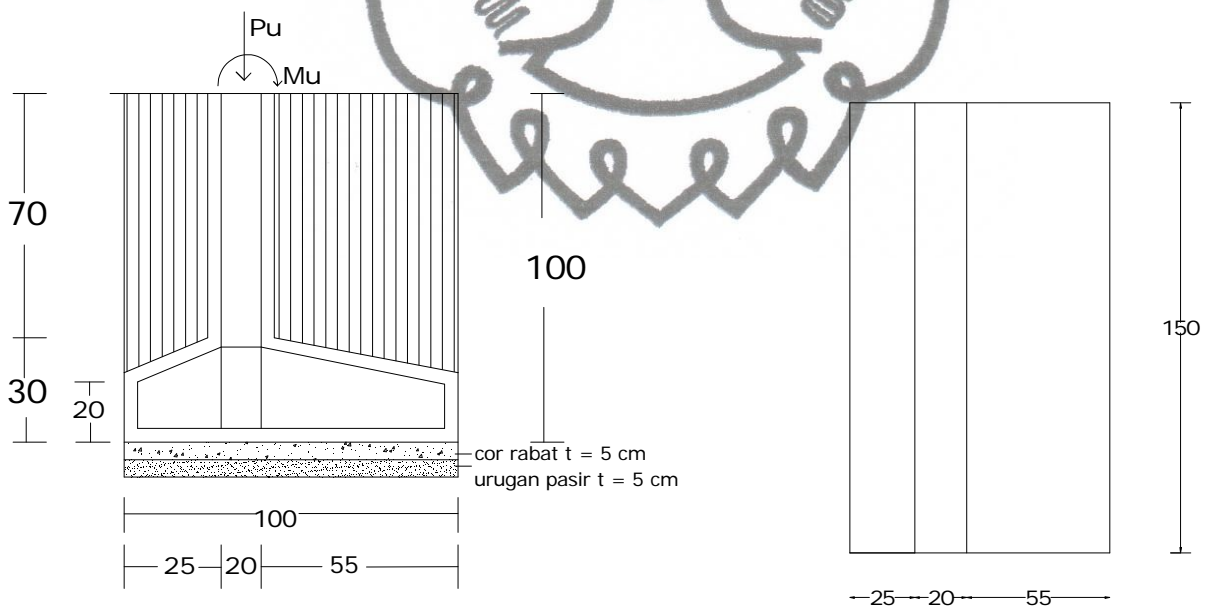
$$V_{s\text{perlu}} = \frac{5706}{0,8} = 7132,5 \text{ N}$$

$$S_{\text{sada}} = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_{s\text{perlu}}} = \frac{2 \times 50,24 \times 240 \times 246}{7132,5} = 831,73 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = \frac{d}{2} = \frac{246}{2} = 123 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang $\emptyset 8 - 120 \text{ mm}$

4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.5. Pondasi Tangga

Dari perhitungan SAP 2000 pada Frame nomor 1 diperoleh gaya geser terbesar :

- $P_u = 8234,07 \text{ kg}$

- $M_u = 2528,59 \text{ kgm}$

commit to user

Dimensi Pondasi :

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{8234,07}{25000} = 0,329 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{0,329} = 0,573 \text{ m} \sim 1,00 \text{ m}$$

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1 m, dan lebar telapak (B) 1,0 m

Tebal footplate = 300 mm

$$d = 300 - (50 + 6,5 + 8) = 235,5 \text{ mm}$$

Ukuran alas = 1000 x 1500 mm

$$\gamma_{\text{tanah}} = 2 \text{ t/m}^3 = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_{\text{tanah}} = 25000 \text{ kg/m}^2$$

4.7 Perencanaan kapasitas dukung pondasi

a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 1 x 1,5 x 0,2 x 2400	= 720	kg
Berat tanah kanan	= (0,55 x 0,7 x 1,5 x 1700)	= 981,75	kg
Berat tanah	= (0,25 x 0,7 x 1,5 x 1700)	= 382,5	kg
Berat kolom	= 0,2 x 0,7 x 1,5 x 2400	= 504	kg
Pu		= 8234,07	kg
		<hr/>	
		Σv	= 10822,32 kg

$$e = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{2528,59}{10822,32}$$

$$= 0,233 \text{ kg} < 1/6.B$$

$$= 0,233 \text{ kg} < 1/6.1,5$$

$$= 0,233 < 0,25 \dots\dots\dots \text{OK :-)}$$

commit to user

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\Sigma V}{A} + \frac{Mu}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{10822,32}{1,1,5} + \frac{2528,59}{1/6 \cdot 1 \cdot (1,5)^2} = 13957,78 \text{ kg/m}^2$$

$$= 13957,78 \text{ kg/m}^2 < 25000 \text{ kg/m}^2$$

= $\sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}}$ OK.

4.7.1 Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 13957,78 \cdot (0,3)^2 = 628,1 \text{ kg/m} = 6,281 \cdot 10^6 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

$$Mn = \frac{6,281 \cdot 10^6}{0,8} = 7851250 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,058$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \beta \left(\frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{320} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,0368 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{7851250}{1000 \cdot (236)^2} \\ &= 0,141 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0368 \\ &= 0,0276 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{320} = 0,004375$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,058} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,058 \cdot 0,141}{320}} \right) \\ &= 0,000442 \end{aligned}$$

commit to user

$$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}}$$

$$< \rho_{\text{min}}$$

dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,004375$

$$\begin{aligned} A_s_{\text{perlu}} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,004375 \cdot 1000 \cdot 235,5 \\ &= 1030,312 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 13 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 = 132,665 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan $= \frac{1030,312}{132,665} = 7,767 \approx 8 \text{ buah}$

Jarak tulangan $= \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm}$

Sehingga dipakai tulangan **D 13- 125 mm**

$$\begin{aligned} A_s \text{ yang timbul} &= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \\ &= 1061,32 \text{ mm}^2 > A_s (915,86) \dots \text{OK. } \textcircled{\smiley} \end{aligned}$$

4.7.2 Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 13957,78 \times (0,55 \times 1) \\ &= 7676,779 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1000 \cdot 235,5 \\ &= 196250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varnothing V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 196250 \\ &= 117750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\varnothing V_c &= 3 \cdot \varnothing V_c \\ &= 3 \cdot 117750 \\ &= 353250 \text{ N} \end{aligned}$$

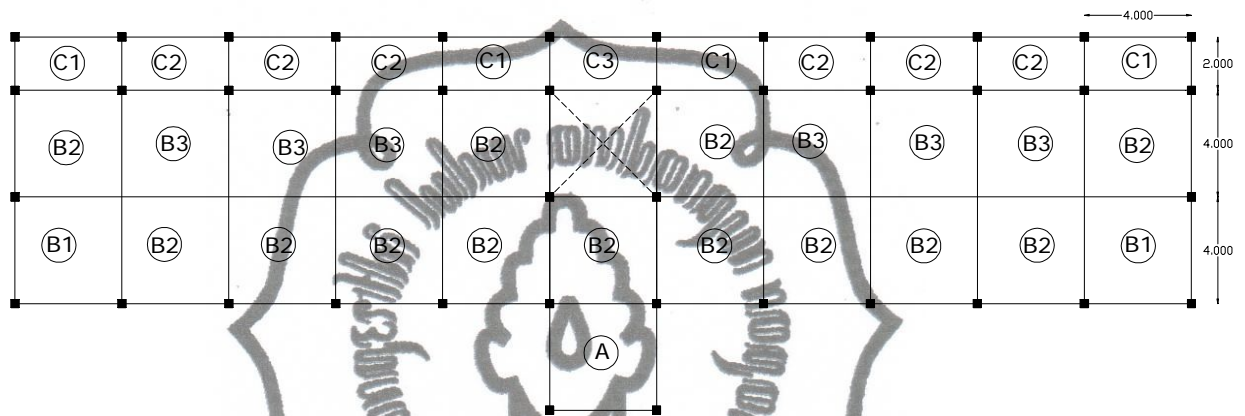
$V_u < \varnothing V_c < 3\varnothing V_c = 7676,779 < 117750 < 353250$ tidak perlu tulangan geser

Dipakai tulangan geser minimum **~~$\varnothing 10$~~ $\varnothing 200 \text{ mm}$**



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 1989 yaitu :

Beban hidup fungsi gedung sekolah = 250 kg/m^2

Beban hidup atap Kanopi = 100 kg/m^2

b. Beban Mati (q_D)

Berat keramik (1 cm) = $0,01 \times 2400 \times 1$ = 24 kg/m^2

Berat Spesi (2 cm) = $0,02 \times 2100 \times 1$ = 42 kg/m^2

Berat Pasir (2 cm) = $0,02 \times 1600 \times 1$ = 32 kg/m^2

Berat plat sendiri = $0,12 \times 2400 \times 1$ = 288 kg/m^2

Berat plafond + instalasi listrik = 25 kg/m^2 +

$q_D = 411 \text{ kg/m}^2$

commit to user

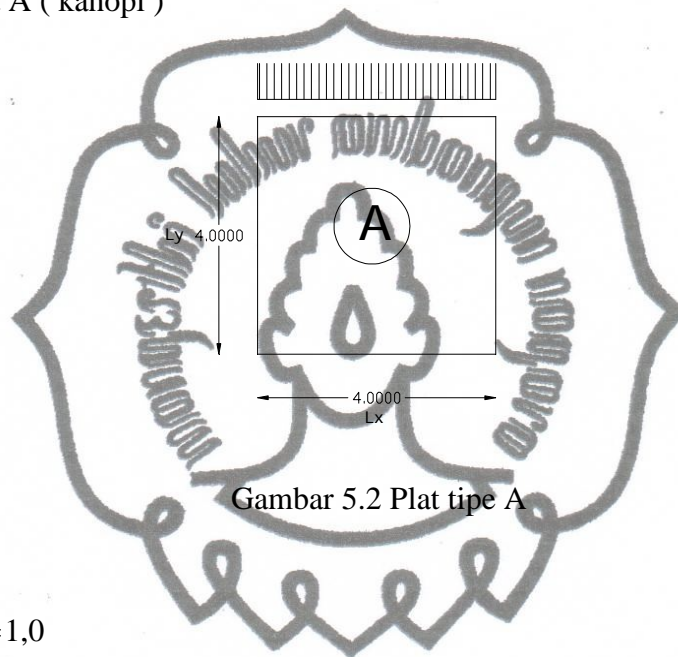
c. Beban Ultimate (qU)

Untuk tinjauan lebar 1 m plat maka :

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 \cdot 411 + 1,6 \cdot 250 \\ &= 973,20 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

5.3. Perhitungan Momen

a. Tipe pelat A (kanopi)



Gambar 5.2 Plat tipe A

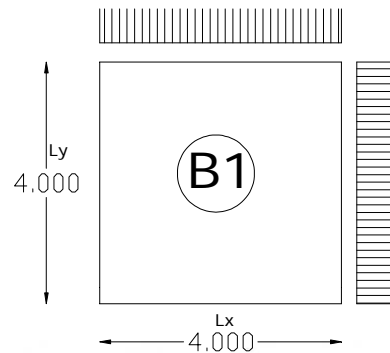
$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 653,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 31 = 323,98 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 653,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 37 = 386,69 \text{ kg m}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0,001 \cdot 653,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 84 = - 877,9 \text{ kg m}$$

b. Tipe pelat B1



Gambar 5.3 Plat tipe B1

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

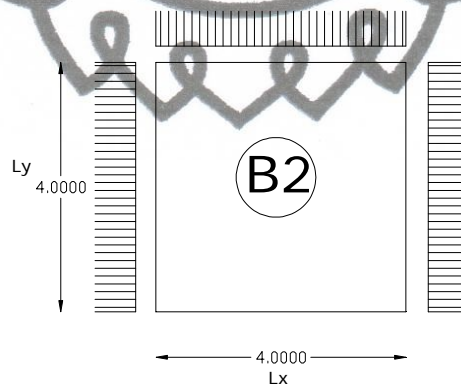
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 28 = 435,99 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 28 = 435,99 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 68 = -1058,84 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 68 = -1058,84 \text{ kg m}$$

c. Tipe pelat B2



Gambar 5.4 Plat tipe B2

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 26 = 404,85 \text{ kg m}$$

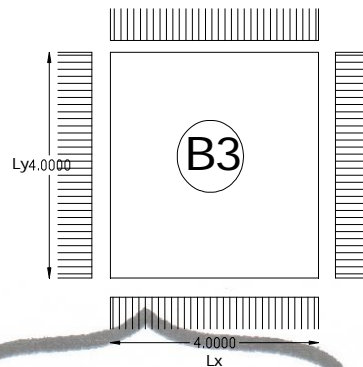
$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 327 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 60 = -934,28 \text{ kg m}$$

commit to user

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 55 = -856,42 \text{ kgm}$$

d. Tipe pelat B3



Gambar 5.5 Plat tipe B3

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

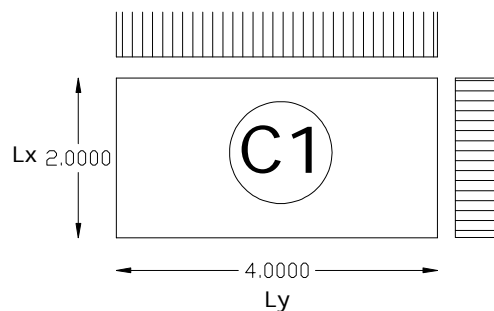
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 327 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 327 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 52 = -809,71 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 52 = -809,71 \text{ kgm}$$

e. Tipe pelat C1



Gambar 5.6 Plat tipe C1

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

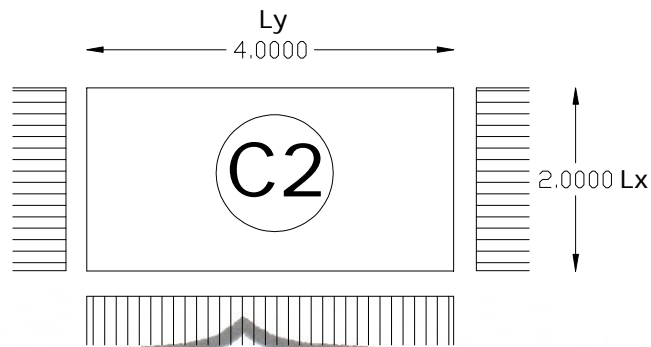
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 58 = 225,78 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 19 = 73,96 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 118 = -459,75 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 79 = -307,53 \text{ kgm}$$

f. Tipe pelat C2



Gambar 5.7 Plat tipe B3

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

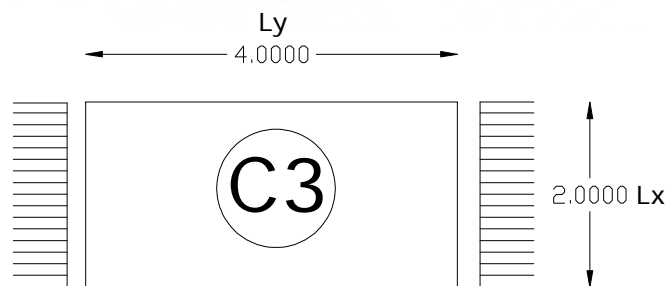
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 55 = 214,104 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 21 = 81,75 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 114 = -443,78 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 78 = -303,64 \text{ kgm}$$

g. Tipe pelat C3



Gambar 5.8 Plat tipe C3

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 85 = 330,88 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 39 = 151,82 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 119 = -463,24 \text{ kgm}$$

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	4,0/4,0 = 1	323,98	386,69	-	-877,9
B1	4,0/4,0 = 1	435,99	435,99	- 1058,84	- 1058,84
B2	4,0/4,0 = 1	404,85	327	- 937,28	- 856,42
B3	4,0/4,0 = 1	327	327	- 809,71	- 809,71
C1	4,0/2,0 = 2	205,78	73,96	- 459,75	- 307,53
C2	4,0/2,0 = 2	214,104	81,75	- 443,78	- 303,64
C3	4,0/2,0 = 2	330,88	151,82	-	- 463,24

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$M_{lx} = 435,99 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 435,99 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = - 1058,84 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = - 1058,84 \text{ kgm}$$

Data – data plat :

$$\begin{aligned} \text{Tebal plat (h)} &= 12 \text{ cm} \\ &= 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Diameter tulangan (} \varnothing \text{)} = 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$p = 20 \text{ mm}$$

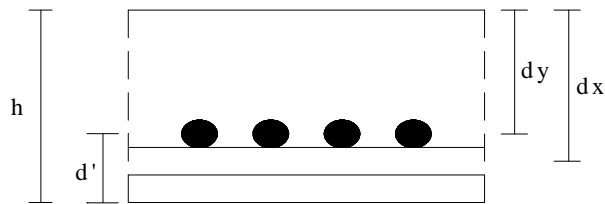
$$\begin{aligned} \text{Tebal penutup (d')} &= p + \frac{1}{2}\varnothing \text{ tul} \\ &= 20 + 5 \\ &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi Efektif (d)} = h - d'$$

$$= 120 - 25$$

$$= 95 \text{ mm}$$

Tinggi efektif



Gambar 5.9 Perencanaan Tinggi Efektif

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2}\phi \\ &= 120 - 20 - 5 = 95 \text{ mm} \\ dy &= h - d' - \phi - \frac{1}{2}\phi \\ &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,05376 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,05376 \\ &= 0,04032 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

5.5. Penulangan tumpuan arah x

$$Mu = 1058,84 \text{ kgm} = 10,5884 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{10,5884 \cdot 10^6}{0,8} = 13,2355 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot dx^2} = \frac{13,2355 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 1,466 \text{ N/mm}^2$$

commit to user

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2942$$

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

$$= \frac{1}{11,2942} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2942 \cdot 1,466}{240}} \right)$$

$$= 0,00633$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,00633$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_x$$

$$= 0,00633 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 598,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{S_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{598,5}$$

$$= 129,72 \sim 125 \text{ mm}$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{125}$$

$$= 8$$

$$A_{s \text{ ada}} = 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 628 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} \dots \dots \text{OK } \textcircled{\smile}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 120 \text{ mm}$

Cek kapasitas lentur :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{628 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000}$$

$$= 7,093 \text{ mm}$$

commit to user



$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 13,784 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow \text{OK } \odot$

5.6. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 1058,84 \text{ kgm} = 10,5884 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10,5884 \cdot 10^6}{0,8} = 13,2355 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d x^2} = \frac{13,2355 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 1,466 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2942$$

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

$$= \frac{1}{11,2942} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2942 \cdot 1,466}{240}} \right)$$

$$= 0,00633$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,00633$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d x$$

$$= 0,00633 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 598,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{598,5}$$

$$= 129,72 \sim 125 \text{ mm}$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{125}$$

commit to user



$$= 8$$

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 628 \text{ mm}^2 > \text{As}_{\text{perlu}} \dots \dots \text{OK} \text{ ☺} \end{aligned}$$

Cek kapasitas lentur :

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \text{ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{628 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} \\ &= 7,093 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \text{ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 13,784 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ M_n \text{ ada} &> M_n = 13,784 \cdot 10^6 > 13,2355 \cdot 10^6 \rightarrow \text{OK} \text{ ☺} \end{aligned}$$

5.7. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 435,99 \text{ kgm} = 4,35599 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,35599 \cdot 10^6}{0,8} = 5,44 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{5,44 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,602 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,602}{240}} \right) \\ &= 0,00255 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,00255$$

$$\begin{aligned} \text{As} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00255 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 242,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

commit to user

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s \text{ perlu}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{242,25}$$

$$= 324,045 \sim 330 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h$$

$$= 2 \times 120$$

$$= 240 \text{ mm}$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{240} = 4,2 \sim 5$$

$$A_s \text{ ada} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 392,5 \text{ mm}^2 > A_s \dots \dots \dots \text{OK} \text{ ☺}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

Cek kapasitas lentur :

$$a = \frac{A_{s \text{ ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000}$$

$$= 4,433 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s \text{ ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 8,740 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n = 8,740 \cdot 10^6 > 5,44 \cdot 10^6 \rightarrow \text{OK} \text{ ☺}$$

5.8. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 435,99 \text{ kgm} = 4,35599 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,35599 \cdot 10^6}{0,8} = 5,44 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{5,44 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,602 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

commit to user

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,602}{240}} \right) \\ &= 0,00255 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,00255$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,00255 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 242,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 78,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{242,25} \\ &= 324,045 \sim 330 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak maksimum} &= 2 \times h \\ &= 2 \times 120 \\ &= 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{b}{s} \\ &= \frac{1000}{240} = 4,2 \sim 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 392,5 \text{ mm}^2 > A_s \dots \dots \dots \text{ OK } \odot \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

Cek kapasitas lentur :

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} \\ &= 4,433 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_n = A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

commit to user

$$= 8,740.10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n = 8,740.10^6 > 5,44.10^6 \rightarrow \text{OK } \textcircled{\smile}$$

5.9. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan lapangan arah x $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

Tulangan lapangan arah y $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah x $\varnothing 10 - 120 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y $\varnothing 10 - 120 \text{ mm}$

Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

Tipe Plat	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
A	323,98	386,69	-	-877,9	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$
B1	435,99	435,99	-	-	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$
B2	404,85	327	-937,28	-856,42	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$
B3	327	327	-809,71	-809,71	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$
C1	205,78	73,96	-459,75	-307,53	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$
C2	214,104	81,75	-443,78	-303,64	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$
C3	330,88	151,82	-	-463,24	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-200$	$\varnothing 10-125$	$\varnothing 10-125$

5.10. Perencanaan Plat Atap

5.11. Perhitungan Pembebanan Plat Atap

d. Beban Hidup (q_L)

Berdasarkan PPIUG 1989 yaitu :

$$\text{Beban hidup Atap Kanopi} = 100 \text{ kg/m}^2$$

e. Beban Mati (q_D)

$$\text{Berat plat sendiri} = 0,10 \times 2400 \times 1 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plafond + instalasi listrik} = 25 \text{ kg/m}^2 +$$

$$q_D = 265 \text{ kg/m}^2$$

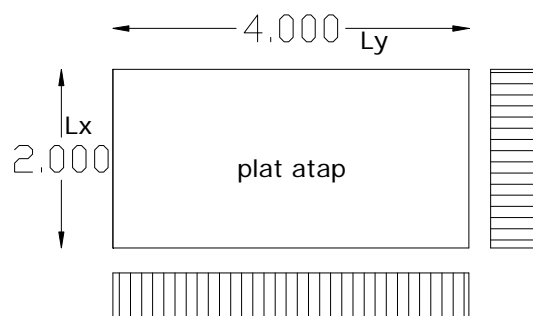
f. Beban Ultimate (q_U)

Untuk tinjauan lebar 1 m plat maka :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 \cdot 265 + 1,6 \cdot 100 \\ &= 478 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

5.12. Perhitungan Momen

a. Tipe pelat 1



Gambar 5.10 Tipe plat

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

commit to user

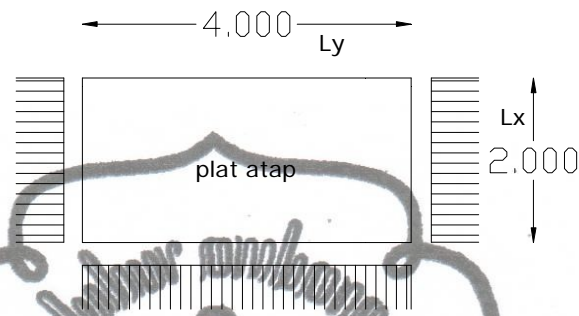
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 58 = 110,896 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 19 = 36,328 \text{ kg m}$$

$$Mtx = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 118 = - 225,616 \text{ kg m}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 79 = - 151,048 \text{ kg m}$$

a. Tipe pelat 2



Gambar 5.11 Tipe plat

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 55 = 105,16 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 21 = 40,152 \text{ kg m}$$

$$Mtx = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 114 = - 217,968 \text{ kg m}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 478 \cdot (2,0)^2 \cdot 78 = - 149,136 \text{ kgm}$$

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$Mlx = 110,896 \text{ kgm}$$

$$Mly = 40,152 \text{ kgm}$$

$$Mtx = 225,616 \text{ kgm}$$

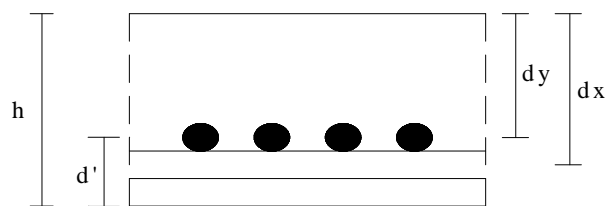
$$Mty = 151,048 \text{ kgm}$$

5.13. Penulangan plat atap

Data – data plat :

- Tebal plat (h) = 10 cm
= 100 mm
- Diameter tulangan (Ø) = 8 mm
- f_y = 240 MPa
- f'_c = 25 MPa
- p = 20 mm
- Tebal penutup (d') = $p + \frac{1}{2}\text{Ø tul}$
= 20 + 4
= 24 mm
- Tinggi Efektif (d) = $h - d'$
= 100 - 24
= 76 mm

Tinggi efektif



Gambar 5.5 Perencanaan Tinggi Efektif

$$dx = h - p - \frac{1}{2}\text{Ø}$$

$$= 100 - 20 - 4 = 76 \text{ mm}$$

$$dy = h - d' - \text{Ø} - \frac{1}{2}\text{Ø}$$

$$= 100 - 20 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 68 \text{ mm}$$

commit to user



$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,05376 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,05376 \\ &= 0,04032 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

5.14. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 225,616 \text{ kgm} = 2,528 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,528 \cdot 10^6}{0,8} = 3,16 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{3,16 \cdot 10^6}{1000 \cdot (76)^2} = 0,547 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2942$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,2942} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2942 \cdot 0,547}{240}} \right) \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\max}$$

$$\rho < \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho_{\min}$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot x \\ &= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 76 \\ &= 190 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\emptyset 8$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

commit to user

$$= 50,24 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{As \cdot b}{As_{perlu}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{190}$$

$$= 264,42 \sim 200 \text{ mm} \longrightarrow (S_{max} = 2h)$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{200}$$

$$= 5$$

$$\begin{aligned} As \text{ ada} &= 5 \cdot 14 \cdot \pi \cdot (8)^2 \\ &= 251,2 \text{ mm}^2 > As_{perlu} \dots \dots \text{OK} \odot \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

5.15. Penulangan tumpuan arah y

$$Mu = 151,048 \text{ kgm} = 1,6925 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{1,6925 \cdot 10^6}{0,8} = 2,036 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot dx^2} = \frac{2,036 \cdot 10^6}{1000 \cdot (76)^2} = 0,3525 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2942$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{11,2942} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2942 \cdot 0,3525}{240}} \right) \\ &= 0,00148 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{max}$$

$$\rho < \rho_{min}, \text{ di pakai } \rho_{min}$$

$$As_{perlu} = \rho_{min} \cdot b \cdot dx$$

$$= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 76$$

commit to user

$$= 190 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 8$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

$$= 50,24 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{190}$$

$$= 264,42 \sim 200 \text{ mm} \longrightarrow (S_{\text{max}} = 2h)$$

$$n = \frac{b}{s}$$

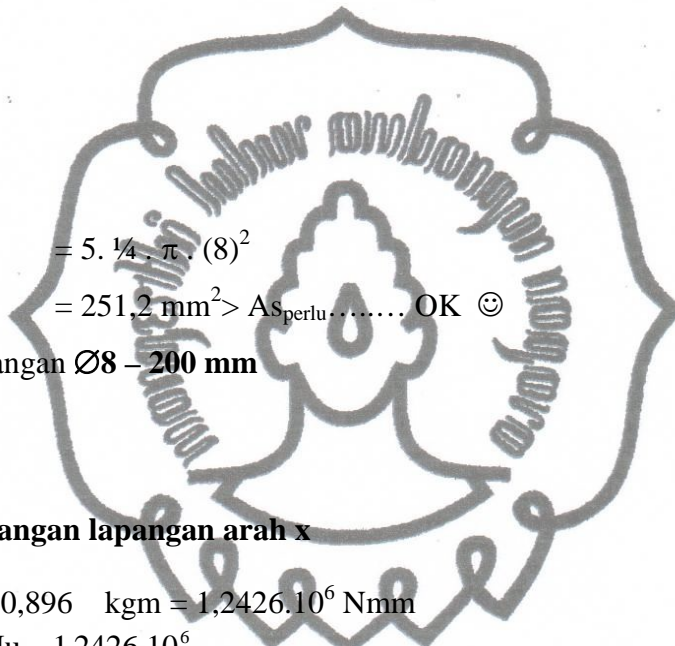
$$= \frac{1000}{200}$$

$$= 5$$

$$A_s \text{ ada} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

$$= 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}} \dots \dots \text{OK} \text{ ☺}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$



5.16. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 110,896 \text{ kgm} = 1,2426 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,2426 \cdot 10^6}{0,8} = 1,55 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{1,55 \cdot 10^6}{1000 \cdot (76)^2} = 0,268 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

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

$$= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,268}{240}} \right)$$

$$= 0,001123$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

commit to user

$$\rho < \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho_{\min}$$

$$\begin{aligned} A_{s\text{perlu}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 76 \\ &= 190 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 8$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 \\ &= 50,24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_s \cdot b}{A_{s\text{perlu}}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{190} \\ &= 264,42 \sim 200 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad (S_{\max} = 2h) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{b}{s} \\ &= \frac{1000}{200} \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s\text{ada}} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 \\ &= 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s\text{perlu}} \dots \dots \text{ OK } \text{ 😊} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

5.17. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 40,152 \text{ kgm} = 0,4499 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,4499 \cdot 10^6}{0,8} = 5,623 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot dx^2} = \frac{5,623 \cdot 10^5}{1000 \cdot (95)^2} = 0,097 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

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

commit to user

$$= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,097}{240}} \right)$$

$$= 0,000405$$

$$\rho < \rho_{\max}$$

$$\rho < \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho_{\min}$$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot dx$$

$$= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 76$$

$$= 190 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 8$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

$$= 50,24 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s\text{perlu}}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{190}$$

$$= 264,42 \sim 200 \text{ mm} \rightarrow (S_{\max} = 2h)$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{200}$$

$$= 5$$

$$A_{s\text{ada}} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

$$= 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s\text{perlu}} \dots \dots \text{ OK } \text{☺}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

5.18. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan lapangan arah x $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

Tulangan lapangan arah y $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

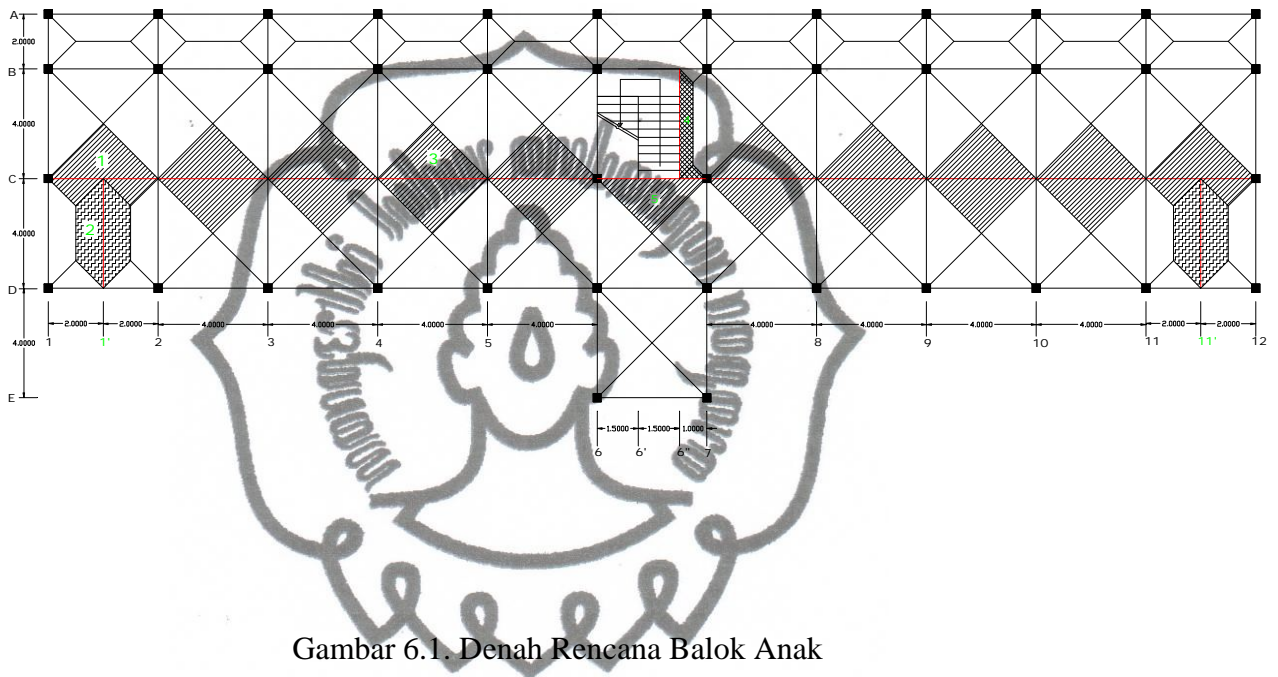
Tulangan tumpuan arah x $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

BAB 6

PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1. Perencanaan Balok Anak



Gambar 6.1. Denah Rencana Balok Anak

Keterangan :

Balok Anak : As C(1-12)

Balok Anak : As 1'(C-D)

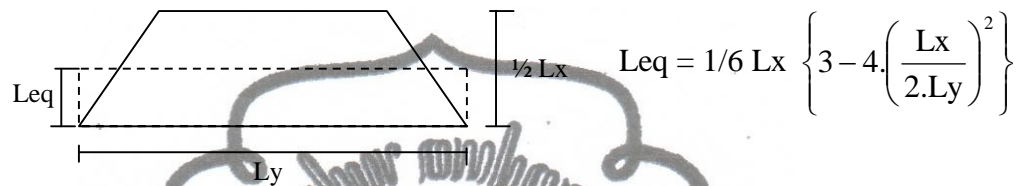
Balok Anak : As 6''(B-C)

commit to user

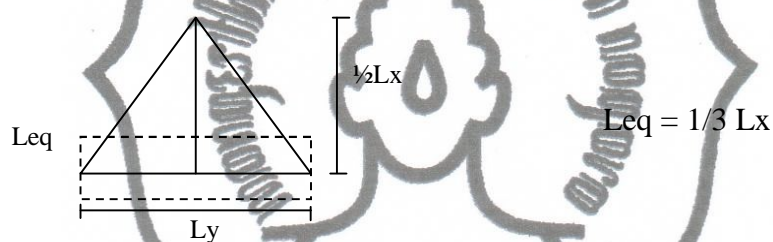
6.1.1. Perhitungan Lebar Equivalen

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 :

a Lebar Equivalen Tipe I



b Lebar Equivalen Tipe II



6.1.2. Lebar Equivalen Balok Anak

Tabel 6.1. Perhitungan Lebar Equivalen

No.	Ukuran Plat (m ²)	Lx (m)	Ly (m)	Leq (segitiga)	Leq (trapesium)
1.	4 x 4	4	4	1,34	
2.	2 x 4	2	4		0,9167
3.	4 x 4	4	4	1,34	
4.	1 x 4	1	4	0,34	0,489

Beban Plat Lantai

➤ **Beban Mati (qd)**

Beban plat sendiri = $0,12 \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$

Beban spesi pasangan = $0,02 \cdot 2100 = 42 \text{ kg/m}^2$

Beban pasir = $0,02 \cdot 1600 = 32 \text{ kg/m}^2$

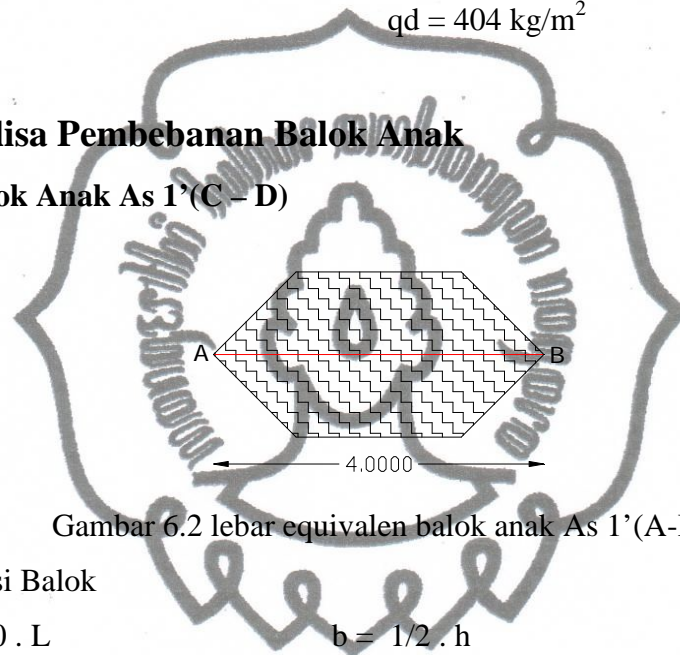
Beban keramik = $0,01 \cdot 2400 = 24 \text{ kg/m}^2$

Plafond + penggantung = $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$

$qd = 404 \text{ kg/m}^2$

6.2. Analisa Pembebanan Balok Anak

6.2.1. Balok Anak As 1'(C - D)



Gambar 6.2 lebar equivalen balok anak As 1'(A-B)

a. **Dimensi Balok**

$h = 1/10 \cdot L$

= $1/10 \cdot 4000$

= 400 mm

$b = 1/2 \cdot h$

= $1/2 \cdot 400$

= $200 \text{ mm} - 250 \text{ mm}$

b. **Pembebanan Setiap Elemen**

➤ **Beban Mati (qd)**

Berat sendiri balok = $0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m'}$

Berat plat = $(2 \times 0,967) \times 404 = 781,336 \text{ kg/m'}$

Berat dinding = $0,15 \times (3 - 0,2) \times 1700 = 714 \text{ kg/m'}$

$qd = 1663,336 \text{ kg/m'}$

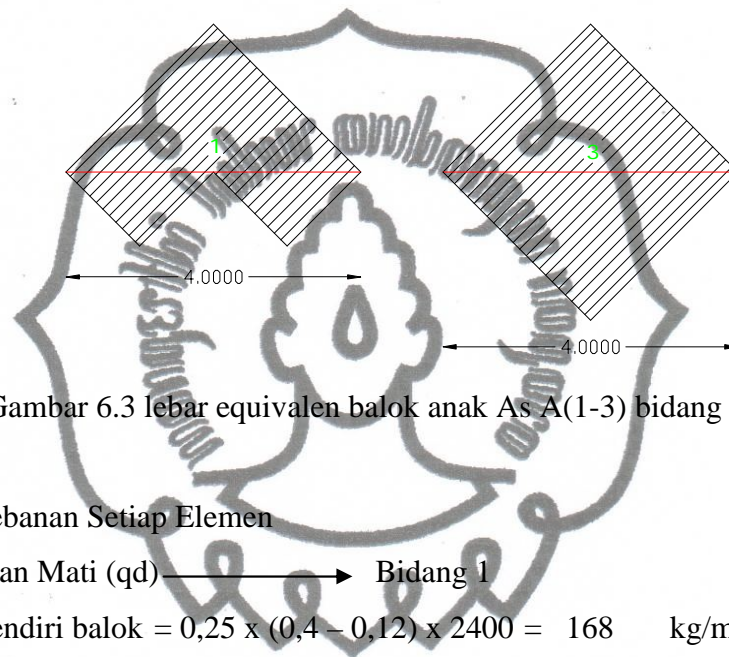
➤ **Beban Hidup (ql)** = $250 \cdot 1,934 = 483,5 \text{ kg/m'}$

commit to user

6.2.2. Balok Anak As C (1 - 6)=As C (7-12)

a. Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/10 \cdot L & b &= 1/2 \cdot h \\
 &= 1/10 \cdot 4000 & &= 1/2 \cdot 400 \\
 &= 400 \sim 400 \text{ mm} & &= 200 - 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 6.3 lebar equivalen balok anak As A(1-3) bidang 1 dan 3

b. Pembebanan Setiap Elemen

➤ Beban Mati (qd) → Bidang 1

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri balok} &= 0,25 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat plat} &= ((2 \times 0,67) + 1,34) \times 404 = 1082,72 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \times (3 - 0,2) \times 1700 = 714 \text{ kg/m} \\
 \text{qd} &= 1964,72 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

➤ Beban Mati (qd) → Bidang 3

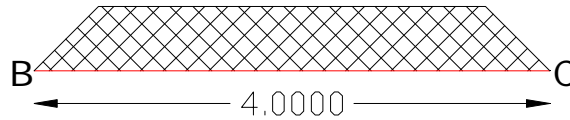
$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri balok} &= 0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat plat} &= (2 \times 1,34) \times 404 = 1082,72 \text{ kg/m} \\
 \text{qd} &= 1250,72 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

➤ Beban Hidup (ql)

$$\begin{aligned}
 \text{Bidang 1} &= 250 \cdot (2 \times 0,67) + 1,34 = 670 \text{ kg/m} \\
 \text{Bidang 3} &= 250 \cdot (2 \times 1,34) = 670 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

commit to user

6.2.3. Balok Anak As 6''(B – C)



Gambar 6.2 lebar equivalen balok anak As 1'(A-B)

a. Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/10 \cdot L \\
 &= 1/10 \cdot 4000 \\
 &= 400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 1/2 \cdot h \\
 &= 1/2 \times 400 \\
 &= 200 \text{ mm} - 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Pembebanan Setiap Elemen

➤ Beban Mati (qd)

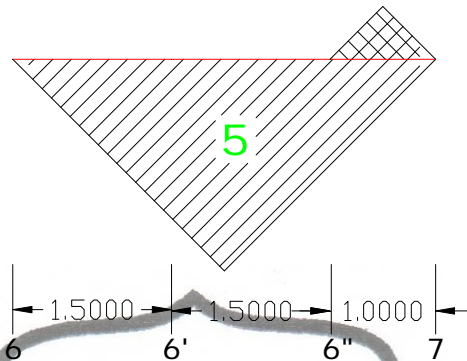
$$\text{Berat sendiri balok} = 0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m'}$$

$$\text{Berat plat} = 0,489 \times 404 = 197,556 \text{ kg/m'}$$

$$q_d = 365,556 \text{ kg/m'}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Beban Hidup (ql)} &= 250 \cdot 0,489 &= 122,25 \text{ kg/m'}
 \end{aligned}$$

6.2.4. Balok Anak As C(6-7)



Gambar 6.2 lebar equivalen balok anak As 1'(A-B)

a. Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/10 \cdot L & b &= 1/2 \cdot h \\
 &= 1/10 \cdot 4000 & &= 1/2 \times 400 \\
 &= 400 \text{ mm} & &= 200 \text{ mm} \sim 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Pembebanan Setiap Elemen

- Beban Mati (qd) → bidang 5/ As C(6-7)
 - Berat sendiri balok = $0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m}'$
 - Berat plat = $1,34 \times 404 = 541,36 \text{ kg/m}'$
 - $qd = 709,36 \text{ kg/m}'$
- Beban Mati (qd) → bidang 6/As D (6''-7)
 - Berat sendiri balok = $0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m}'$
 - Berat plat = $0,34 \times 404 = 137,36 \text{ kg/m}'$
 - $qd = 305,36 \text{ kg/m}'$

- Beban reaksi tangga As D (6'-6'') = $\frac{3018,62}{1,5} = 2012,413 \text{ kg/m}'$
- Beban Hidup (ql) = $250 \cdot 1,34 = 335 \text{ kg/m}'$
- Beban hidup As C(6''-7) = $250 \cdot 0,34 = 85 \text{ kg/m}'$

commit to user

6.3. Hitungan Tulangan

6.3.1. Balok anak As 1'(C – D)

Data-data:

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$f'c = 25 \text{ MPa}$$

$$fy = 360 \text{ Mpa (ulir)}$$

$$fys = 240 \text{ Mpa (polos)}$$

Dicoba :

$$\phi \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ sengkang} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut (s)} = 40 \text{ mm}$$

- $h = 400 \text{ mm}$
- $b = 250 \text{ mm}$
- $d' = 40 + 8 + \frac{1}{2} \cdot 16 = 56 \text{ mm}$
- $d = h - d' = 400 - 56 = 344 \text{ mm}$

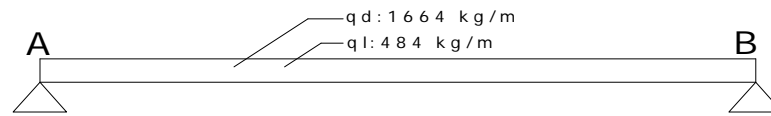
$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,9412$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot fc}{fy} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,03136 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,02352 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

commit to user



Gambar 6.4 Bidang balok anak As 1' (C-D)



Gambar 6.5 Bidang Momen Balok Anak As 1'(C-D)

Gambar 6.6 Bidang geser balok anak As 1'(C-D)

a) Penulangan Daerah lapangan

$$M_u = 1847,47 \text{ kgm} = 1,8475 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,8475 \cdot 10^7}{0,8} = 2,3094 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,3094 \cdot 10^7}{250 \cdot (344)^2} = 0,780 \text{ N/mm}^2$$

commit to user

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,9412 \cdot 0,780}{360}} \right) \\ &= 0,002207 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &< \rho_{\text{min}} \\ &< \rho_{\text{max}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \times 250 \times 344 \\ &= 335,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2} = \frac{335,4}{200,96} = 1,668 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 602,88 > A_s \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman...!!} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{602,88 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 40,854 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 602,88 \cdot 360 (344 - 40,854/2) \\ &= 7,0227 \times 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow 7,0227 \times 10^7 \text{ Nmm} > 2,3094 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \dots \text{OK} \odot$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm. (dipakai tulangan 1 lapis)} \end{aligned}$$

Jadi, digunakan tulangan **3 D 16**

commit to user

b) Penulangan Daerah Tumpuan

$$M_u = 3694,93 \text{ kgm} = 3,695 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,695 \cdot 10^7}{0,8} = 4,6188 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,6188 \cdot 10^7}{250 \cdot (344)^2} = 1,562 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,9412 \cdot 1,562}{360}} \right)$$

$$= 0,004512$$

$$\rho_{ada} > \rho_{min}$$

$$< \rho_{max}$$

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

$$= 0,004512 \times 250 \times 344$$

$$= 388,032 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2} = \frac{388,032}{200,96} = 1,931 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s \text{ ada} = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 803,84 > A_s \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman..!!}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{803,84 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 54,47 \text{ mm}$$

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2)$$

$$= 803,84 \cdot 360 (344 - 54,47/2)$$

$$= 9,1667 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

commit to user

$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow 9,1667 \times 10^7 \text{ Nmm} > 4,6188 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \dots \text{OK} \odot$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm. (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Jadi, digunakan tulangan **3 D 16**

c) Hitungan Tulangan Geser

$V_u = 5542,40 \text{ kg} = 5,5424 \cdot 10^4 \text{ N}$ (Perhitungan SAP)

$V_c = 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c}$

$$= 1/6 \cdot 250 \cdot 344 \cdot \sqrt{25}$$

$$= 7,167 \cdot 10^4 \text{ N}$$

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

$$= 4,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$3\phi V_c = 3 \cdot \phi V_c$

$$= 12,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

➤ $\phi V_c < V_u < 3\phi V_c \rightarrow$ perlu tulangan geser

$\phi V_s = V_u - \phi V_c = 1,2424 \cdot 10^4 \text{ N}$

$V_{s \text{ perlu}} = \frac{\phi V_s}{\phi} = \frac{1,2424 \cdot 10^4}{0,6} = 2,071 \cdot 10^4 \text{ N}$

Digunakan sengkang $\phi 8$,

$A_v = 2 \cdot A = 100,48 \text{ mm}^2$

$S = \frac{A_v \cdot f'_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 344}{2,071 \cdot 10^4} = 400,56 \text{ mm}$

$S_{\text{maks}} = \frac{d}{2} = \frac{344}{2} = 172 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$

Dicoba menggunakan sengkang $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

commit to user

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 344}{100} = 8,2956 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$

$$8,2956 \cdot 10^4 \text{ N} > 2,894 \cdot 10^4 \text{ N} \dots\dots \text{OK} \odot$$

Jadi, dipakai sengkang $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

6.3.2. Balok anak As C(1 -12)

Data-data:

$b = 250 \text{ mm}$

$h = 400 \text{ mm}$

$f'c = 25 \text{ MPa}$

$f_y = 360 \text{ Mpa (ulir)}$

$f_{ys} = 240 \text{ Mpa (polos)}$

Dicoba :

$\phi \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$

$\phi \text{ sengkang} = 8 \text{ mm}$

Tebal selimut (s) = 40 mm

- $h = 400 \text{ mm}$
- $b = 250 \text{ mm}$
- $d' = 40 + 8 + \frac{1}{2} \cdot 16 = 56 \text{ mm}$
- $d = h - d' = 400 - 56 = 344 \text{ mm}$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,9412$$

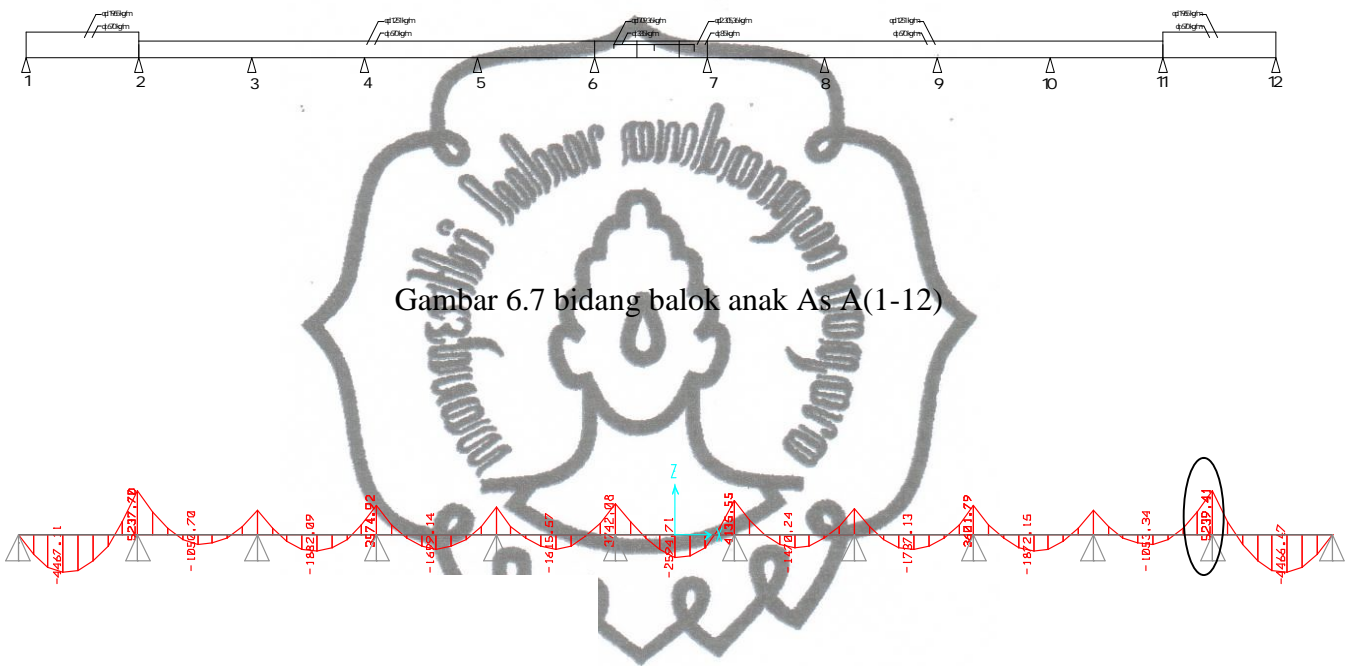
$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,03136 \end{aligned}$$

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

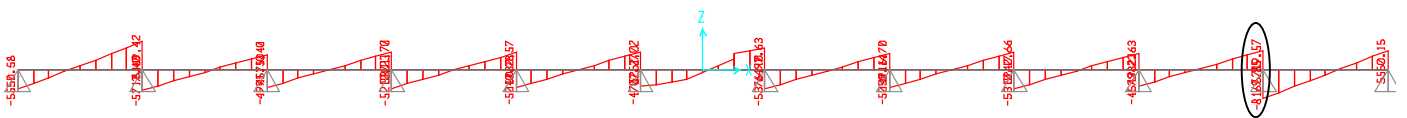
commit to user

$$= 0,02352$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$



Gambar 6.8 bidang momen balok anak As A(1-12)



commit to user

a) Penulangan Daerah lapang:

$$Mu = 4467,1 \text{ kgm} = 4,4671 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{4,4671 \cdot 10^7}{0,8} = 5,584 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{5,584 \cdot 10^7}{250 \cdot (344)^2} = 1,89 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{16,9412} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,9412 \cdot 1,89}{360}} \right)$$

$$= 0,00551$$

$$\rho_{ada} > \rho_{min}$$

$$< \rho_{max}$$

$$As_{perlu} = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00551 \times 250 \times 344$$

$$= 473,86 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As_{perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2}$$

$$= \frac{473,86}{200,96} = 2,357 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$As_{ada} = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2$$

$$= 602,88 > As_{perlu} \rightarrow \text{Aman..!!}$$

$$a = \frac{As_{ada} \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{602,88 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 40,854$$

commit to user

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 602,88 \cdot 360 (344 - 40,854/2) \\ &= 7,023 \times 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow \text{Aman..!!}$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm. (dipakai tulangan 1 lapis)} \end{aligned}$$

Jadi, digunakan tulangan **3 D 16**

b) Penulangan Daerah Tumpuan

$$M_u = 5239,41 \text{ kgm} = 5,23941 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,23941 \cdot 10^7}{0,8} = 6,550 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,550 \cdot 10^7}{250 \cdot (344)^2} = 2,214 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,9412 \cdot 2,214}{360}} \right) \\ &= 0,00651 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} > \rho_{\text{min}}$$

$$< \rho_{\text{max}}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00651 \times 250 \times 344 \\ &= 559,86 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

commit to user

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2}$$

$$= \frac{559,86}{200,96} = 2,786 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$As \text{ ada} = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 803,84 > As \text{ perlu} \rightarrow \text{OK} \odot$$

$$a = \frac{As \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c,b}} = \frac{803,84 \times 360}{0,85 \times 25 \times 250} = 54,472 \text{ mm}$$

$$Mn \text{ ada} = As \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2)$$

$$= 602,88 \cdot 360 (344 - 54,472/2)$$

$$= 6,875 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn \text{ ada} > Mn = 6,875 \times 10^7 > 6,550 \cdot 10^7 \rightarrow \text{OK} \odot$$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{4 - 1} = 30 > 25 \text{ mm. (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Jadi, digunakan tulangan **4 D 16**

c) Hitungan Tulangan Geser

$$Vu = 8169,85 \text{ kg} = 8,1699 \cdot 10^4 \text{ N (Perhitungan SAP)}$$

$$Vc = 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$= 1/6 \cdot 250 \cdot 344 \cdot \sqrt{25}$$

$$= 7,167 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\emptyset Vc = 0,6 \cdot Vc$$

$$= 4,3 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$3\emptyset Vc = 3 \cdot \emptyset Vc$$

$$= 12,9 \cdot 10^4 \text{ N}$$

commit to user

➤ $\phi V_c < V_u < 3\phi V_c \rightarrow$ perlu tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c = 3,8699 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$V_{s \text{ perlu}} = \frac{\phi V_s}{\phi} = \frac{3,8699 \cdot 10^4}{0,6} = 6,4499 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Digunakan sengkang $\phi 8$, $A_s = 50,24 \text{ mm}^2$

$$A_v = 2 \cdot A = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f'_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 344}{6,4499 \cdot 10^4} = 128,61 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = \frac{d}{2} = \frac{344}{2} = 172 \text{ mm}$$

Dicoba menggunakan sengkang $\phi 8 - 125 \text{ mm}$

$$V_{s \text{ ada}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 344}{125} = 6,6365 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$V_{s \text{ ada}} > V_{s \text{ perlu}}$

$$6,6365 \cdot 10^4 \text{ N} > 6,4499 \cdot 10^4 \text{ N} \dots\dots \text{ (aman)}$$

Jadi, dipakai sengkang $\phi 8 - 125 \text{ mm}$

6.3.3. Balok anak As 6''(B – C)

Data-data:

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa (ulir)}$$

$$f_{ys} = 240 \text{ Mpa (polos)}$$

Dicoba :

$$\phi \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ sengkang} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut (s)} = 40 \text{ mm}$$

- $h = 300 \text{ mm}$

commit to user

- $b = 200 \text{ mm}$
- $d' = 40 + 8 + \frac{1}{2} \cdot 16 = 56 \text{ mm}$
- $d = h - d' = 300 - 56 = 244 \text{ mm}$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,9412$$

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

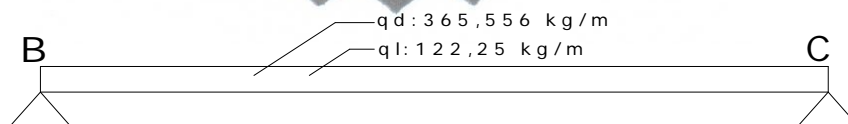
$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$

$$= 0,03136$$

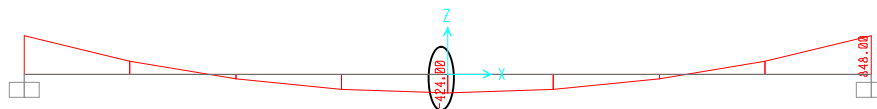
$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,02352$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

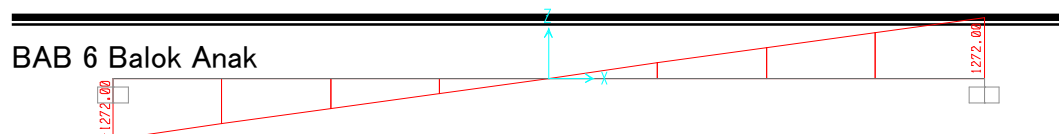


Gambar 6.4 Bidang balok anak As 6'' (B-C)



Gambar 6.5 Bidang Momen Balok Anak As 6'' (B-C)

commit to user



Gambar 6.6 Bidang geser balok anak As 6'' (B-C)

a) **Penulangan Daerah lapangan**

$$M_u = 424 \text{ kgm} = 4,24 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,24 \cdot 10^6}{0,8} = 5,3 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,3 \cdot 10^6}{200 \cdot (244)^2} = 0,445 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,9412 \cdot 0,445}{360}} \right) \\ &= 0,00125 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\text{min}}$$

$$< \rho_{\text{max}}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \cdot 200 \cdot 244 \\ &= 190,32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} = \frac{190,32}{200,96} = 0,947 \text{ -- 2 tulangan}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 401,92 > A_s \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman..!!} \end{aligned}$$

commit to user

$$a = \frac{Asada \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{401,92 \times 360}{0,85 \times 25 \times 200} = 34,045 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= As \text{ ada} \cdot fy \cdot (d - a/2) \\ &= 401,92 \cdot 360 \cdot (244 - 34,045/2) \\ &= 32,841 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow = 32,841 \times 10^6 \text{ Nmm} > 5,3 \cdot 10^6 \text{OK } \odot$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 \text{ mm} > 25 \text{ mm. (dipakai tulangan 1 lapis)} \end{aligned}$$

Jadi, digunakan tulangan **2 D 16**

b) Penulangan Daerah Tumpuan

$$M_u = 848 \text{ kgm} = 8,48 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,48 \cdot 10^6}{0,8} = 10,6 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{10,6 \cdot 10^6}{200 \cdot (244)^2} = 0,890 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,9412 \cdot 0,890}{360}} \right) \\ &= 0,00252 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\text{min}}$$

$$< \rho_{\text{max}}$$

$$\begin{aligned} As \text{ perlu} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \times 200 \times 244 \\ &= 190,32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

commit to user

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} = \frac{190,32}{200,96} = 0,947 \rightarrow 2 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} As \text{ ada} &= n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 401,92 > As \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman..!!} \end{aligned}$$

$$a = \frac{Asada \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{401,92 \times 360}{0,85 \times 25 \times 200} = 34,045 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Mn \text{ ada} &= As \text{ ada} \cdot fy \cdot (d - a/2) \\ &= 401,92 \cdot 360 \cdot (244 - 34,045/2) \\ &= 32,841 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$Mn \text{ ada} > Mn \rightarrow 32,841 \times 10^6 \text{ Nmm} > 5,3 \cdot 10^6 \dots \text{OK} \odot$$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2s - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 \text{ mm} > 25 \text{ mm. (dipakai tulangan 1 lapis)} \end{aligned}$$

Jadi, digunakan tulangan **2 D 16**

c) Hitungan Tulangan Geser

$$Vu = 1272 \text{ kg} = 1,272 \cdot 10^4 \text{ N (Perhitungan SAP)}$$

$$\begin{aligned} Vc &= 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'c} \\ &= 1/6 \cdot 250 \cdot 344 \cdot \sqrt{25} \\ &= 7,167 \cdot 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset Vc &= 0,6 \cdot Vc \\ &= 4,3 \cdot 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\emptyset Vc &= 3 \cdot \emptyset Vc \\ &= 12,9 \cdot 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

➤ **Vu < ∅Vc < 3∅Vc** → tidak perlu tulangan geser

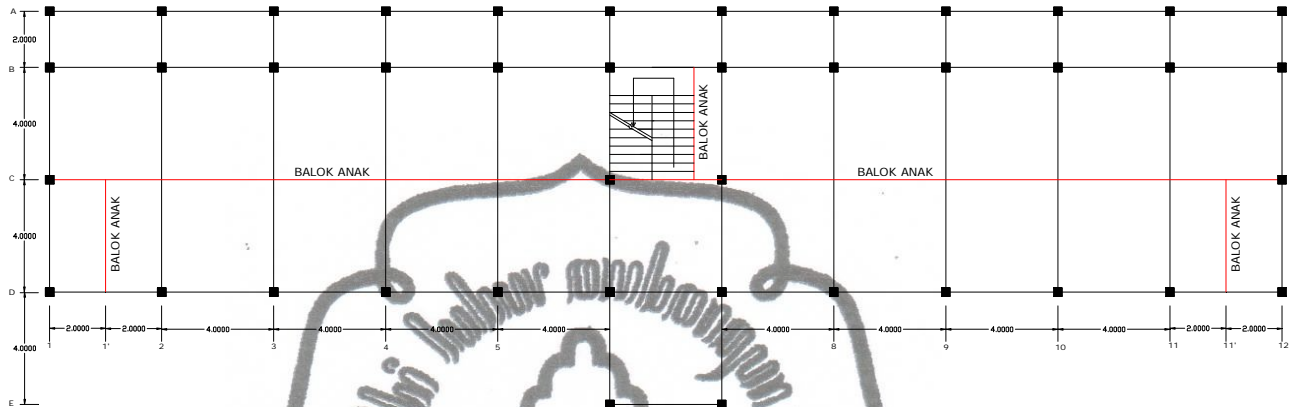
commit to user

Dipakai tulangan geser minimum $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$



commit to user

BAB 7 PORTAL



Gambar 7.1. Gambar Denah Portal

Keterangan:

Balok Portal : As 1

Balok Portal : As 2

Balok Portal : As 3

Balok Portal : As 4

Balok Portal : As 5

Balok Portal : As 6

Balok Portal : As 7

Balok Portal : As 8

Balok Portal : As 9

Balok Portal : As 10

Balok Portal : As 11

Balok Portal : As 12

Balok Portal : As A

Balok Portal : As B

Balok Portal : As C

Balok Portal : As D

Balok Portal : As E

commit to user

7.1. Perencanaan Portal

7.1.1. Dasar perencanaan

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

- | | |
|--|-----------------------------------|
| a. Bentuk denah portal | : Seperti tergambar |
| b. Model perhitungan | : SAP 2000 (3 D) |
| c. Perencanaan dimensi rangka | : b (mm) x h (mm) |
| Dimensi kolom | : 400mm x 400mm |
| Dimensi sloof | |
| Sloof 1 | : 250mm x 400mm |
| Sloof 2 | : 200mm x 300mm |
| Dimensi balok | |
| Balok 1 | : 400mm x 700mm |
| Balok 2 | : 250mm x 400mm |
| Balok 3 | : 200mm x 300mm |
| Dimensi ring balk | : 300mm x 400mm |
| d. Kedalaman pondasi | : 1,5 m |
| e. Mutu beton | : $f_c' = 25 \text{ MPa}$ |
| f. Mutu baja tulangan | : U36 ($f_y = 360 \text{ MPa}$) |
| g. Mutu baja sengkang | : U24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$) |
| h. Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal adalah | 0.9 |

7.1.2 Perencanaan pembebanan

Secara umum data pembebanan portal adalah sebagai berikut:

- Berat sendiri balok 1 = $0,4 \times (0,7-0,12) \times 2400 = 556,8 \text{ kg/m}$
- balok 2 = $0,25 \times (0,4-0,12) \times 2400 = 168 \text{ kg/m}$
- balok 3 = $0,15 \times (0,3-0,10) \times 2400 = 72 \text{ kg/m}$

commit to user



➤ Plat Lantai

$$\text{Berat plat sendiri} = 0,12 \times 2400 \times 1 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat keramik (1 cm)} = 0,01 \times 2400 \times 1 = 24 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Spesi (2 cm)} = 0,02 \times 2100 \times 1 = 42 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plafond + instalasi listrik} = 25 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Pasir (2 cm)} = 0,02 \times 1600 \times 1 = 32 \text{ kg/m}$$

$$qD = 411 \text{ kg/m}$$

➤ Plat atap

$$\text{Berat plat sendiri} = 0,10 \times 2400 \times 1 = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plafond + instalasi listrik} = 25 \text{ kg/m}$$

$$qD = 265 \text{ kg/m}$$

➤ Atap

$$\text{Reaksi Kuda kuda Utama A} = 3387,64 \text{ kg (SAP 2000)}$$

$$\text{Reaksi Kuda kuda Utama B} = 9109,48 \text{ kg (SAP 2000)}$$

$$\text{Reaksi Tumpuan Setengah Kuda-kuda} = 1441,07 \text{ kg (SAP 2000)}$$

$$\text{Reaksi Tumpuan Jurai} = 1723,67 \text{ kg (SAP 2000)}$$

➤ Beban rink balk

$$\text{Beban Mati (qD)}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,3 \cdot 0,4 \cdot 2400 \\ &= 288 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ Beban Sloof

$$\text{Beban Mati (qD)}$$

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban dinding} = 0,15 \cdot (4-0,35) \cdot 1700 = 930,75 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 1164 \text{ kg/m}$$

7.1.3. Perhitungan luas equivalen untuk plat lantai

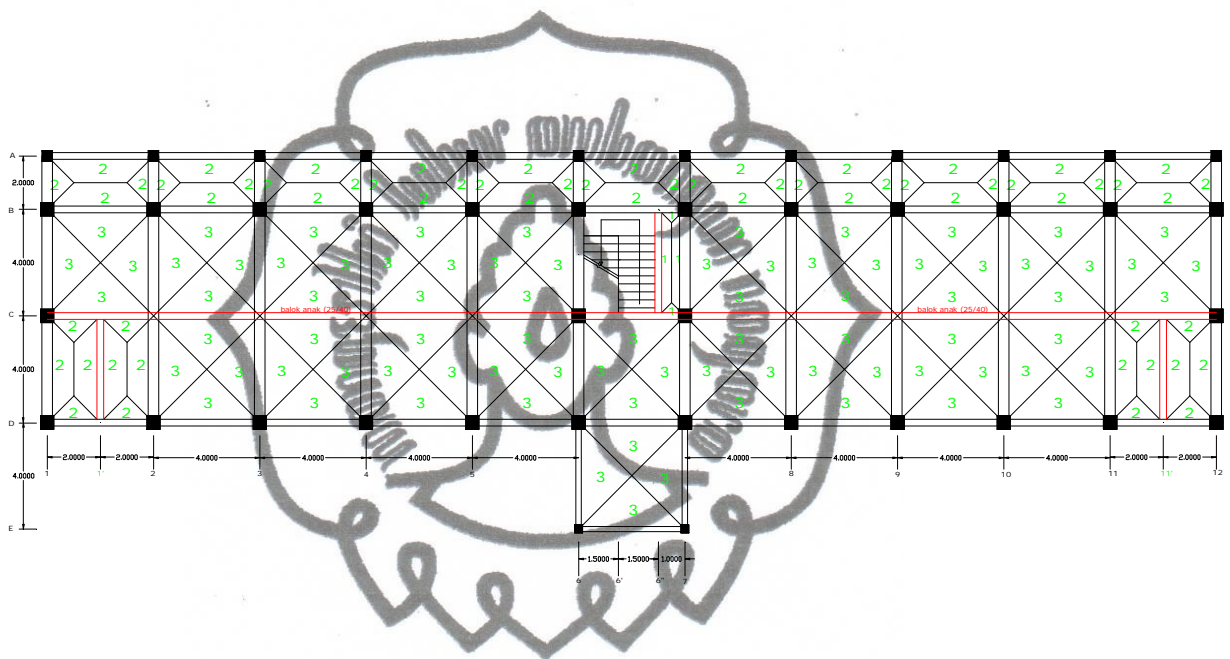
$$\text{Luas equivalent segitiga} : \frac{1}{3} \cdot lx$$

$$\text{Luas equivalent trapezium} : \frac{1}{6} \cdot lx \left(3 - 4 \left(\frac{lx}{2 \cdot ly} \right)^2 \right)$$

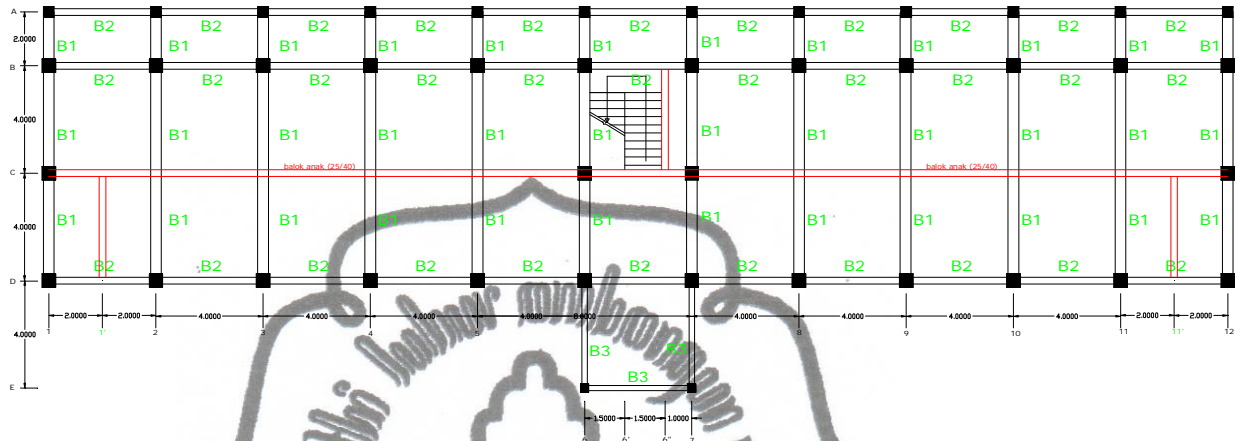
commit to user

Table 7.1. Hitungan Lebar Equivalen

No.	Ukuran Plat (m ²)	Lx (m)	Ly (m)	Leq (segitiga)	Leq (trapesium)
1.	1 × 4	1	4	0,34	0,489
2.	2 × 4	2	4	0,67	0,9167
3.	4 × 4	4	4	1,34	1,34

**Gambar 7.2. Gambar Daerah Pembebanan***commit to user*

7.2. Perencanaan Balok Portal



Gambar 7.3 Denah Balok Portal

Keterangan :

Balok Portal : As A, B, C, D, E, 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

Balok Anak : As C(1-12),

As 1' (C-D), As 11' (C-D)

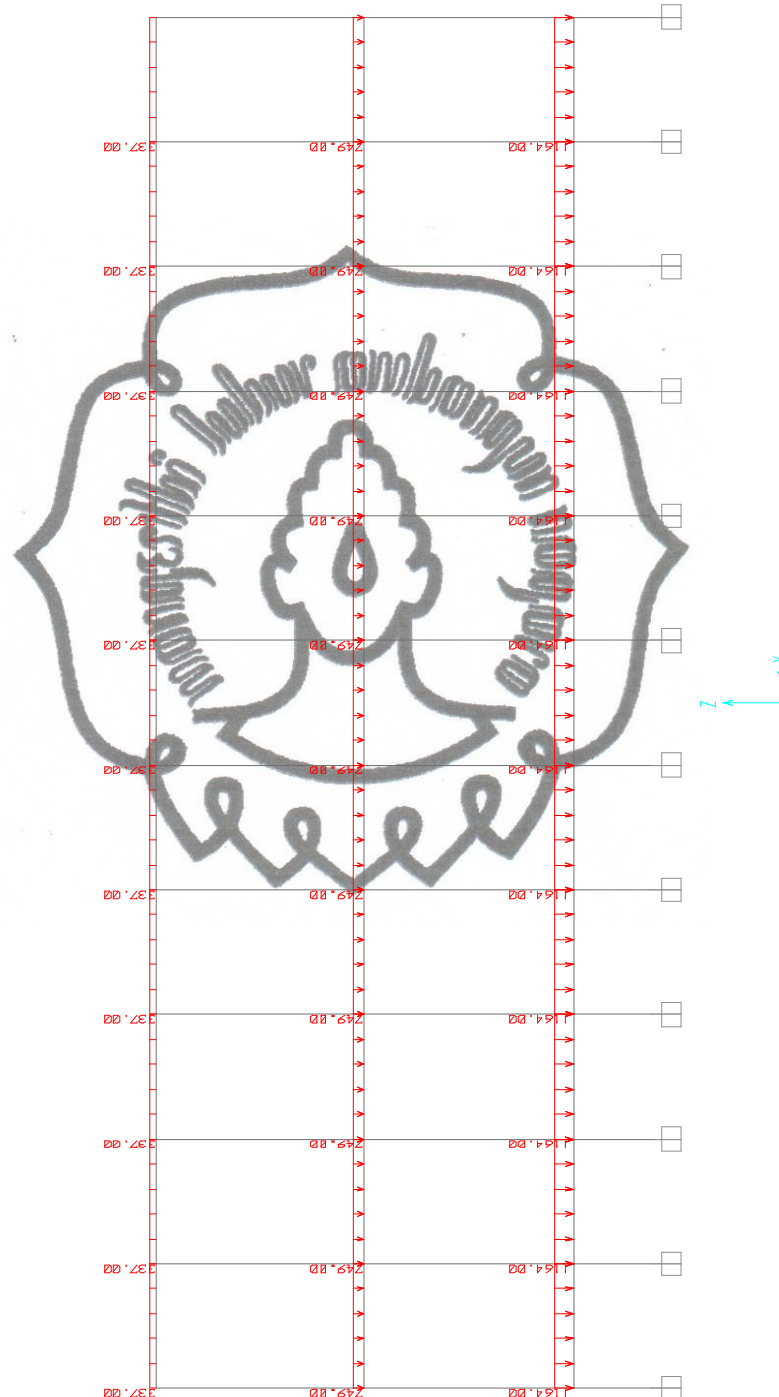
As 6'' (B - C

commit to user

7.3. Perhitungan Pembebanan Balok

7.3.1. Perhitungan Pembebanan Balok Memanjang

1.) Pembebanan balok Portal As A Bentang 1-12



Gambar 7.4. Daerah pembebanan portal As A (1-12)

commit to user



- Pembebanan balok induk As A Bentang 1-12

Beban Mati (qd):

Berat sendiri	= 168	kg/m
Berat plat lantai	= $411 \cdot (0,9167)$	= 376,77 kg/m
Berat dinding	= $0,15 \cdot (1-0,2) \cdot 1700$	= 204 kg/m
Jumlah	<hr/>	
	= 748,77	kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (0,9167) \cdot 0,9 = 301,5 \text{ kg/m}$$

2.) Pembebanan balok Portal As B Bentang 1–12

- Pembebanan balok induk As B Bentang 1-6 dan 7-12

Beban Mati (qd):

Berat sendiri	= 168	kg/m
Berat plat lantai	= $411 \cdot (0,9167 + 1,34)$	= 927,51 kg/m
Berat dinding	= 930,75	kg/m
Jumlah	<hr/>	
	= 2026,26	kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (0,9167 + 1,34) \cdot 0,9 = 507,75 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk As B Bentang 6-6''

Beban Mati (qd):

Berat sendiri	= 168	kg/m
Berat plat lantai	= $411 \cdot (0,9167)$	= 376,76 kg/m
Jumlah	<hr/>	
	= 544,6	kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (0,9167) \cdot 0,9 = 206,258 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk As B Bentang 6''-7

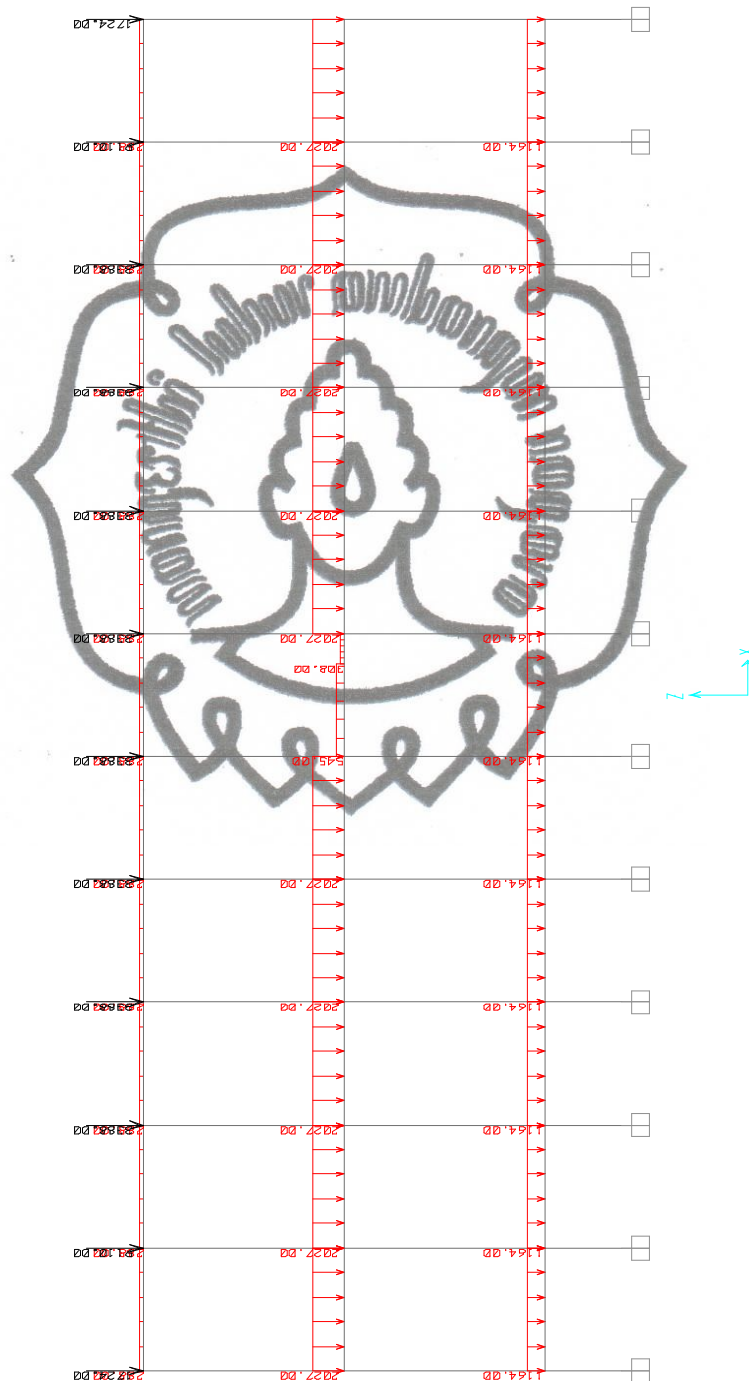
Beban Mati (qd):

$$\text{Beban sendiri} \quad \textit{commit to user} = 168 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat plat lantai} &= 411 \cdot (0,34) && = 139,74 \text{ kg/m} \\ \text{Jumlah} &&& = 307,74 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (0,34) \cdot 0,9 = 76,5 \text{ kg/m}$$



Gambar 7.4. Daerah pembebanan portal As B (1-12)



3.) Pembebanan balok Portal **As C Bentang 1 -12**

Beban reaksi dari balok anak pada :

- Tumpuan 1 = 5550.58 kg
- Tumpuan 2 = 13886.82 kg
- Tumpuan 3 = 9566.50 kg
- Tumpuan 4 = 10511.94 kg
- Tumpuan 5 = 10123.35 kg
- Tumpuan 6 = 9959.39 kg
- Tumpuan 7 = 11873.73 kg
- Tumpuan 8 = 9966.84 kg
- Tumpuan 9 = 10552.83 kg
- Tumpuan 10 = 9555.86 kg
- Tumpuan 11 = 13889.42 kg
- Tumpuan 12 = 5550.15 kg

4.) Pembebanan balok Portal **As D Bentang 1 -12**

- Pembebanan balok induk As D Bentang 1 – 6 dan 7 - 12

Beban Mati (qd):

Berat sendiri	=	168	kg/m
Berat plat lantai	=	$411 \cdot (1,34)$	= 550,74 kg/m
Berat dinding	=	930,75	kg/m
Jumlah	=	<u>1649,49</u>	kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (1,34) \cdot 0,9 = 301,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban titik pada 1' dan 11'} = 5542 \text{ kg}$$

- Pembebanan balok induk As D Bentang 6 – 7

Beban Mati (qd):

Berat sendiri	=	168	kg/m
Berat plat lantai	=	$411 \cdot (2 \cdot 1,34)$	= 1101,48 kg/m

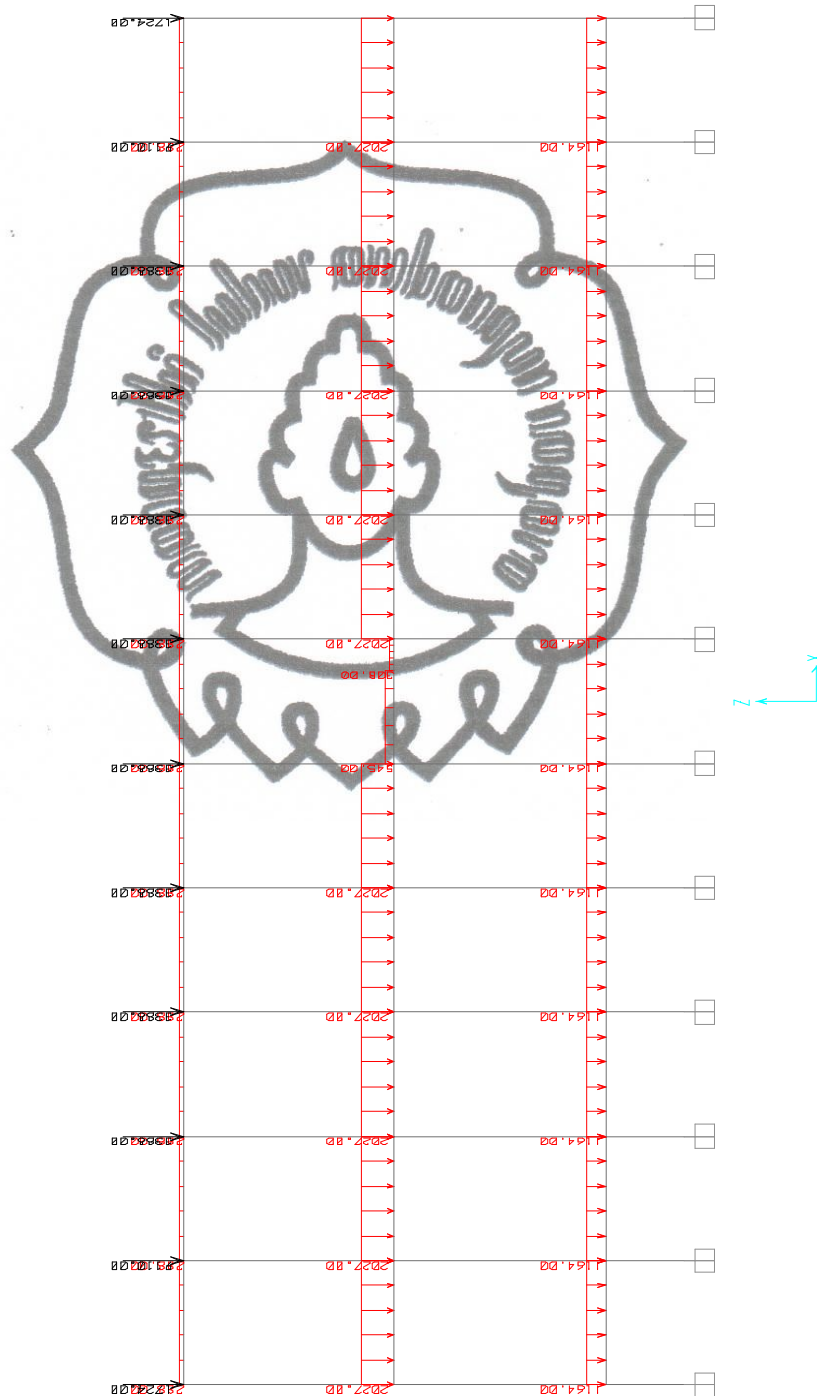
$$\text{Berat dinding} = 0,15 \cdot (1-0,2) \cdot 1700 = 204 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1473,48 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : (250 \cdot 1,34) + (100 \cdot 1,34) \cdot 0,9 = 422,1 \text{ kg/m}$$

- Beban reaksi dari balok anak pada titik D 1' = 5542,40 kg



Gambar 7.5. Daerah pembebanan portal As D (1-12)



5.) Pembebanan balok Portal As E Bentang 6 – 7

- Pembebanan balok induk As E Bentang 6 – 7

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat atap} = 265 \cdot (1,34) = 355,1 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 427,1 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} = 100 \cdot (1,34) \cdot 0,9 = 120,6 \text{ kg/m}$$

7.3.2. Perhitungan Pembebanan Balok Melintang

1.) Pembebanan balok Portal As 1 Bentang A-D

- Pembebanan balok induk As 1 dan 12 Bentang A-B

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (0,34) = 139,74 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \cdot (1-0,2) \cdot 1700 = 204 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 900,54 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} = 250 \cdot (0,34) \cdot 0,9 = 76,5 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk As 1 dan 12 Bentang B- C

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (1,34) = 550,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 930,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1949,1 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} = 250 \cdot (1,34) \cdot 0,9 = 301,5 \text{ kg/m}$$

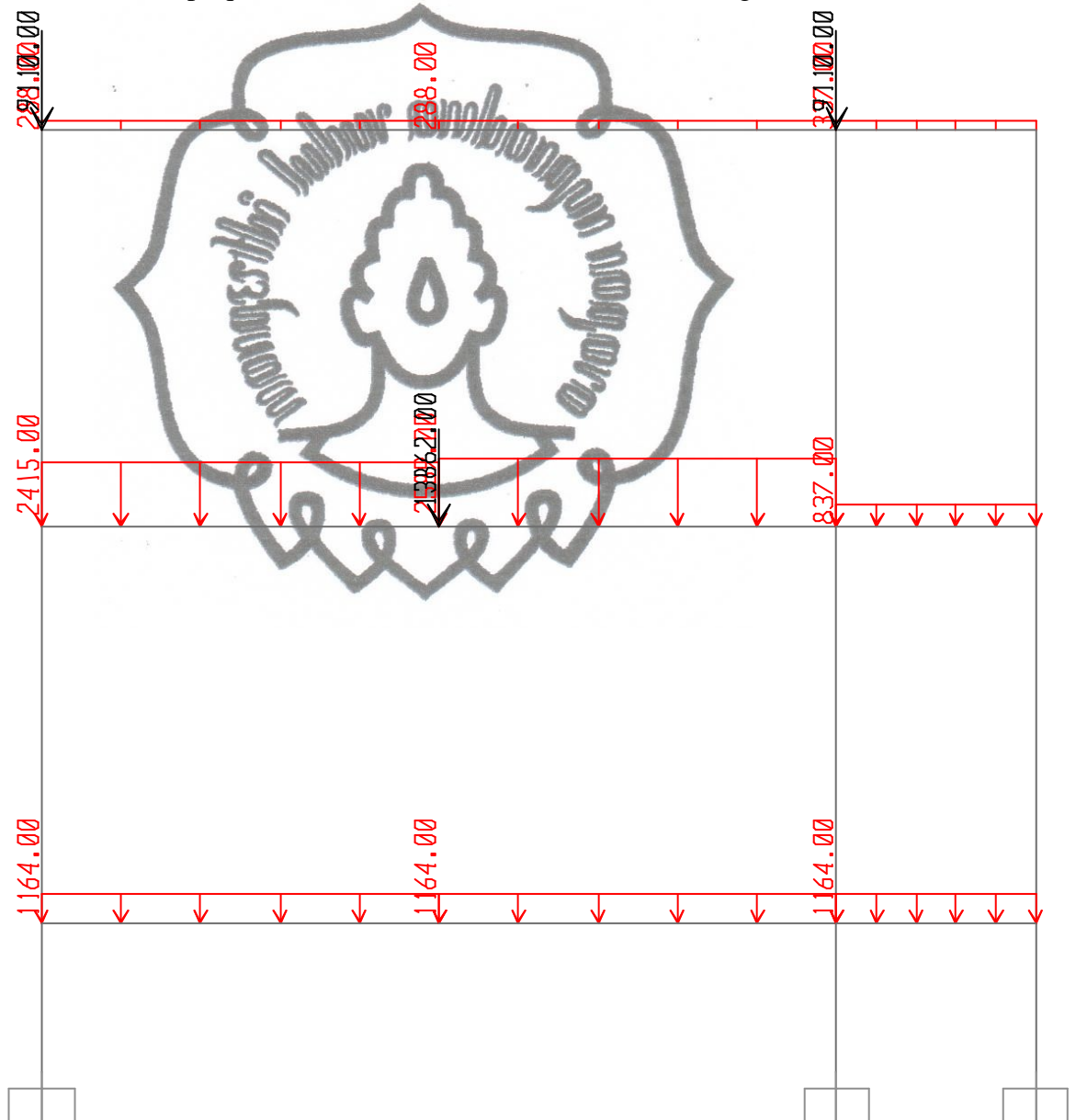
- Pembebanan balok induk As 1 dan 12 Bentang C- D

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8	kg/m
Berat plat lantai	= 411 . (0,9167)	= 376,76	kg/m
Berat dinding		= 930,75	kg/m
Jumlah		= 1864,31	kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

Beban hidup (ql) : 250 . (0,9167) .0,9 = 206,258 kg/m



Gambar 7.6. Daerah pembebanan portal As 1 (A-D)



2.) Pembebanan balok Portal As 2 dan 11 Bentang A-D

- Pembebanan balok induk As 2 dan 11 Bentang A - B

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8 kg/m
Berat plat lantai	= 411 .(2.0,34)	= 279,48 kg/m
Jumlah		<u>= 836,28 kg/m</u>

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

Beban hidup (ql) : 250 . (2.0,34) .0,9 = 153 kg/m

- Pembebanan balok induk As 2 dan 11 Bentang B - C

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8 kg/m
Berat plat lantai	= 411 .(2.1,34)	= 1101,48 kg/m
Berat dinding		= 930,75 kg/m
Jumlah		<u>= 2589,03 kg/m</u>

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

Beban hidup (ql) : 250 . (2.1,34) .0,9 = 603 kg/m

- Pembebanan balok induk As 2 dan 12 Bentang C - D

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8 kg/m
Berat plat lantai	= 411 .(0,9167+ 1,34)	= 927,504 kg/m
Berat dinding		= 930,75 kg/m
Jumlah		<u>= 2415,054 kg/m</u>

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

Beban hidup (ql) : 250 . (0,9167+ 1,34) .0,9 = 508 kg/m

commit to user



3.) Pembebanan balok Portal As 3,5,8 dan 10 Bentang A-D

- Pembebanan balok induk As 3 Bentang A - B

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8 kg/m
Berat plat lantai	= 411 .(2.0,34)	= 279,48 kg/m
Jumlah		= 836,28 kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 . (2.0,34) .0,9 = 153 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk As 3 Bentang B-D

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8 kg/m
Berat plat lantai	= 411 . (4.1,34)	= 2202,96 kg/m
Jumlah		= 2759,76 kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 . (4.1,34) .0,9 = 1206 \text{ kg/m}$$

4.) Pembebanan balok Portal As 4 dan 9 Bentang A-D

- Pembebanan balok induk As 4 Bentang A - B

Beban Mati (qd):

Berat sendiri		= 556,8 kg/m
Berat plat lantai	= 411 .(2.0,34)	= 279,48 kg/m
Jumlah		= 836,28 kg/m

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal =0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 . (2.0,34) .0,9 = 153 \text{ kg/m}$$

commit to user



- Pembebanan balok induk As 3 Bentang B-D

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (4,1,34) = 2202,96 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 930,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 3690,51 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (4,1,34) \cdot 0,9 = 1206 \text{ kg/m}$$

5.) Pembebanan balok Portal As 6 dan 7 Bentang A-E

- Pembebanan balok induk As 6 Bentang A - B

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (2,0,34) = 279,48 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 836,28 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (2,0,34) \cdot 0,9 = 153 \text{ kg/m}$$

- Pembebanan balok induk As 6 Bentang B-C

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai As 6} = 411 \cdot 1,34 = 550,74 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 930,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 2038,29 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot 1,34 \cdot 0,9 = 301,5 \text{ kg/m}$$



➤ Pembebanan balok induk As 7 Bentang B-C

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai As 7} = 411 \cdot (1,34 + 0,489) = 751,72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 930,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 2239,27 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (1,34 + 0,489) \cdot 0,9 = 411,525 \text{ kg/m}$$

➤ Pembebanan balok induk As 6 Bentang C-D

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 556,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (2 \cdot 1,34) = 1101,48 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 930,75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 2589,03 \text{ kg/m}$$

Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 250 \cdot (2 \cdot 1,34) \cdot 0,9 = 603 \text{ kg/m}$$

➤ Pembebanan balok induk As 6 Bentang D-E

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 265 \cdot 1,34 = 355,1 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 427,1 \text{ kg/m}$$

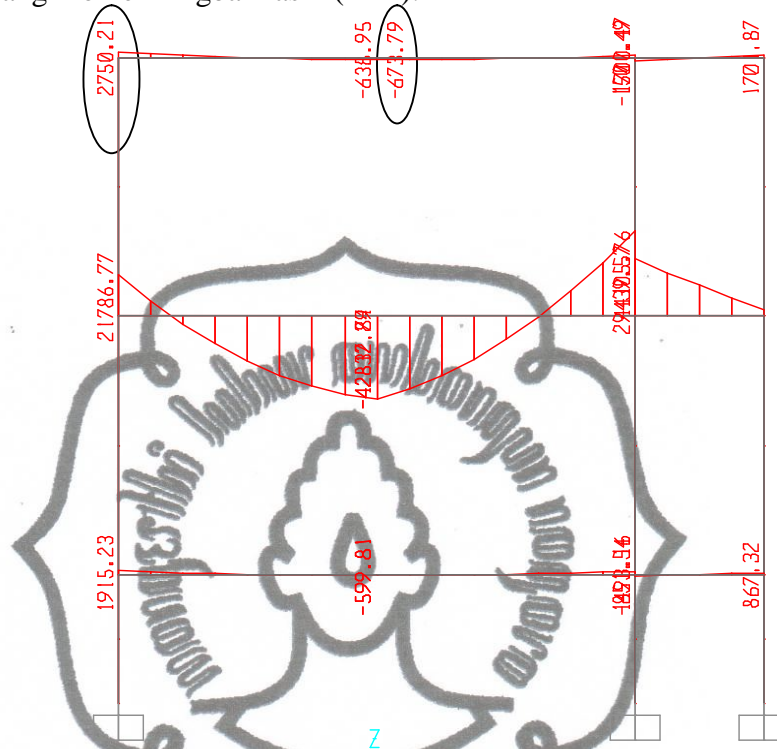
Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal = 0.9

$$\text{Beban hidup (ql)} : 100 \cdot 1,34 \cdot 0,9 = 120,6 \text{ kg/m}$$

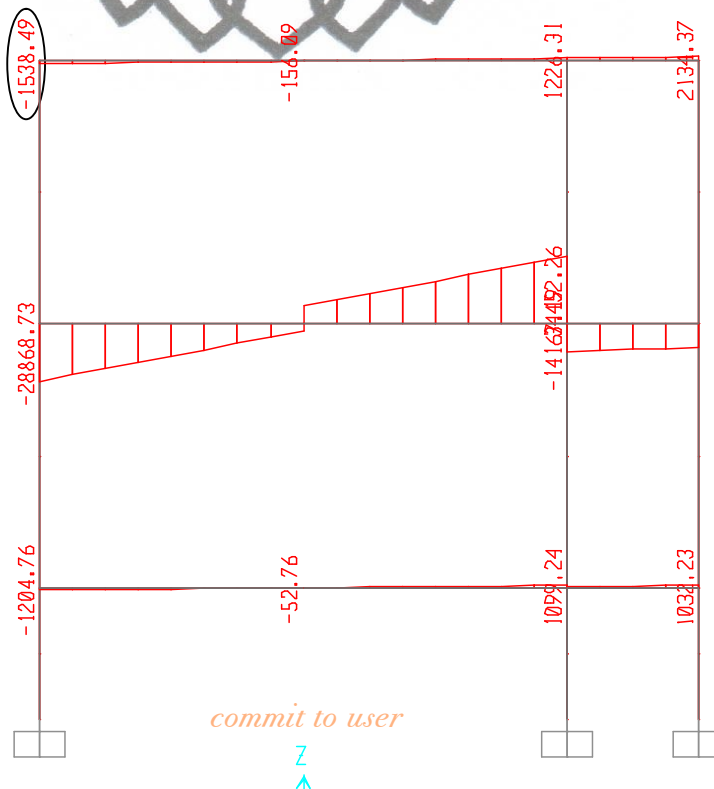
7.4 Penulangan Balok Portal

7.4.1 Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk

Gambar bidang momen ringbalk as 2 (A-D):



Gambar bidang geser ringbalk As 2(A-D):





Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\phi_t = 13 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_t \\ &= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 13 \\ &= 345,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 25 \times 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right)}{360} \\ &= 0,03136 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,03136 \\ &= 0,02352 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

a. Daerah Tumpuan :

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada batang As 4 bentang

A - D.

$$M_u = 2750,21 \text{ kgm} = 2,75021 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,75021 \times 10^7}{0,8} = 3,4378 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,4378 \times 10^7}{200 \times 345,5^2} = 1,439$$

commit to user



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 1,439}{360}} \right)$$

$$= 0,00414$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{ada}} = 0,00414$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00414 \times 300 \times 345,5$$

$$= 429,111 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = \frac{429,111}{132,665}$$

$$= 3,234 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 4 \times 132,665 = 530,66 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **4 D 13 mm**

b. Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang As 4 bentang**

A - D.

$$M_u = \mathbf{673,79 \text{ kgm}} = 6,738 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,738 \times 10^6}{0,8} = 8,4225 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8,4225 \times 10^6}{200 \times 345,5^2} = 0,352$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 0,352}{360}} \right) \\ &= 0,000986\end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,003889$

$$\begin{aligned}As_{\text{perlu}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,003889 \times 300 \times 345,5 \\ &= 403,9 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 13

$$\begin{aligned}n &= \frac{As_{\text{perlu}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = \frac{403,09}{132,665} \\ &= 3,03 \approx 4 \text{ tulangan}\end{aligned}$$

$$As' = 4 \times 132,665 = 530,66 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **4 D 13 mm** Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}S &= \frac{b - 2p - n\phi_{\text{tulangan}} - 2\phi_{\text{sengkang}}}{n - 1} \\ &= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 13 - 2 \cdot 8}{4 - 1} = 50,67 > 25 \text{ mm} \dots \text{oke!!}\end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **4 D 13 mm**

7.4.2 Perhitungan Tulangan Geser Ring Balk

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar pada **batang As 4 bentang A - D**.

$$Vu = 1538,49 \text{ kg} = 15384,9 \text{ N}$$

$$Vc = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \times \sqrt{25} \times 300 \times 345,5 = 86375 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \times 86375N = 51825 N$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \times 51825 N$$

$$= 155475 N$$

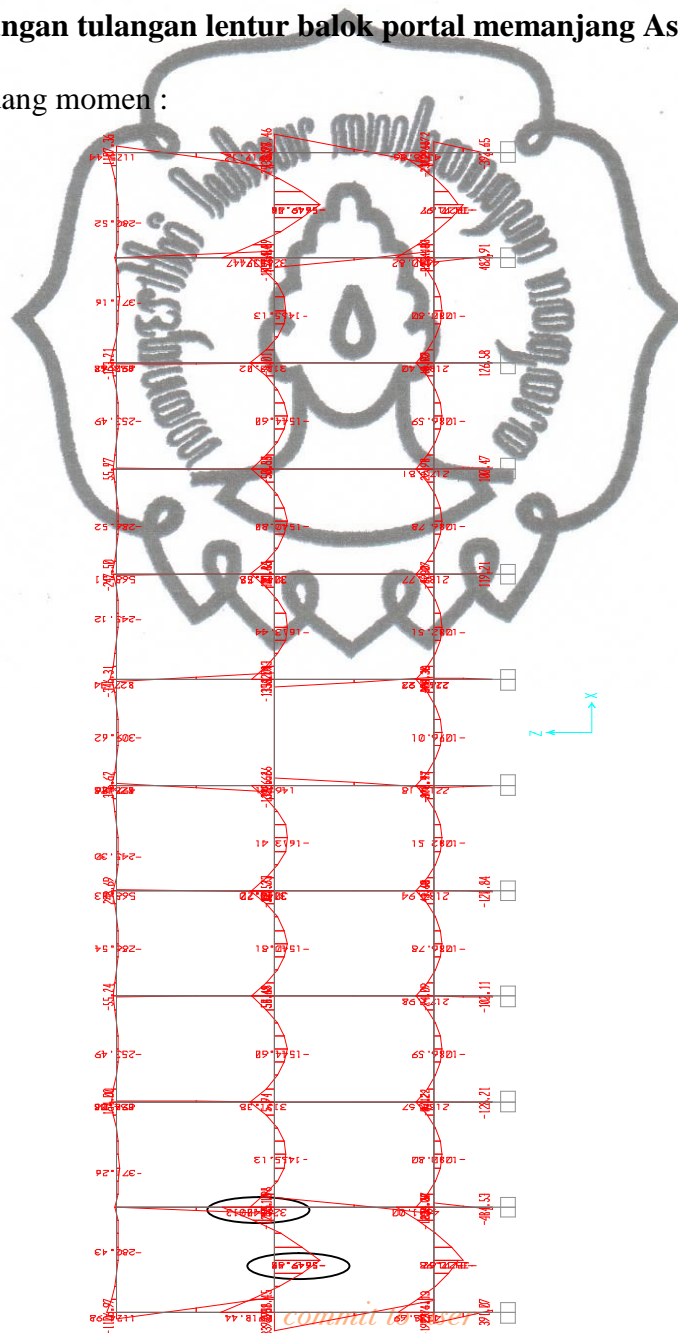
$V_u < \emptyset V_c < 3 \emptyset V_c$ (tidak perlu tulangan geser)

dipakai tulangan geser minimum $\emptyset 8 - 200 \text{ mm}$

7.4.2 Hitungan Tulangan Lentur Balok Portal memanjang

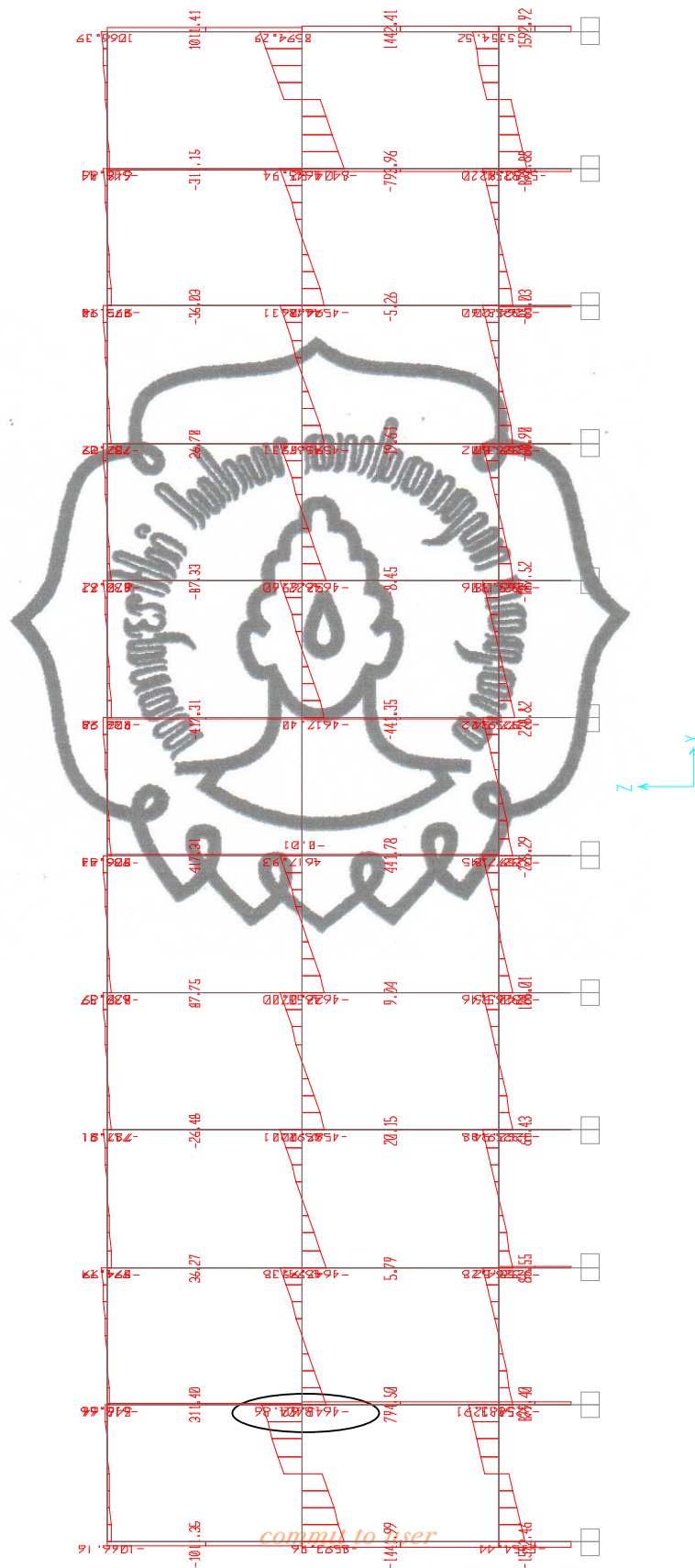
7.4.2.1 hitungan tulangan lentur balok portal memanjang As 1-12

Gambar bidang momen :





Gambar Bidang geser :





Untuk perhitungan tulangan lentur balok portal memanjang, diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000, yaitu **Portal As-D bentang 1-2**

Data perencanaan:

$$b = 250 \text{ mm} \quad f_y = 360 \text{ MPa}$$

$$h = 400 \text{ mm} \quad f_{ys} = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\emptyset \text{ tulangan} = 19 \text{ mm}$$

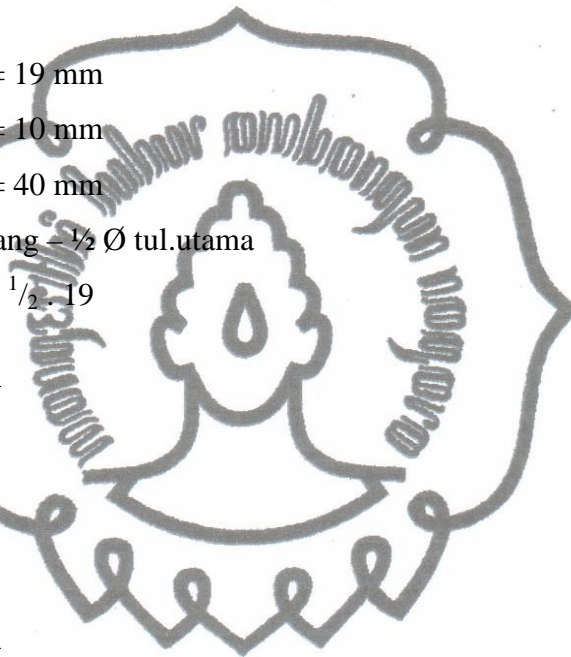
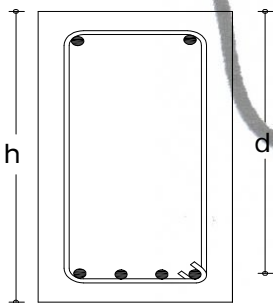
$$\emptyset \text{ sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut (s)} = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - s - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul. utama}$$

$$= 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19$$

$$= 341,5 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{360} \left[\frac{600}{600 + 360} \right] = 0,03136 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,2325$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user



a. Penulangan Daerah Tumpuan :

$$Mu = 6587,67 \text{ kgm} = 6,588 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{6,588 \times 10^7}{0,8} = 8,235 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{8,235 \times 10^7}{250 \times 341,5^2} = 2,825 \text{ Nmm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right]$$

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 2,825}{360}} \right]$$

$$= 0,00845$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{ada}} = 0,00845$$

$$As_{\text{perlu}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00845 \times 250 \times 341,5$$

$$= 721,418 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan **D 19**

$$n = \frac{As_{\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$= \frac{721,418}{283,385} = 2,54 \sim 3 \text{ tulangan}$$

$$As' = 3 \times 283,385 = 850,15 > 721,418 \text{ mm}^2$$

$$As' > As \dots \dots \dots \text{OK } \odot$$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi_{\text{tulangan}} - 2\phi_{\text{sengkang}}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{3 - 1} = 46,5 > 25 \text{ mm} \dots \dots \text{OK } \odot$$

Digunakan tulangan **3 D 19**

commit to user



b. Penulangan Daerah Lapangan

$$Mu = 6003,95 \text{ kgm} = 6,00395 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{6,00395 \times 10^7}{0,8} = 7,505 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{7,505 \times 10^7}{250 \times 341,5^2} = 2,574 \text{ Nmm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right]$$

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 2,574}{360}} \right]$$

$$= 0,007645$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{ada}} = 0,007645$$

$$As_{\text{perlu}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,007645 \times 250 \times 341,5 = 652,69 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As_{\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$= \frac{652,69}{283,385} = 2,303 \sim 3 \text{ tulangan}$$

$$As' = 3 \times 283,385 = 850,155 > 652,69 \text{ mm}^2$$

$$As' > As \dots \dots \dots \text{OK } \odot$$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{3 - 1} = 46,5 > 25 \text{ mm} \dots \dots \text{OK } \odot$$

Digunakan tulangan **3 D 19**

commit to user



c. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang

$$V_u = 8758,68 = 87586,8 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 341,5 = 71145,8 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot V_c = 42687,5 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 128062,5 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser : } \phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$= 87586,8 - 42687,5 = 44899,3 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{44899,3}{0,6} = 74832,17 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{157 \times 240 \times 341,5}{74832,17} = 171,95 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = d/2 = 341,5/2 = 170,75 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 10 - 150 \text{ mm}$

Dipakai tulangan $\phi 10 - 150 \text{ mm}$:

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{157 \times 240 \times 341,5}{150} = 85784,8 \text{ N}$$

$$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$$

$$85784,8 > 66446 \text{ N} \dots \dots \text{OK } \odot$$

7.4.3.2 Hitungan tulangan lentur balok portal memanjang As E (6-7)

Untuk perhitungan tulangan lentur balok portal memanjang, diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000, yaitu **Portal As-2 bentang H-I**

Data perencanaan:

$$b = 200 \text{ mm} \quad f_y = 360 \text{ MPa}$$

$$h = 300 \text{ mm} \quad f_{ys} = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

commit to user

$$\emptyset \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

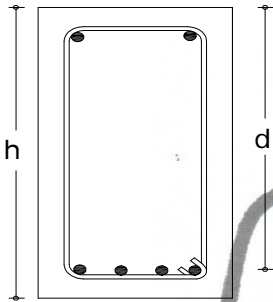
$$\emptyset \text{ sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut (s)} = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - s - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.utama}$$

$$= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 244 \text{ mm}$$



$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

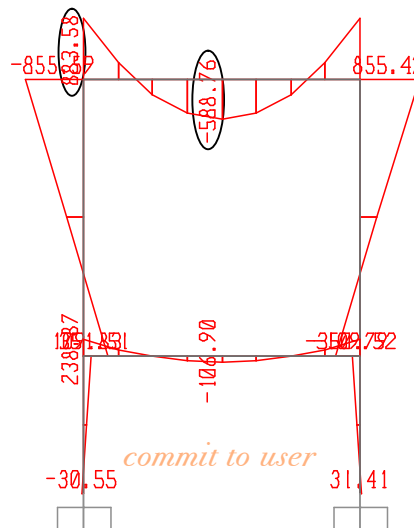
$$= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{360} \left[\frac{600}{600 + 360} \right] = 0,03136$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,2325$$

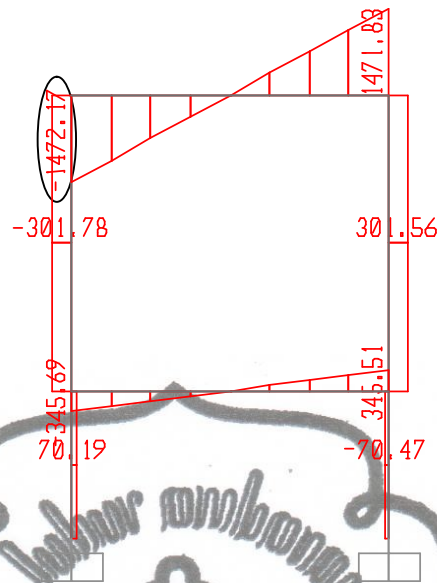
$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

gambar bidang momen:



Gambar bidang geser :



a. Penulangan Daerah Tumpuan :

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang As-E bentang 6-7**

$$Mu = 883,58 \text{ kgm} = 8,8358 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{8,8358 \times 10^6}{0,8} = 11,045 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{11,045 \times 10^6}{200 \times 244^2} = 0,9276 \text{ Nmm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right]$$

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 0,9276}{360}} \right]$$

$$= 0,002635$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,003889$

$$As_{\text{perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,003889 \times 200 \times 244$$

$$= 189,78 \text{ mm}^2$$

commit to user



Digunakan tulangan **D 16**

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$= \frac{189,78}{200,96} = 0,94 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \times 283,385 = 401,92 > 189,78 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm} \dots \text{OK} \odot$$

Digunakan tulangan **2 D 16**

b. Penulangan Daerah Lapangan

$$M_u = 588,76 \text{ kgm} = 5,8876 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{5,8876 \times 10^6}{0,8} = 7,36 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,36 \times 10^6}{200 \times 244^2} = 0,618 \text{ Nmm}^2$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 0,618}{360}} \right]$$

$$= 0,00174$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,003889$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,003889 \times 200 \times 244 = 189,783 \text{ mm}^2$$



$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{1/4 \times \pi \times 16^2}$$

$$= \frac{189,783}{200,96} = 0,944 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,92 > 996,37 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm} \dots \text{OK} \odot$$

Digunakan tulangan **2 D 16**

c. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang

$$V_u = 1472,17 \text{ kg} = 14721,7 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 40666,67 \text{ N}$$

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

$$= 24400 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 73200 \text{ N}$$

$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$ (tidak perlu tulangan geser)

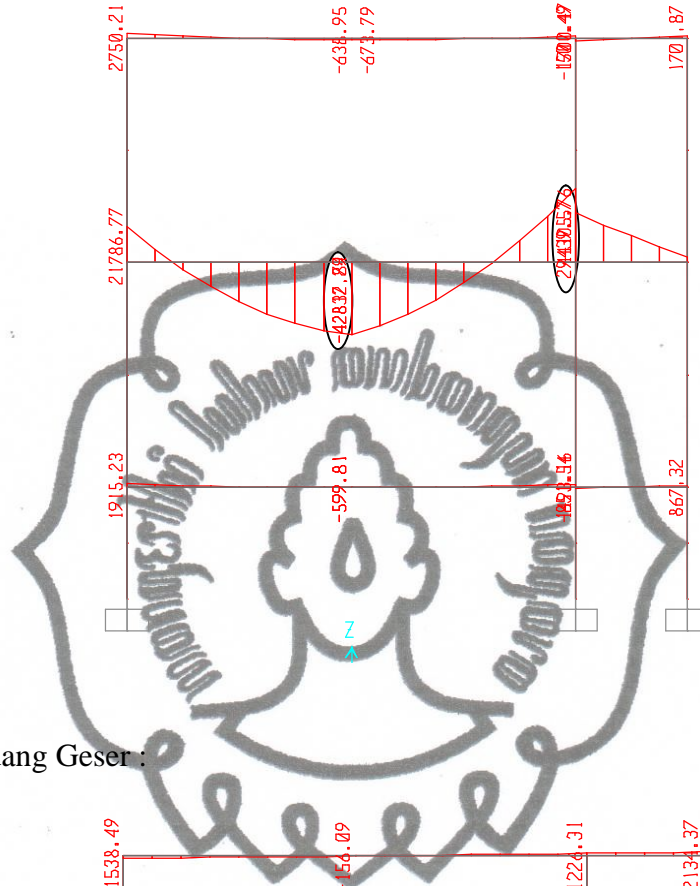
dipakai tulangan geser minimum $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

commit to user

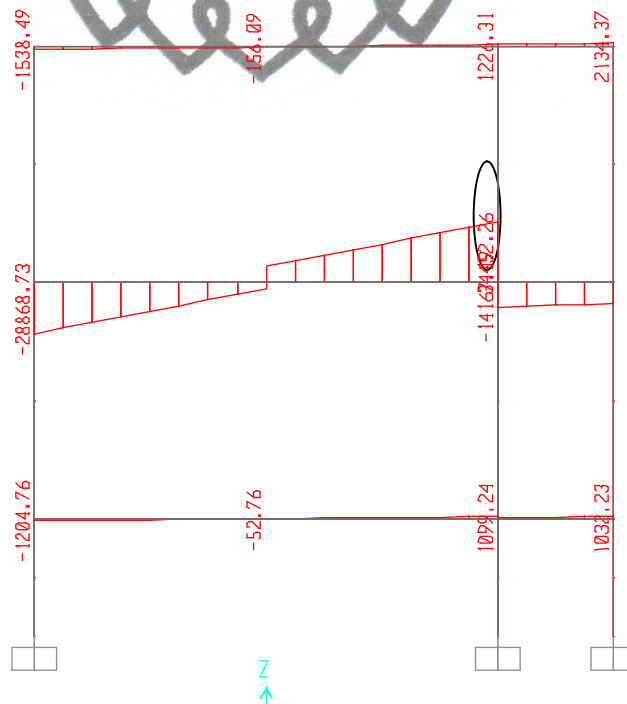
7.4.4. Hitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang

7.4.4.1 Hitungan tulangan Lentur Balok Portal Melintang As 9 C-D

Gambar bidang momen :



Gambar bidang Geser :



commit to user



Untuk perhitungan tulangan lentur balok portal, diambil pada bentang dengan momen terbesar dari perhitungan SAP 2000, yaitu **Portal As-4 bentang A-B**

Data perencanaan:

$$b = 400 \text{ mm} \quad f_y = 360 \text{ MPa}$$

$$h = 700 \text{ mm} \quad f_{ys} = 240 \text{ MPa}$$

$$d = 640,5 \text{ mm} \quad f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\text{\textcircled{O}} \text{ tulangan} = 19 \text{ mm}$$

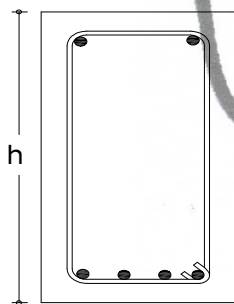
$$\text{\textcircled{O}} \text{ sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut (s)} = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - s - \text{\textcircled{O}} \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \text{\textcircled{O}} \text{ tul.utama}$$

$$= 700 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19$$

$$= 640,5 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{360} \left[\frac{600}{600 + 360} \right] = 0,03136 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,2325$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user



a. Penulangan Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada Portal As- 9 bentang B-C

$$Mu = 44105,76 \text{ kgm} = 44,106 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{44,106 \times 10^7}{0,8} = 55,1325 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{55,1325 \times 10^7}{400 \times 640,5^2} = 3,359 \text{ Nmm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{fy}} \right]$$

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 3,359}{360}} \right]$$

$$= 0,01021$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{ada}} = 0,01021$$

$$As_{\text{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,01021 \times 400 \times 640,5 = 2615,802 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As_{\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$= \frac{2615,802}{283,385} = 9,23 \sim 10 \text{ tulangan}$$

$$As' = 10 \times 283,385 = 2833,85 > 2615,802 \text{ mm}^2$$

$$As' > As \dots \dots \dots \text{OK } \odot$$

Kontrol Spasi :

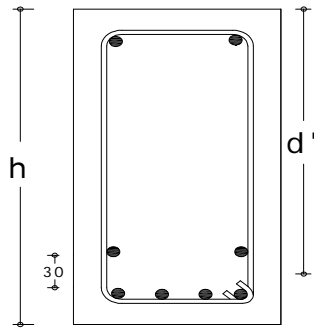
$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{400 - 2 \cdot 40 - 10 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{10 - 1} = 12,22 > 25 \text{ mm} \dots \text{gunakan tulangan dua lapis}$$

$$\text{Dengan } d' = h - s - \phi \text{ sengkang} - \phi \text{ tul.utama} - \left(\frac{1}{2} \times 30 \right)$$

$$= 700 - 40 - 10 - 19 - 15$$

$$= 616 \text{ mm}$$



$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{44,326 \times 10^7}{400 \times 616^2} = 2,92 \text{ Nmm}^2$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 2,92}{360}} \right]$$

$$= 0,0087$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{ada}} = 0,0087$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0087 \times 400 \times 616 = 2143,68 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$n = \frac{2143,68}{283,385} = 7,56 \sim 8 \text{ tulangan}$$

$$A_{s'} = 8 \times 283,385 = 2267,08 > 2143,68 \text{ mm}^2$$

$A_{s'} > A_s \dots \dots \dots$ aman Ok !

Jadi, digunakan tulangan **8 D 19**

b. Penulangan Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada Portal As- 9 bentang B-C

$$M_u = 42832,89 \text{ tm} = 42,833 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{42,833 \times 10^7}{0,8} = 53,5413 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{53,5413 \times 10^7}{400 \times 640,5^2} = 3,263 \text{ Nmm}^2$$



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 3,263}{360}} \right] \\ &= 0,00989\end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

Digunakan $\rho = 0,00989$

$$\begin{aligned}A_{s\text{perlu}} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,00989 \times 400 \times 640,5 = 2533,818 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{A_{s\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 19^2} \\ &= \frac{2533,818}{283,385} = 8,94 \sim 9 \text{ tulangan}\end{aligned}$$

$$A_{s'} = 9 \times 283,385 = 2550,465 > 2480,016 \text{ mm}^2$$

$A_{s'} > A_s$aman Ok !

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{400 - 2 \cdot 40 - 9 \cdot 19 - 2 \cdot 10}{9 - 1} = 16,125 > 25 \text{ mm} \text{ ,, gunakan tulangan dua lapis}\end{aligned}$$

Mencari titik berat dari jumlah tulangan yang ada

$$2550,465 \cdot X = 1416,925 \cdot 0 + 1133,54 \cdot 3$$

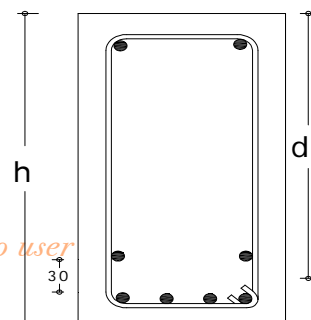
$$X = 1,33 \text{ cm}$$

$$= 13,3 \text{ mm}$$

Dengan $d' = h - s - \phi \text{ sengkang} - \phi \text{ tul.utama} - X$

$$= 700 - 40 - 10 - 19 - 13,3$$

$$= 617,7 \text{ mm}$$



commit to user



$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{42,833 \times 10^7}{400 \times 617,7^2} = 2,8065 \text{ Nmm}^2$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 2,8065}{360}} \right]$$

$$= 0,00839$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{ada}} = 0,00839$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00839 \times 400 \times 617,7 = 2073,0012 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$n = \frac{2073,0012}{283,385} = 7,31 \sim 8 \text{ tulangan}$$

$$A_{s'} = 8 \times 283,385 = 2267,08 > 2073,0012 \text{ mm}^2$$

$A_{s'} > A_s \dots \dots \dots$ OK ☺

Jadi, digunakan tulangan **8 D 19**

c. Perhitungan Tulangan Geser

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada Portal As-9 bentang B-C

$$V_u = 34452,26 \text{ kg} = 344522,6 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 640,5 = 213500 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot V_c = 128100 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 384300 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c \quad (\text{perlu tulangan geser})$$

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c = 21,643 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$V_{s\text{perlu}} = \frac{\phi v_s}{\phi} = \frac{21,643 \cdot 10^4}{0,6} = 36,072 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Digunakan sengkang $\emptyset 10$,

commit to user



$$A_v = 2 \cdot A = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f'_y \cdot d}{V_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{157 \cdot 360 \cdot 640,5}{36,072 \cdot 10^4} = 100,357 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = \frac{d}{2} = \frac{640,5}{2} = 320,25 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang $\varnothing 10 - 100 \text{ mm}$

$$V_{s \text{ ada}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{157 \times 360 \times 640,5}{100} = 36,201 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$V_{s \text{ ada}} > V_{s \text{ perlu}} \\ 36,201 \cdot 10^4 \text{ N} > 36,072 \cdot 10^4 \text{ (aman)}$$

7.4.4.2 Hitungan Tulangan Lentur Balok Pada Plat Atap

Untuk perhitungan tulangan lentur balok portal memanjang, diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000, yaitu **Portal As-2 bentang H-I**

Data perencanaan:

$$b = 200 \text{ mm} \quad f_y = 360 \text{ MPa}$$

$$h = 300 \text{ mm} \quad f_{ys} = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\varnothing \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

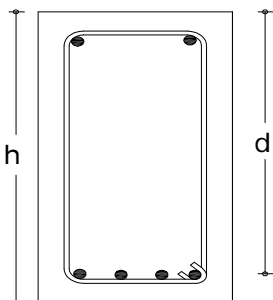
$$\varnothing \text{ sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut (s)} = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - s - \varnothing \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tul.utama}$$

$$= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 244 \text{ mm}$$



commit to user



$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{360} \left[\frac{600}{600 + 360} \right] = 0,03136\end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,2325$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

a. Penulangan Daerah Tumpuan :

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang As-E bentang 6-7**

$$M_u = 1701,87 \text{ kgm} = 1,702 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1,702 \times 10^7}{0,8} = 2,1275 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,1275 \times 10^7}{200 \times 244^2} = 1,786 \text{ Nmm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{16,9412} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 1,786}{360}} \right] \\ &= 0,005189\end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\min} = 0,005189$

$$\begin{aligned}A_{s\text{perlu}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,005189 \times 200 \times 244 \\ &= 253,22 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan **D 16**

commit to user



$$n = \frac{As \text{ perlu}}{1/4 \times \pi \times 19^2}$$

$$= \frac{253,22}{200,96} = 1,26 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = 2 \times 283,385 = 401,92 > 253,22 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm} \dots \text{OK} \odot$$

Digunakan tulangan **2 D 16**

b. Penulangan Daerah Lapangan

Pada daerah lapangan digunakan tulangan 2 D 16 sebagai tulangan pembentuk

c. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang

$$Vu = 2134,37 \text{ kg} = 213437 \text{ N}$$

$$Vc = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 40666,67 \text{ N}$$

$$\emptyset Vc = 0,6 \cdot Vc$$

$$= 24400 \text{ N}$$

$$3 \emptyset Vc = 73200 \text{ N}$$

$Vu < \emptyset Vc < 3 \emptyset Vc$ (tidak perlu tulangan geser)

dipakai tulangan geser minimum $\emptyset 8 - 200 \text{ mm}$

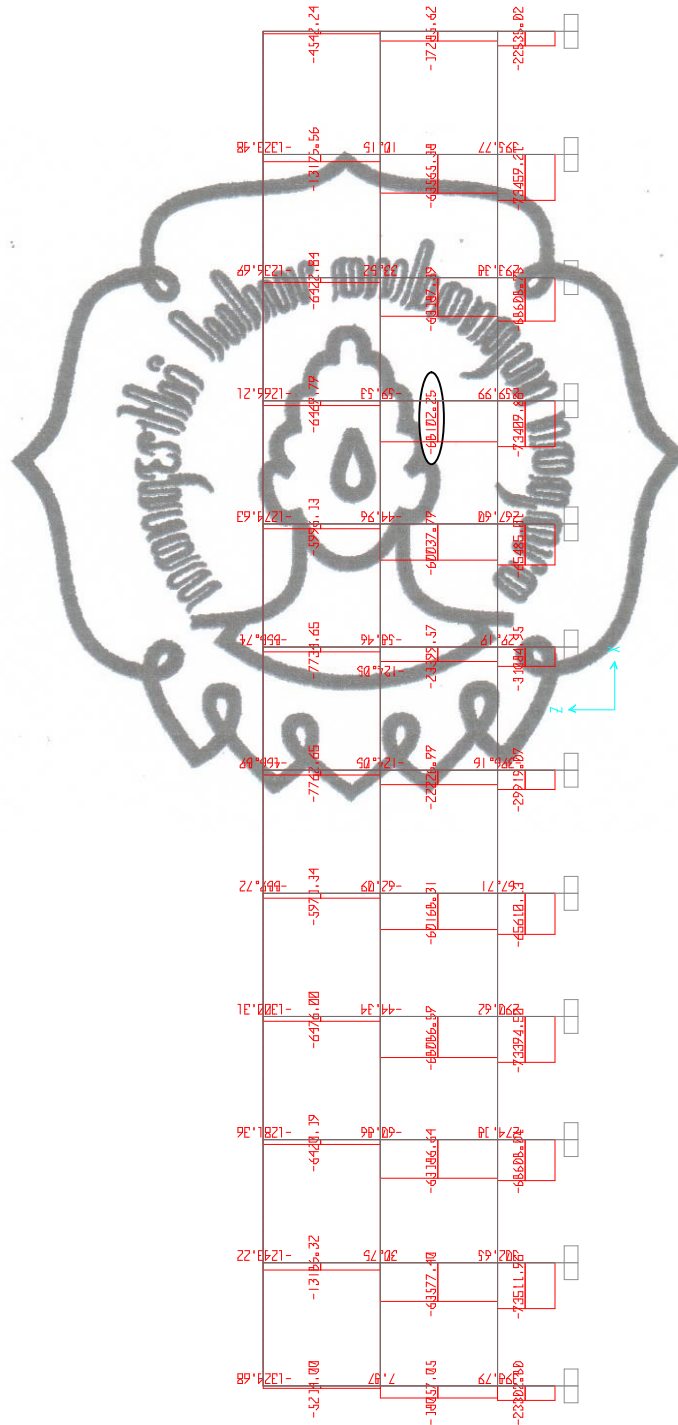
commit to user



7.5. Penulangan Kolom

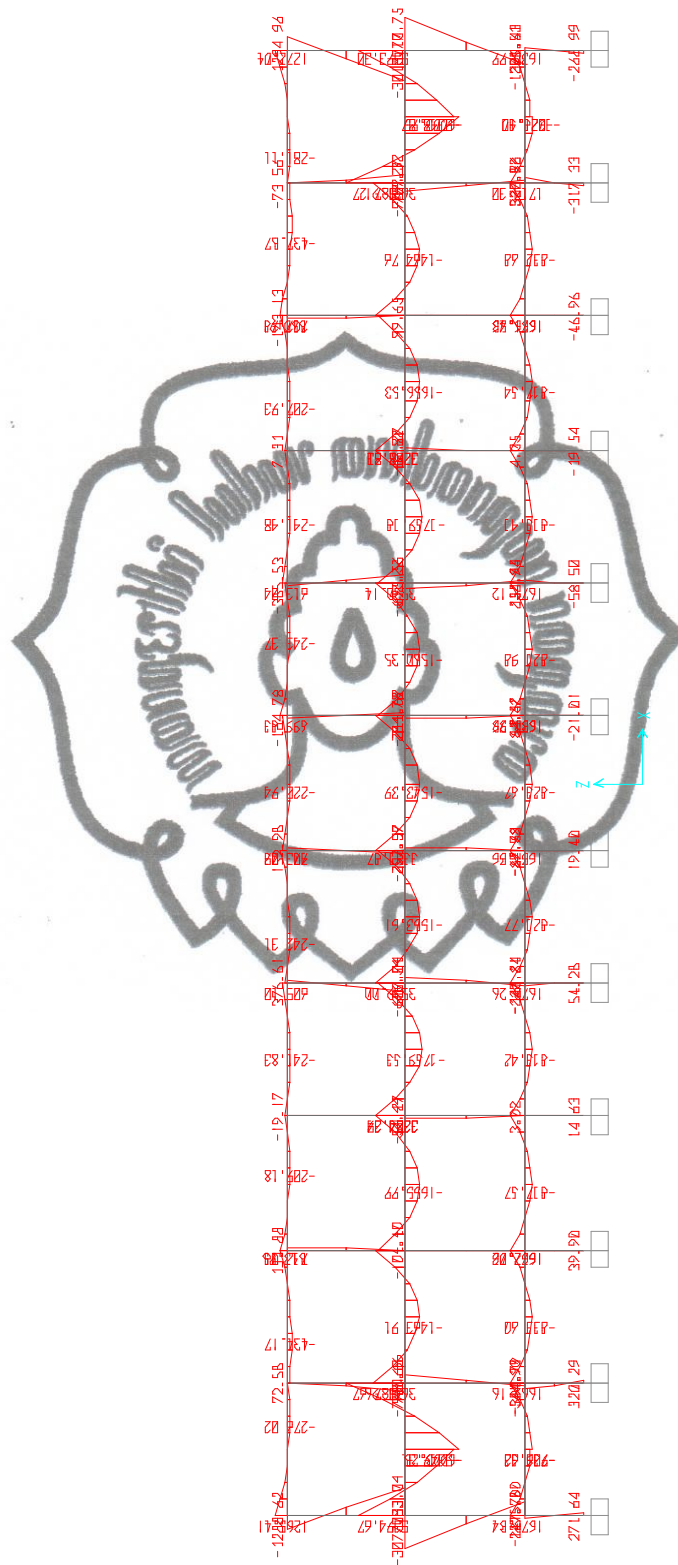
7.5.1. Hitungan Tulangan Lentur Kolom

Gambar bidang aksial:



commit to user

Gambar bidang momen:



commit to user



Untuk contoh perhitungan tulangan lentur kolom diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000, yaitu **As B 9**

Data perencanaan :

b = 500 mm	Ø tulangan = 16 mm
h = 500 mm	Ø sengkang = 10 mm
f'c = 25 MPa	s (tebal selimut) = 40 mm
fy = 360 MPa	

Dari perhitungan SAP didapat :

$$P_u = 68102,25 \text{ kg} = 681022,5 \text{ N}$$

$$M_u = 3818,96 \text{ kgm} = 3,819 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$d = h - s - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \text{Ø tulangan utama}$$

$$= 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 344 \text{ mm}$$

$$d' = h - d = 400 - 344 = 56 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{3,819 \times 10^7}{681022,5}$$

$$= 56,078 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h = 0,1 \cdot 500 = 50 \text{ mm}$$

$$C_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 360} \cdot 344$$

$$= 215$$

$$a_b = \beta_1 \cdot c_b$$

$$= 0,85 \times 215$$

$$= 182,75$$

$$P_{nb} = 0,85 \times f'c \times a_b \times b$$

$$= 0,85 \times 25 \times 182,75 \times 400$$

$$= 15,533 \times 10^5 \text{ N}$$

$$P_n \text{ Perlu} = \frac{P_{nb}}{0,65} = \frac{15,533 \times 10^5}{0,65} = 23,898 \times 10^5 \text{ N}$$

commit to user



$P_{n_{perlu}} > P_{n_b} \rightarrow$ analisis keruntuhan tekan

$$K_1 = \frac{e}{d-d'} + 0,5$$

$$= \frac{56,078}{344-56} + 0,5 = 0,695$$

$$K_2 = \frac{3 \times h \times e}{d^2} + 1,18$$

$$= \frac{3 \times 400 \times 56,078}{344^2} + 1,18 = 1,748$$

$$y = b \times h \times f_c'$$

$$= 400 \times 400 \times 25$$

$$= 4 \times 10^6 \text{ N}$$

$$A_s' = \frac{1}{f_y} \left(K_1 \cdot P_{n_{perlu}} - \frac{K_1}{K_2} \cdot y \right)$$

$$= \frac{1}{360} \left(0,695 \times 23,898 \times 10^5 - \frac{0,695}{1,748} \times 4 \times 10^6 \right)$$

$$= 195,894 \text{ mm}^2$$

Dipakai $A_s' = 195,894 \text{ mm}^2$

Menghitung jumlah tulangan :

$$n = \frac{195,894}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2} = 0,974 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s \text{ ada} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 803,84 \text{ mm}^2 > 195,894 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu} \dots \dots \dots \text{ OK } \text{☺}$

Jadi dipakai tulangan **4 D 16**

7.5.2. Hitungan Tulangan Geser Kolom

$$V_u = 1237,80 \text{ kg} = 1,238 \times 10^4 \text{ N}$$

$$P_u = 68102,25 \text{ kg} = 681022,5 \text{ N}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g} \right) \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \cdot b \cdot d$$

commit to user



$$= \left(1 + \frac{681022,5}{14 \times 500 \times 500} \right) \sqrt{\frac{25}{6}} \times 500 \times 442 = 14,95 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \times V_c = 8,971 \times 10^4 \text{ N}$$

$$0,5 \emptyset V_c = 4,486 \times 10^4 \text{ N}$$

$V_u < 0,5 \emptyset V_c \Rightarrow$ tanpa diperlukan tulangan geser.

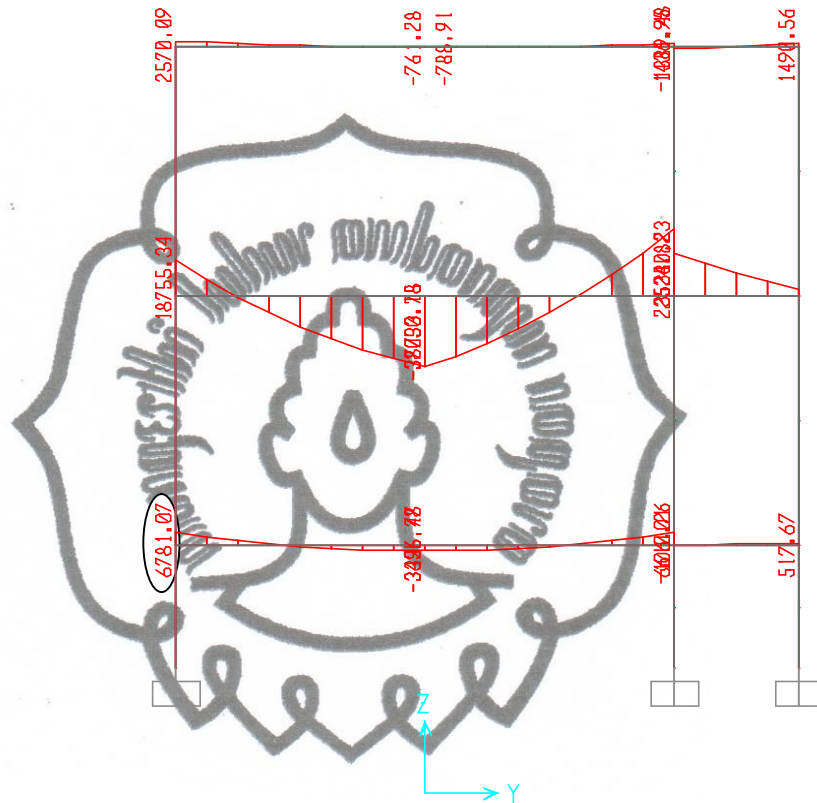
Dipakai sengkang praktis untuk penghubung tulangan memanjang : $\emptyset 10 - 200$
mm.



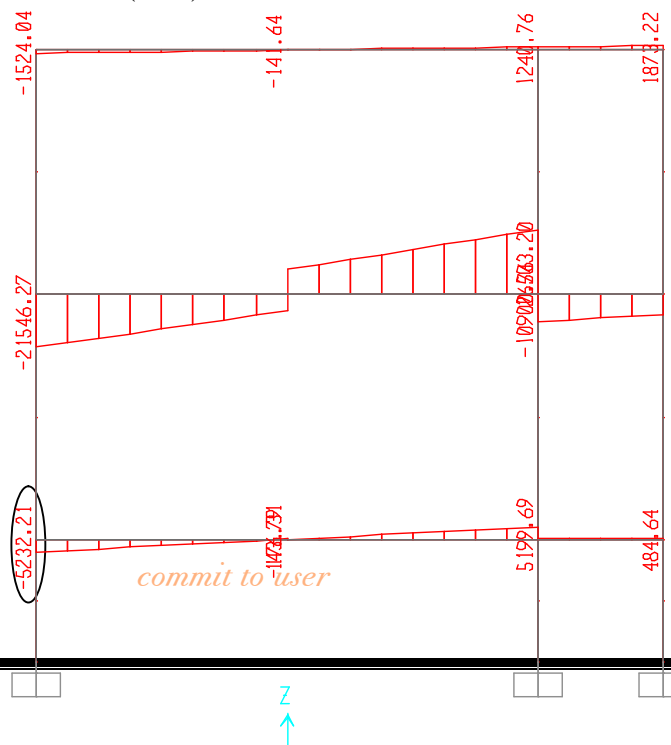
7.6 PENULANGAN SLOOF

7.6.1. Perhitungan Tulangan Lentur Sloof Melintang

Gambar bidang momen sloof As 4(A-B) :



Gambar bidang geser sloof As 4(A-B) :



Data perencanaan :

$$\begin{aligned}
 b &= 250 \text{ mm} & d &= h - p - \emptyset_s - \frac{1}{2}\emptyset_t \\
 h &= 400 \text{ mm} & &= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\
 f'c &= 25 \text{ MPa} & &= 344 \text{ mm} \\
 fy &= 360 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right] \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{360} \left[\frac{600}{600 + 360} \right] = 0,03136
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,02352$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

a. Daerah Tumpuan :

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada batang As 2 bentang B-C.

$$Mu = 6781,07 \text{ kgm} = 6,782 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{\phi} = \frac{6,782 \times 10^7}{0,8} \\
 &= 8,4775 \times 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{8,4775 \times 10^7}{250 \times 344^2} \\
 &= 2,865
 \end{aligned}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 2,865}{360}} \right) \\ &= 0,00858\end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{ada}} = 0,00858$

$$\begin{aligned}A_{s\text{perlu}} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,00858 \times 250 \times 344 = 737,88 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n = \frac{A_{s\text{perlu}}}{1/4 \times \pi \times 16^2}$$

$$n = \frac{737,88}{200,96} = 3,67 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$A_{s'} = 4 \times 200,96 = 803,84 > 737,88 \text{ mm}^2$$

$A_{s'} > A_s \dots \dots \dots \text{OK } \odot$

Jadi, digunakan tulangan **4 D 16**

b. Daerah Lapangan:

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada batang As 3 bentang

G - I.

$$M_u = 3436,48 \text{ kgm} = 3,4365 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{3,4365 \times 10^7}{0,8} = 4,296 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,296 \times 10^7}{250 \times 344^2} = 1,452$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 1,452}{360}} \right) \\ &= 0,00418\end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Digunakan } \rho = 0,00418$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00418 \times 250 \times 344$$

$$= 359,48 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{359,48}{\frac{1}{4} \pi \cdot (16^2)} = 1,788 \approx \underline{3 \text{ tulangan}}$$

Digunakan tulangan D 16

$$A_s' = 3 \times 200,96 = 602,88$$

$$A_s' > A_s = 602,88 > 359,48 \text{ mm}^2 \text{ maka sloof amanOK } \odot$$

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

c. Perhitungan Tulangan Geser

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada **batang As D bentang 1 - 2.**

$$V_u = 5232,31 \text{ kg} = 52323,1 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$= 1/6 \times \sqrt{25} \times 250 \times 344$$

$$= 71666,67 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \times 71666,67 \text{ N}$$

$$= 43000 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \times 43000 \text{ N}$$

$$= 129000 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$

commit to user



$$: 43000 \text{ N} < 52323,1 \text{ N} < 129000 \text{ N}$$

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$$

$$= 9323,1 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{9323,1}{0,6}$$

$$= 15538,5 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

$$= 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 64$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{100,531 \times 240 \times 344}{9323,1} = 890,24 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = d/2 = 344/2$$

$$= 172 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$

Dipakai tulangan $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$:

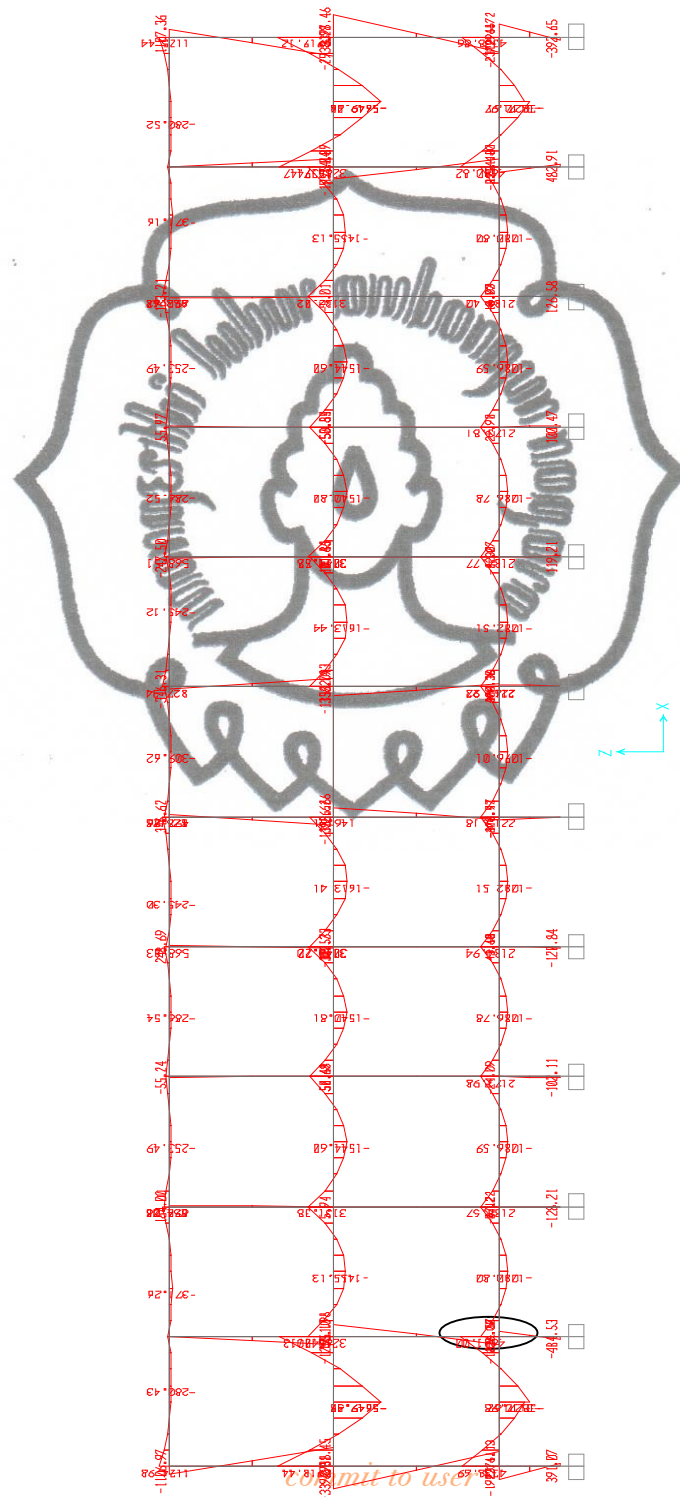
$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,531 \times 240 \times 344}{150} = 55332,26 \text{ N}$$

$$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$$

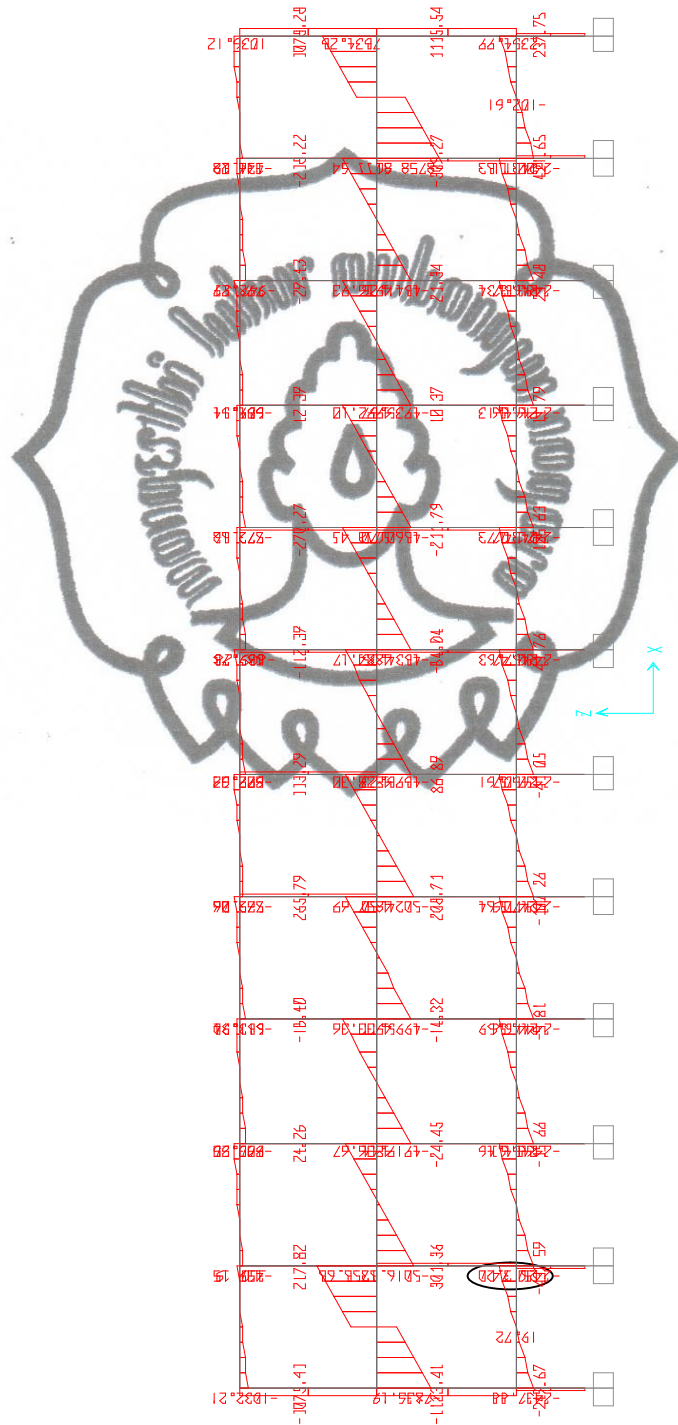
$$55332,26 > 15538,5 \text{ N} \dots \dots \text{OK } \odot$$

7.6.3. Perhitungan Tulangan Lentur Sloof Memanjang

Gambar bidang momen sloof As D(1-12) :



Gambar bidang geser sloof As D(1-12) :



commit to user



Data perencanaan :

$$\begin{aligned}
 b &= 200 \text{ mm} & d &= h - p - \emptyset_s - \frac{1}{2}\emptyset_t \\
 h &= 300 \text{ mm} & &= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\
 f'c &= 25 \text{ MPa} & &= 244 \text{ mm} \\
 fy &= 360 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right] \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{360} \left[\frac{600}{600 + 360} \right] = 0,03136
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,02352$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,003889$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

a. Daerah Tumpuan :

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang As D bentang 11-12**

$$Mu = 1766,92 \text{ kgm} = 1,767 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{\phi} = \frac{1,767 \times 10^7}{0,8} \\
 &= 2,2088 \times 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{2,2088 \times 10^7}{200 \times 244^2} \\
 &= 1,855
 \end{aligned}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 1,855}{360}} \right) \\ &= 0,00539\end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Digunakan } \rho = 0,00539$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,00539 \times 200 \times 244 \\ &= 263,032 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{1/4 \times \pi \times 16^2}$$

$$n = \frac{263,032}{200,96} = 1,308 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,92 > 263,032 \text{ mm}^2$$

$$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{OK } \odot$$

Jadi, digunakan tulangan **2D 16**

b. Daerah Lapangan:

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang As D bentang 11-12.**

$$M_u = 1028,31 \text{ kgm} = 1,02831 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{1,02831 \times 10^7}{0,8} = 1,2854 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,2854 \times 10^7}{200 \times 244^2} = 1,079$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

commit to user



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 1,079}{360}} \right) \\ &= 0,00307\end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Digunakan } \rho_{\min} = 0,003889$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$\begin{aligned}&= 0,003889 \times 200 \times 244 \\ &= 189,78 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n = \frac{189,78}{\frac{1}{4} \pi \cdot (16^2)} = 0,94 \approx 2 \text{ tulangan}$$

Digunakan tulangan D 16

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,92$$

$A_s' > A_s$ maka sloof aman OK ☺

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

c. Perhitungan Tulangan Geser

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada **batang As D bentang 1 - 2.**

$$V_u = 2468,61 \text{ kg} = 2,46861 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \times \sqrt{25} \times 200 \times 244 \\ &= 40666,67 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\emptyset V_c &= 0,6 \times 40666,67 \text{ N} \\ &= 24400 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3 \emptyset V_c &= 3 \times 24400 \text{ N} \\ &= 73200 \text{ N}\end{aligned}$$

Syarat tulangan geser : $\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$

commit to user



$$: 24400 \text{ N} < 24686,1 \text{ N} < 73200 \text{ N}$$

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$$

$$= 286,1 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{286,1}{0,6}$$

$$= 476,83 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2$$

$$= 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 64$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{100,531 \times 240 \times 244}{476,83} = 12346,3 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = 344/2$$

$$= 172 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$

Dipakai tulangan $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$:

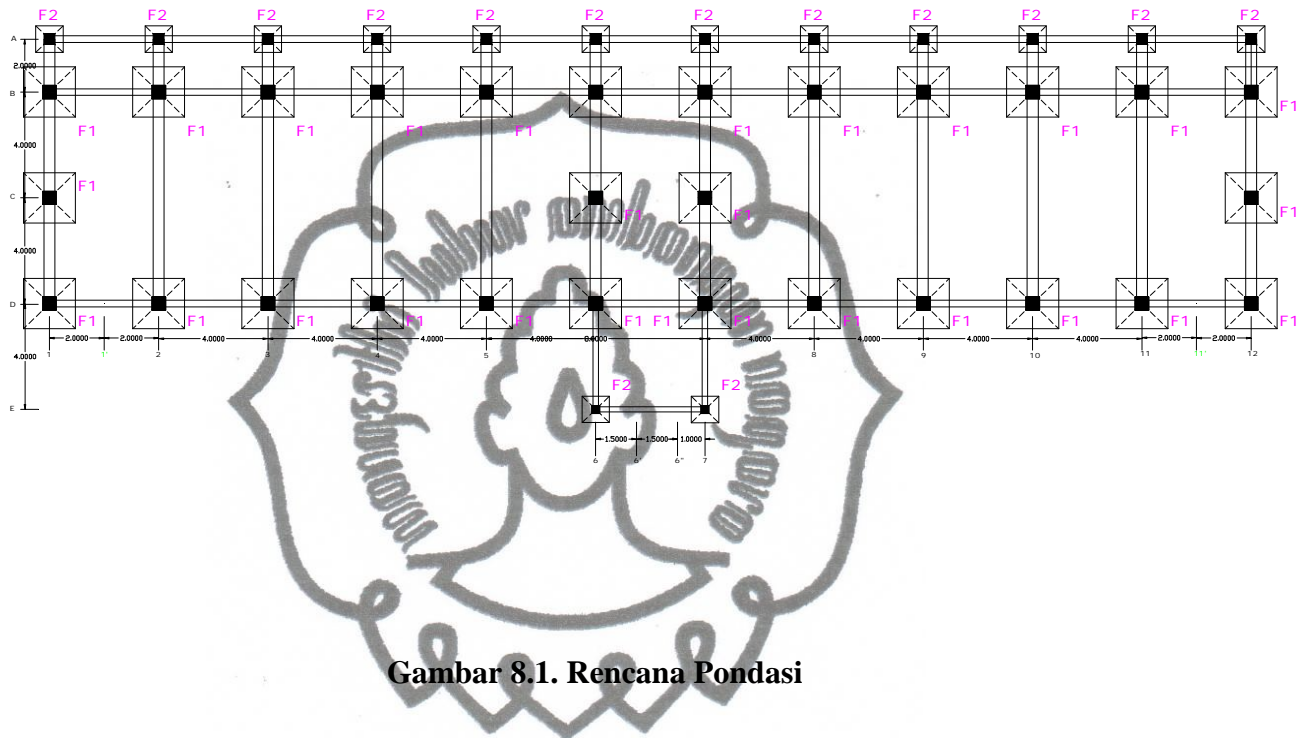
$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,531 \times 240 \times 344}{150} = 55332,26 \text{ N}$$

$$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$$

$$55332,26 > 476,83 \text{ N} \dots \dots \text{OK} \text{ ☺}$$

BAB 8

PERENCANAAN PONDASI



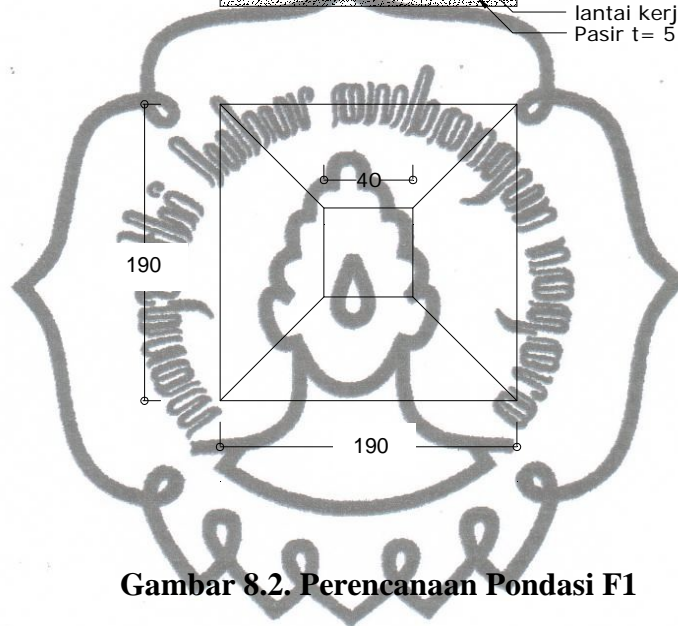
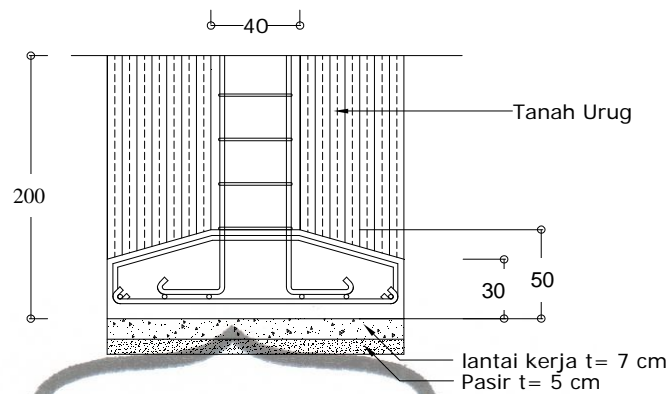
Gambar 8.1. Rencana Pondasi

Keterangan :

F1 = Footplat 1 190 x190

F2 = Footplat 2 100 x100

8.1. Data Perencanaan Pondasi F1



Gambar 8.2. Perencanaan Pondasi F1

Dari perhitungan SAP 2000 pada Frame diperoleh :

- **Pu** = 73459,21 kg
- **Mu** = 1327,66 kgm

Dimensi Pondasi :

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{73459,21}{25000}$$

$$= 2,938 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{2,938}$$

$$= 1,714 \text{ m} \sim 1,90 \text{ m}$$

commit to user



Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2 m ukuran $1,90 \text{ m} \times 1,90 \text{ m}$

- $f'c$ = 25 Mpa
- f_y = 360 Mpa
- σ_{tanah} = $2,5 \text{ kg/cm}^2 = 25.000 \text{ kg/m}^2$
- γ_{tanah} = $2 \text{ t/m}^3 = 2000 \text{ kg/m}^3$
- γ_{beton} = 2400 kg/m^3

$$\begin{aligned}
 d &= h - p - \frac{1}{2} \text{Øtul. utama} \\
 &= 500 - 50 - 9 \\
 &= 441 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

8.2.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➤ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	$= 1,9 \times 1,9 \times 0,50 \times 2400$	$= 3888 \text{ kg}$
Berat kolom pondasi	$= 0,4 \times 0,4 \times 1,5 \times 2400$	$= 576 \text{ kg}$
Berat tanah	$= 2 (0,75 \times 1,5 \times 1,9) \times 1700$	$= 6426 \text{ kg}$
P_u		$= \underline{73459,21 \text{ kg}}$
	ΣP	$= 85634,71 \text{ kg}$

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{\sum M_u}{\sum P} = \frac{1327,66}{85634,71} \\
 &= 0,0155 \text{ kg} < 1/6. B = 0,316
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\sum P}{A} \pm \frac{M_u}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\sum P}{A} + \frac{M_u}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

commit to user



$$\begin{aligned}
 &= \frac{85634,71}{1,9 \times 1,9} + \frac{1327,66}{\frac{1}{6} \times 1,9 \times (1,9)^2} \\
 &= 24865,10 \text{ kg/m}^2 \\
 \sigma \text{ yang terjadi} &= \frac{\sum P}{A} + \frac{M_u}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2} \\
 &= \frac{85634,71}{1,9 \times 1,9} + \frac{1327,66}{\frac{1}{6} \times 1,9 \times (1,9)^2} \\
 &= 22577,946 \text{ kg/m}^2 \\
 &= \sigma_{\text{tanah yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots \text{OK} \text{ ☺}
 \end{aligned}$$

8.2.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 = \frac{1}{2} \times (24865,10) \times (0,5)^2 \\
 &= 3108,14 \text{ kgm} = 3,10814 \times 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{3,10814 \times 10^7}{0,8} = 3,8852 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\
 &= 0,0313
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0313 \\
 &= 0,0235
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,00389$$

commit to user



$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,8852 \times 10^7}{1900 \times (441)^2} = 0,1051$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 0,1051}{360}} \right)$$

$$\rho = 0,000292$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\min} = 0,00389$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,00389 \times 1900 \times 441 \\ &= 3259,431 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tul D 16} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (19)^2 \\ &= 283,385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{3259,431}{283,385} = 11,501 \approx 12 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1900}{12} = 158,33 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm}$$

dipakai tulangan D 19 - 160 mm

$$\text{As yang timbul} = 12 \times 283,385 = 3400,62 > 3259,431 \text{ As.....OK } \odot$$

Maka, digunakan tulangan **D 19 - 160 mm**

8.2.3. Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 248651,0 \times (0,50 \times 1,9) \\ &= 23,621845 \times 10^4 \text{ N} \end{aligned}$$

commit to user

$$\begin{aligned}
 V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\
 &= 1/6 \times \sqrt{25} \times 1900 \times 441 \\
 &= 69,825 \times 10^4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

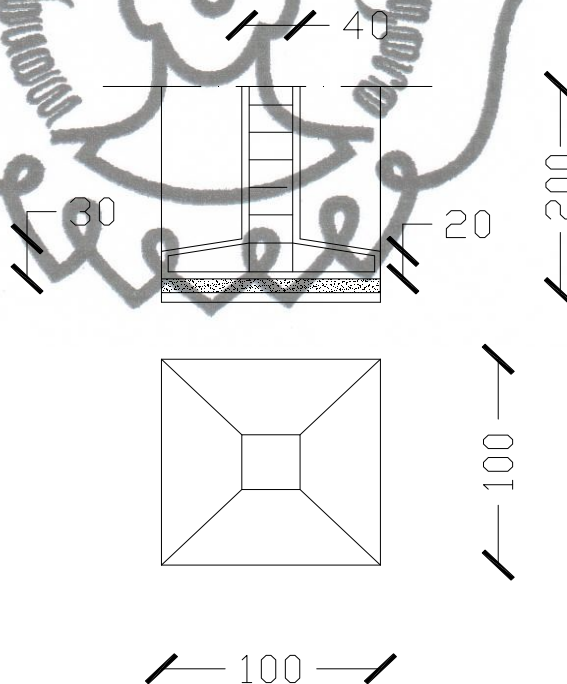
$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= 0,6 \cdot V_c \\
 &= 0,6 \times 69,825 \times 10^4 \text{ N} \\
 &= 41,895 \times 10^4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,5\phi V_c &= 0,5 \times 41,895 \times 10^4 \text{ N} \\
 &= 20,9475 \times 10^4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$0,5\phi V_c < V_u < \phi V_c \rightarrow$ tulangan geser minimum.

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 12 - 200 \text{ mm}$

8.3. Data Perencanaan Pondasi F2



Gambar 8.3. Perencanaan Pondasi F2

Dari perhitungan SAP 2000 pada Frame diperoleh :

- $P_u = 10487,76 \text{ kg}$
- $M_u = 102,09 \text{ kgm}$

commit to user

Dimensi Pondasi :

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{10487,76}{25000}$$

$$= 0,4195 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{0,4195} \quad 161$$

$$= 0,64 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$$

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1 m ukuran $1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$

- $f'c$ = 25 Mpa
- f_y = 360 Mpa
- σ_{tanah} = 25.000 kg/m²
- γ tanah = 2 t/m³ = 2000 kg/m³
- γ beton = 2,4 t/m³

$$d = h - p - \frac{1}{2} \text{Ø tul. utama}$$

$$= 300 - 50 - 8$$

$$= 242 \text{ mm}$$

8.4. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

8.4.1 Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➤ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= $1 \times 1 \times 0,30 \times 2400$	= 720 kg
Berat kolom pondasi	= $0,4 \times 0,4 \times 1,7 \times 2400$	= 652,8 kg
Berat tanah	= $2 (0,3 \times 1,7 \times 1) \times 1700$	= 1734 kg
P_u		= 10487,76 kg
		$\Sigma P = 13594,56$ kg

$$e = \frac{\sum M_u}{\sum P} = \frac{102,09}{13594,56}$$

$$= 0,0075 \text{ kg} < 1/6. B = 0,16 \quad \text{commit to user}$$



$$\sigma \text{ yang terjadi} = \frac{\sum P}{A} \pm \frac{Mu}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\sigma \text{ yang terjadi} = \frac{\sum P}{A} + \frac{Mu}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$= \frac{13594,56}{1 \times 1} + \frac{102,09}{\frac{1}{6} \times 1 \times (1)^2}$$

$$= 14207,1 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma \text{ yang terjadi} = \frac{\sum P}{A} - \frac{Mu}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$= \frac{13594,56}{1 \times 1} - \frac{102,09}{\frac{1}{6} \times 1 \times (1)^2}$$

$$= 12983,24 \text{ kg/m}^2$$

$$= \sigma \text{ tanah yang terjadi} < \sigma \text{ ijin tanah} \dots \dots \dots \text{OK} \odot$$

8.4.2 Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 = \frac{1}{2} \times (14207,1) \times (0,3)^2 \\ &= 639,32 \text{ kgm} = 6,3932 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$Mn = \frac{6,3932 \times 10^6}{0,8} = 7,9915 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \times 25} = 16,9412$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \beta \left(\frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \end{aligned}$$

commit to user



$$= 0,031358$$

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

$$= 0,75 \times 0,03135$$

$$= 0,02352$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,00389$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,9915 \times 10^6}{1000 \times (242)^2} = 0,136$$

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

$$= \frac{1}{16,9412} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,9412 \times 0,136}{360}} \right)$$

$$\rho = 0,000378$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

$$\text{Digunakan } \rho_{\min} = 0,00389$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,00389 \times 1000 \times 242 \\ &= 941,38 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tul D 16} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16)^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{941,38}{200,96} = 4,68 \approx 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

dipakai tulangan D 16 - 200 mm

$$\text{As yang timbul} = 5 \times 200,96 = 1004,8 > \text{As} \dots \dots \dots \text{OK } \odot$$

Maka, digunakan tulangan **D 16 - 200 mm**

commit to user



8.4.3 Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned}V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 14207,1 \times (0,30 \times 1) \\ &= 4,26213 \times 10^3 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 242 \\ &= 20,16 \times 10^4 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\emptyset V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \times 20,16 \times 10^4 \text{ N} \\ &= 12,1 \times 10^4 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0,5\emptyset V_c &= 0,5 \times 12,1 \times 10^4 \text{ N} \\ &= 6,05 \times 10^4 \text{ N}\end{aligned}$$

$0,5\emptyset V_c < V_u < \emptyset V_c \rightarrow$ tulangan geser minimum.

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 12 - 200 \text{ mm}$

BAB 9

RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah tolok ukur dalam perencanaan pembangunan, baik rumah tinggal, ruko, rukan, 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 :

- Analisa pekerjaan : Daftar analisa pekerjaan proyek Kota Surakarta
- Harga upah & bahan : Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta
- Harga satuan : terlampir

9.3. Perhitungan Volume

9.3.1 Pekerjaan Pendahuluan

- A. Pekerjaan pembersihan lokasi

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 46 \times 12 = 552 \text{ m}^2\end{aligned}$$

- B. Pekerjaan pembuatan pagar setinggi 2m

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang} \\ &= 136 \text{ m}\end{aligned}$$



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*

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times 2) \times (\text{lebar} \times 2) \\ &= (46 \times 2) + (12 \times 2) = 116 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.2 Pekerjaan Pondasi

A. Galian pondasi

➤ Footplat 1 (F1)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (2 \times 2 \times 1,5) \times 28 = 168 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Footplat 2 (F2)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,2 \times 1,2 \times 1,5) \times 14 = 30,24 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,8) \times 92 = 58,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1 \times 1) \times 1,5 = 1,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Urugan Pasir bawah Pondasi dan bawah lantai ($t = 5 \text{ cm}$)

➤ Footplat 1 (F1)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (2 \times 2 \times 0,05) \times 28 = 5,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Footplat 2 (F2)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,2 \times 1,2 \times 0,05) \times 14 = 1,01 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,05) \times 92 = 3,68 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

commit to user



- Pondasi tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1 \times 0,05) \times 1,5 = 0,075 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Lantai

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{tinggi} \times \text{luas lantai} \\ &= 0,05 \times 440 = 22 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

C. Lantai kerja (t=3cm)

- Footplat 1 (F1)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (2 \times 2 \times 0,03) \times 28 = 3,36 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Footplat 2 (F2)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,2 \times 1,2 \times 0,03) \times 14 = 0,605 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,03) \times 92 = 2,208 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

D. Pasangan pondasi batu kosong (1pc:3psr:10kpr)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 92 \times 0,8 \times 0,15 = 11,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

E. Pasangn pondasi batu kali (1pc:3psr:10kpr)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\sum \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) + (\sum \text{panjang} \cdot 2.1/2. \text{a.t}) \\ &= (92 \times 0,4 \times 0,8) + (92 \times 2.1/2.0,2.0,8) = 44,16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

F. Urugan Tanah Galian

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= V. \text{tanah galian- batukali- lantai kerja- pasir urug} \\ &= (168 + 30,24 + 58,88) - 44,16 - (3,36 + 0,605 + 2,208) - (5,6 + 1,01 + 3,68) \\ &= 196,497 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

G. Peniggian elevasi lantai

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 44 \times 10 \times 0,4 = 176 \text{ m}^3\end{aligned}$$

H. Pondasi telapak (*footplat*)

Footplat 1 (F1)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= \{ (2,2 \times 0,3) + (0,4 \times 0,4 \times 1,5) + (2,1/2 \times 1,0 \times 2) \} \times 28 \\ &= 45,92 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Footplat 2 (F2)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= \{ (1,2 \times 1,2 \times 0,2) + (0,4 \times 0,4 \times 1,7) + (2,1/2 \times 1,0 \times 1) \} \times 14 \\ &= 9,24 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Footplat tangga

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= \{ (1,5 \times 1,0 \times 2) + (0,4 \times 1,5 \times 0,7) + (2,1/2 \times 1,0 \times 1) \} \\ &= 0,82 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9.3.3 Pekerjaan BetonA. Beton *Sloof*➤ *sloof* 1 (S1)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,2 \times 0,3) \times 144 = 8,64 \text{ m}^3\end{aligned}$$

➤ *sloof* 2 (S2)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,25 \times 0,4) \times 120 = 12 \text{ m}^3\end{aligned}$$

B. Balok 40/70

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \times \sum n \\ &= (0,7 \times 0,4 \times 10) \times 12 = 33,6 \text{ m}^3\end{aligned}$$

C. Balok 25/40

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \times \sum n \\ &= (0,4 \times 0,25 \times 44) \times 3 = 13,2 \text{ m}^3\end{aligned}$$

commit to user



D. Balok 20/30

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{tinggi} \times \text{lebar} \times \sum \text{panjang} \\ &= 0,3 \times 0,2 \times 80 = 4,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

E. Kolom utama

➤ Kolom 40/40

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (0,4 \times 0,4 \times 8) \times 40 = 51,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Kolom 20/30

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,2 \times 0,3 \times 8) \times 14 = 6,72 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

F. Ringbalk

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,2 \times 0,3) \times 180 = 10,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

G. Plat lantai (t=12cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \times 2 \times \text{tebal} \\ &= 440 \times 0,12 = 52,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

H. Plat Atap (t=10cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas plat atap} \times \text{tebal} \\ &= (88 \times 0,10) + (16 \times 0,10) = 10,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

I. Plat kanopi (t=8cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{luas plat kanopi} \times \text{tebal}) \times \sum n \\ &= (1,32 \times 0,08) \times 28 = 2,957 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

J. Sirip kanopi (t=8cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{luas sirip kanopi} \times \text{tebal}) \times \sum n \\ &= (0,59875 \times 0,08) \times 28 = 1,34 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

K. Balok praktis 15/15

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,15 \times 0,15) \times 160 = 3,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

L. Tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= ((\text{luas plat tangga} \times \text{tebal}) \times 2) + \text{plat bordes} \\ &= (5,408 \times 0,12) \times 2 + (3 \times 0,15) \\ &= 1,748 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

commit to user

9.3.4 Pekerjaan pemasangan Bata merah dan Pemlesteran

A. Pemasangan dinding bata merah

- Luas jendela = $J1 + J2 + BV$
 $= 61,44 + 15,47 + 9,1584$
 $= 86,0684 \text{ m}^2$
- Luas Pintu = $P1 + P2 + P3 + P4 + P5$
 $= 5,74 + 4,24 + 33,2108 + 4,0724 + 7,9488$
 $= 55,212 \text{ m}^2$
- Luas dinding WC dan dinding teras = $48 + 36$
 $= 84 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{tinggi} \times \sum \text{panjang} - (\text{L.pintu} + \text{L.jendela} + \text{L.dinding WC}) \\ &= (8 \times 104) - (86,0684 + 55,212 + 84) \\ &= 606,72 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

B. Pemlesteran dan pengacian

- Luas dinding yang tidak dapat diplester = $(\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n$
 $= (0,4 \times 8) \times 36$
 $= 115,2 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{volume dinding bata merah} - 115,2 \text{ m}^2) \times 2 \text{ sisi} \\ &= (606,72 - 115,2) \times 2 = 983,04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.5. Pekerjaan Pemasangan Kusen dan Pintu

A. Pemasangan kusen dan Pintu kayu kamper 6/12

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panjang} &= J1 + J2 + P1 + P2 + P3 + P4 + P5 \\ &= 266,88 + 60,48 + 8,298 + 5,88 + 220,22 + 14,42 + 38,4 \\ &= 576,178 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,12 \times 0,06) \times 576,178 \\ &= 4,15 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Pemasangan daun pintu dan jendela

$$\begin{aligned} \text{Luas daun pintu} &= P1 + P2 + P3 + P4 \\ &= (2,2 \times 2,6) + (2,2 \times 1,95) + (2,11 \times 1,22) \cdot 7 + (2,11 \times 0,80) \\ &= 29,7174 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

commit to user



$$\text{Luas daun jendela} = J1 + J2$$

$$= (0,90 \times 1,1) \times 32 + (0,88 \times 1,52) \times 15$$

$$= 51,744 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Luas daun pintu} + \text{Luas daun jendela}$$

$$= 81,462 \text{ m}^2$$

C. Pasang jalusi kaca (t=5mm)

$$\text{Luas tipe P3} = ((0,76 \times 0,24 \times 2) + (1,12 \times 0,24)) \times 7 = 4,435 \text{ m}^2$$

$$P4 = (0,76 \times 0,24 \times 2) + (0,8 \times 0,24) = 0,557 \text{ m}^2$$

$$J1 = (1,1 \times 0,42) \times 32 = 14,784 \text{ m}^2$$

$$J2 = (1,52 \times 0,24) \times 7 = 2,554 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{luas P3} + P4 + J1 + J2$$

$$= 22,330 \text{ m}^2$$

D. Pasang kaca polos (t=5mm)

$$\text{Luas tipe P1} = (1,5 \times 1,52) + (0,25 \times 0,73) = 2,463 \text{ m}^2$$

$$P2 = 1,5 \times 1,52 = 2,28 \text{ m}^2$$

$$P3 = ((0,52 \times 0,64) \times 2) \times 7 = 4,659 \text{ m}^2$$

$$P4 = (0,52 \times 0,64) \times 2 = 0,665 \text{ m}^2$$

$$J1 = ((0,31 \times 0,66) \times 2) \times 32 = 13,095 \text{ m}^2$$

$$J2 = ((0,52 \times 0,64) \times 2) \times 7 = 4,659 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{luas P1} + P2 + P3 + P4 + J1 + J2$$

$$= 27,822 \text{ m}^2$$

E. Pasang kaca es

$$\text{Volume} = (0,3 \times 0,96) \times 2 \times 16$$

$$= 9,216 \text{ m}^2$$

F. Pekerjaan Perlengkapan pintu

Tipe p1 = 1 unit

Tipe p2 = 1 unit

Tipe p3 = 4 unit

Tipe p4 = 1 unit

Tipe p5 = 4 unit

Tipe ps = 4 unit

commit to user

G. Pekerjaan Perlengkapan daun jendela

Tipe j1= 32 unit

Tipe j2= 15 unit

9.3.6. Pekerjaan Atap

A. Pekerjaan kuda kuda

- Setengah kuda-kuda (doble siku 45.45.5)

Σ panjang profil under = 5,604 m

Σ panjang profil tarik = 3,999 m

Σ panjang profil kaki kuda-kuda = 4,884 m

Σ panjang profil sokong = 3,925 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 18,412 \times 2 = 36,824 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jurai kuda-kuda (doble siku 45.45.5)

Σ panjang profil under = 5,6 m

Σ panjang profil tarik = 5,658 m

Σ panjang profil kaki kuda-kuda = 6,312m

Σ panjang profil sokong = 4,757 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 22,327 \times 4 = 89,308 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kuda-kuda B (doble siku 45.45.5)

Σ panjang profil under = 11,208 m

Σ panjang profil tarik = 7,998 m

Σ panjang profil kaki kuda-kuda = 9,768 m

Σ panjang profil sokong = 7,85 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 36,824 \times 8 = 294,592 \text{ m} \end{aligned}$$

commit to user



- Kuda-kuda utama (A) (doble siku 55.55.6)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 11,208 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 7,998 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 9,768 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 7,85 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 36,824 \times 2 = 73,648 \text{ m} \end{aligned}$$

- Gording (150.75.20.4,5)

$$\Sigma \text{panjang profil gording} = 176,573 + 111 = 287,573 \text{ m}$$

$$\text{Volume total profil kuda-kuda } 45.45.5 = 420,724 \text{ m}$$

$$\text{Volume total profil kuda-kuda } 55.55.6 = 73,648 \text{ m}$$

$$\text{Volume gording} = 287,573 \text{ m}$$

- B. Pekerjaan konsul emperan balok 6/12

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \Sigma \text{panjang}) \\ &= \{(0,12 \times 0,06 \times (2,75 \times 30))\} \\ &= 0,594 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- C. Pekerjaan pasang kaso 5/7 dan reng $\frac{3}{4}$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas atap} + \text{luas emperan} \\ &= 561,439 + 130 \\ &= 691,439 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- D. Pekerjaan pasang Listplank

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{keliling atap} \\ &= 222 \text{ m} \end{aligned}$$

- E. Pekerjaan pasang genting

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 691,439 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- F. Pasang bubungan genting

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \\ &= 63,508 \text{ m} \end{aligned}$$

commit to user

9.3.7. Pekerjaan Plafon

- A. Pembuatan dan pemasangan rangka plafon

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times 2 \\ &= (44 \times 12) \times 2 = 1056 \text{ m}^2\end{aligned}$$

- B. Pasang plafon

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas rangka plafon} \\ &= 1056 \text{ m}^2\end{aligned}$$

9.3.8. Pekerjaan keramik

- A. Pasang keramik 40/40

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= ((44 \times 2) \times 2 + (36 \times 8) \times 2) \\ &= 752 \text{ m}^2\end{aligned}$$

- B. Pasang keramik 20/20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= ((4 \times 8) \times 4) \\ &= 128 \text{ m}^2\end{aligned}$$

- C. Pasang keramik dinding 20/25

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{tinggi dinding keramik} \times \text{lebar ruang} \\ &= 1,5 \times 48 \\ &= 72 \text{ m}^2\end{aligned}$$

9.3.9. Pekerjaan sanitasi

- A. Pasang kloset jongkok

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit}\end{aligned}$$

- B. Pasang bak fiber

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit}\end{aligned}$$

- C. Pasang wastafel

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 20 \text{ unit}\end{aligned}$$

commit to user



D. Pasang floordrain

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

E. Pasang tangki air 550l

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 2 \text{ unit} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang pipa} \\ &= 158 \text{ m} \end{aligned}$$

C. Pekerjaan saluran air bersih

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang pipa} \\ &= 140 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 11 \text{ unit} \end{aligned}$$

B. Titik lampu

➤ TL 36 watt

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 85 \text{ unit} \end{aligned}$$

commit to user

➤ pijar 25 watt

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 20 \text{ unit} \end{aligned}$$

C. Instalasi saklar

➤ Saklar single

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 5 \text{ unit} \end{aligned}$$

➤ Saklar double

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 19 \text{ unit} \end{aligned}$$

9.3.11. Pekerjaan pengecatan

A. Pengecatan dinding dalam dan plafon

$$\begin{aligned} \text{Volume dinding dalam} &= (\sum \text{panjang} \times \text{tinggi bidang cat}) - (\text{l.dinding} \\ &\quad \text{keramik} + \text{l.jendela} + \text{l.pintu}) \\ &= ((148 \times 8) + (8 \times 4)) - (72 + 29,7174 + 51,744) \\ &= 1062,538 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume plafon} &= \text{luas plafon} \\ &= 1056 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total volume} &= 1062,538 + 1056 \\ &= 2118,538 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

B. Pengecatan dinding luar

$$\begin{aligned} \text{Volume tampak depan \& samping} &= ((\sum \text{panjang} \times \text{tinggi bidang} \\ &\quad \text{cat}) + (\text{l.sirip} \times \sum n)) - (\text{l.jendela} + \text{l.pintu}) \\ &= ((64 \times 6,75) + (1,1975 \times 28)) - (29,7174 + 51,744) \\ &= 384,069 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tampak belakang} &= (\sum \text{panjang} \times \text{tinggi bidang} \\ &\quad \text{cat}) - (\text{l.jendela} + \text{l.pintu}) \\ &= \{(44 \times 8) + (88 \times 2,75)\} - (29,7174 + 51,744) \\ &= 512,539 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Total volume} &= 384,069 + 512,539 \\ &= 896,608 \text{ m}^2\end{aligned}$$

C. Pengecatan menggunakan Cat minyak (pada listplank)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{lebar papan} \\ &= 222 \times 0,15 = 33,3 \text{ m}^2\end{aligned}$$

D. Pengecatan menggunakan melamik (pada kusen)

$$\begin{aligned}\text{Luas kusen} &= \sum \text{panjang} \times \text{kayu } 6/12 \\ &= 576,178 \times 0,24 \\ &= 138,2827 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Luas daun pintu} = 29,7174 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas daun jendela} = 51,744 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Total volume} &= 138,2827 + 29,7174 + 51,744 \\ &= 219,744 \text{ m}^2\end{aligned}$$

BAB 10

REKAPITULASI

10.1 Konstruksi kuda-kuda

a. Setengah kuda-kuda

Tabel 10.1. Rekapitulasi Setengah Kuda-Kuda

Nomor Batang	Panjang Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,628	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
2	1,628	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
3	1,628	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
4	1,333	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
5	1,333	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
6	1,333	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
7	0,934	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
8	1,628	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
9	1,870	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
10	2,297	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
11	2,800	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7

b. Jurai

Tabel 10.2. Rekapitulasi Jurai

Nomor Batang	Panjang Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	2,104	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
2	2,104	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
3	2,104	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
4	1,886	└┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
5	1,886	└┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7



6	1,886	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
7	0,933	┘┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
8	2,104	┘┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
9	1,867	┘┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
10	2,653	┘┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
11	2,8	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7

c. Kuda-kuda utama A

Tabel 10.3. Rekapitulasi Kuda-Kuda Utama A

Nomor Batang	Panjang batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,333	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
2	1,333	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
3	1,333	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
4	1,333	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
5	1,333	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
6	1,333	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
7	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
8	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
9	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
10	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
11	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
12	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
13	0,934	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
14	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
15	1,870	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
16	2,297	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
17	2,800	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
18	2,297	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7

commit to user

19	1,870	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
20	1,628	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7
21	0,934	┘┘ 45 . 45 . 5	3 Ø 12,7

d. Kuda-kuda utama B

Tabel 10.4. Rekapitulasi Kuda-Kuda Utama B

Nomor Batang	Panjang batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,333	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
2	1,333	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
3	1,333	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
4	1,333	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
5	1,333	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
6	1,333	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
7	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
8	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
9	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
10	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
11	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
12	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
13	0,934	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
14	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
15	1,870	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
16	2,297	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
17	2,800	┘┘ 55 . 55 . 6	3 Ø 12,7
18	2,297	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
19	1,870	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
20	1,628	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7
21	0,934	┘┘ 55 . 55 . 6	2 Ø 12,7

commit to user

10.2 Tulangan beton

Tabel 10.5. Rekapitulasi Tulangan Beton

No	Elemen	Dimensi	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan	Tul. Geser	Ket.
1	Pondasi F1	1,9x1,9x0,5	-	Ø16-160 mm	Ø12-200	Pondasi portal
2	Pondasi F1	1,2x1,2x0,3	-	Ø16-200 mm	Ø12-200	Pondasi portal
3	Sloof 1	250/400	4D16 mm	2D16 mm	Ø8-150 mm	Lantai 1 arah y
3	Sloof 2	200/300	2D16 mm	2D16 mm	Ø8-120 mm	Lantai 1 arah x
4	Kolom	40/40	4D16 mm	4D16 mm	Ø8-200 mm	Lantai 1 dan 2
5	Plat tangga	t = 0,12	Ø12-100 mm	Ø12-150 mm	Ø8-200 mm	-
6	Balok bordes	200/300	3Ø12 mm	3Ø12 mm	Ø8-120 mm	-
7	Balok portal memanjang	250/400	3D19 mm	3D19 mm	Ø10-150 mm	Lantai 2 arah x
8	Balok portal melintang	400/700	8D19 mm	8D19 mm	Ø10-150 mm	Lantai 2 arah y
9	Balok Anak As C 1-12	250/400	4D16 mm	3D16 mm	Ø8-125 mm	Lantai 2 arah x
10	Balok Anak As 1' C-D	250/400	3D19 mm	3D19 mm	Ø8-100 mm	Lantai 2 arah y
11	Balok Anak As 6'' B-C	200/300	2D16 mm	2D16 mm	Ø10-100 mm	Lantai 2 arah y
12	Plat lantai	t = 0,12	Ø10-120 mm	Ø10-240 mm	-	Lantai 2 arah x

commit to user

	Arah X					
13	Plat lantai Arah Y	t = 0,12	Ø10–120 mm	Ø10–240 mm	-	Lantai 2 arah y
14	Rink balk	200/300	4D13 mm	2D13 mm	Ø8–200 mm	Balok atap

10.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 10.6. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	HSP (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1	2	3	5	6
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pembersihan lokasi	552 m ²	5,275.00	2,911,800.0
2	pembuatan bedeng dan gudang	21 m ²	28,000.00	588,000.0
3	Persiapan air dan listrik kerja	100 hr	18,000.00	1,800,000.0
4	Pemasangan <i>bouwplank</i>	116 m'	25,555.50	2,964,438.0
5	pembuatan pagar tinggi 2m	72 m'	45,000.00	3,240,000.0
		JUMLAH		11,504,238.0
II	PEKERJAAN PONDASI			
1	Pekerjaan galian tanah pondasi	258.62 m ³	17,302.00	4,474,643.2
2	Urugan pasir bawah pondasi dan bawah lantai	32.29 m ³	94,695.00	3,057,701.5
3	lantai kerja	6 m ³	55,738.00	344,070.6
4	pasangan pondasi batu kali (1pc:5ps)	44.16 m ³	395,279.30	17,455,533.8
5	urugan tanah galian	196.497 m ³	6,316.50	1,241,173.3
6	peninggian elevasi lantai	113.88 m ³	45,715.00	5,206,024.2
7	Pekerjaan pondasi footplat	55.16 m ³	3,905,801.00	215,443,983.1
8	Pekerjaan pondasi footplat tangga	0.82 m ³	3,905,801.00	3,202,756.8
9	pekerjaan pondasi batu kosong	7.68 m ³	190,992.10	1,466,819.3
		JUMLAH		251,892,706.1
III	PEKERJAAN BETON			
1	Pekerjaan <i>sloof</i>			
	a. <i>sloof</i> 1 20/30	8.64 m ³	3,810,143.50	32,919,639.8
	b. <i>sloof</i> 2 25/40	12 m ³	3,810,143.50	45,721,722.0
2	Pekerjan balok			0.0
	a. balok 40/70	33.6 m ³	4,542,958.50	152,643,405.6
	b. balok 25/40	13.2 m ³	4,542,958.50	59,967,052.2

	c. balok 20/30	4.8 m ³	4,542,958.50	21,806,200.8
3	Pekerjaan kolom			
	a. Kolom 40/40	51.2 m ³	6,072,740.00	310,924,288.0
	b. kolom 20/30	6.72 m ³	6,072,740.00	40,808,812.8
4	Pekerjaan Ringbalk	10.8 m ³	3,792,008.50	40,953,691.8
5	Pekerjaan Plat lantai	52.8 m ³	5,788,946.50	305,656,375.2
6	Pekerjaan Plat atap	10.4 m ³	4,451,111.50	46,291,559.6
7	Pekerjaan Plat kanopi	2.957 m ³	4,451,111.50	13,161,936.7
8	Pekerjaan sirip kanopi	1.34 m ³	4,451,111.50	5,964,489.4
9	Pekerjaan balok praktis (plat kanopi)	3.6 m ³	3,792,008.50	13,651,230.6
10	Pekerjaan Tangga	1.748 m ³	5,788,946.50	10,119,078.4
		JUMLAH		1,100,589,483.0
IV	PASANG BATA MERAH & PLESTERAN			
1	Pasang bata merah 1pc:5psr	606.72 m ²	51,083.50	30,993,381.1
2	Pekerjaan plesteran & acian 1:4,t=15mm	983.04 m ²	19,739.40	19,404,619.7
		JUMLAH		50,398,000.9
V	PEKERJAAN KUSEN DAN PINTU			
1	Pasang kusen pintu & jendela kayu kamper 6/12	4.15 m ³	8,958,650.00	37,178,397.5
2	Pasang daun pintu dan jendela	81.462 m ²	719,210.00	58,588,285.0
3	Pasang jalusi kaca (t=5mm)	22.33 m ²	76,855.63	1,716,186.2
4	Pasang kaca polos (t=5mm)	27.822 m ²	76,855.63	2,138,277.3
5	Pasang kaca es (t=5mm)	9.216 m ²	101,860.63	938,747.5
6	Perlengkapan pintu	15 unit	60,000.00	900,000.0
7	Perlengkapan jendela	47 unit	35,000.00	1,645,000.0
		JUMLAH		103,104,893.6
VI	PEKERJAAN ATAP			
1	Pekerjaan kuda-kuda (profil 45.45.5)	1422.05 kg	18,360.85	26,109,991.6
2	Pekerjaan kuda-kuda (profil 55.55.6)	364.558 kg	18,360.85	6,693,594.7
3	Pasang gording	3163.3 kg	18,360.85	58,080,931.8
4	pekerjaan konsul kayu kamper	0.594 m ³	8,657,840.00	5,142,756.9
5	Pekerjaan rangka kaso 5/7 & reng 3/4	691.439 m ²	109,944.00	76,019,569.4
6	pasang listplank	222 m'	68,379.00	15,180,138.0
7	pasang genting beton	691.439 m ²	95,984.20	66,367,219.2
8	pekerjaan bubungan genting	63.508 m'	66,751.40	4,239,247.9
		JUMLAH		257,833,449.8
VII	PEKERJAAN PLAFON			
1	Pekerjaan rangka plafon kayu	880 m ²	106,592.50	93,801,400.0

	meranti 5/7				
2	pasang plafon asbes plat t=5mm	880 m ²	64,971.55		57,174,964.0
		JUMLAH			150,976,364.0
VIII	PEKERJAAN KERAMIK				
1	Ps lantai keramik 40/40	752 m ²	70,262.60		52,837,475.2
2	Ps lantai keramik 20/20,kamar mandi	128 m ²	86,664.60		11,093,068.8
3	Ps didinding keramik 20/25	72 m ²	82,641.76		5,950,206.7
		JUMLAH			69,880,750.7
IX	PEKERJAAN SANITASI				
1	Pasang kloset jongkok	8 unit	268,067.00		2,144,536.0
2	Pasang wastafel	20 unit	414,743.80		8,294,876.0
3	Pasang floordrain	8 unit	14,471.50		115,772.0
4	tangki air 350 l	2 unit	575,000.00		1,150,000.0
		JUMLAH			11,705,184.0
X	INSTALASI AIR				
1	Pekerjaan Pengeboran titik air	1 unit	4,000,000.00		4,000,000.0
2	pekerjaan saluran pembuangan				
	a. pipa PVC 3"	92 m'	35,512.49		3,267,149.0
	b. pipa PVC 4"	66 m'	94,644.68		6,246,548.8
4	Pekerjaan saluran air bersih (PVC 3/4")	140 m'	14,270.10		1,997,814.0
5	Pembuatan Septictank & rembesan	1 Ls	2,500,000.00		2,500,000.0
6	pekerjaan pasang kran 3/4"	30 unit	20,008.88		600,266.4
7	pasang bak fiber	8 unit	201,000.00		1,608,000.0
		JUMLAH			20,219,778.3
XI	INSTALASI LISTRIK				
1	Instalasi Stop kontak	15 titik	105,000.00		1,575,000.0
2	Instalasi Lampu				
	a. lampu TL 36 watt	85 titik	105,000.00		8,925,000.0
	b. lampu pijar 25 watt	20 titik	55,000.00		1,100,000.0
3	instalasi saklar				
	a. saklar single	5 titik	18,000.00		90,000.0
	b. saklar double	19 titik	25,000.00		475,000.0
4	Penyambungan daya PLN	1 titik	5,000,000.00		5,000,000.0
5	Pasang Penangkal Petir,2 split 1 arde	3 titik	2,500,000.00		7,500,000.0
		JUMLAH			24,665,000.0
XII	PEKERJAAN PENGECATAN				
1	Pengecatan dinding dalam dan plafon (<i>catylax</i>)	2118.54 m ²	30,401.00		64,405,673.7
2	pengecatan dinding luar	896.608 m ²	30,401.00		27,257,779.8
3	Pengecatan dg Cat minyak (<i>listplank</i>)	33.33 m ²	4,040.35		134,664.8



4	Pengecatan dg Politur(kusen)	219.744 m ²	31,409.95	6,902,148.0
		JUMLAH		98,700,266.4

