

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT
BERDASARKAN DRAFT TATA CARA PERENCANAAN
STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG 2000**



Disusun Oleh :

1. Nama : Achmad Zamroni
No. Mhs. : 94310231
NIRM : 94005101314120225

2. Nama : Aji Sambodo
No. Mhs. : 94310233
NIRM : 94005101314120227

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002**

LEMBAR PENGESAHAN

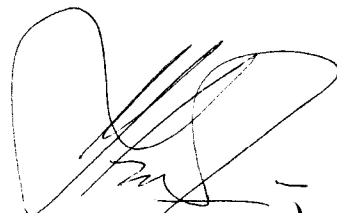
TUGAS AKHIR PERENCANAAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT BERDASARKAN DRAFT TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG 2000

Disusun Oleh :

1. Nama : Achmad Zamroni
No. Mhs. : 94 310 231
NIRM : 94005101314120225
2. Nama : Aji Sambodo
No. Mhs. : 94310233
NIRM : 94005101314120227

disetujui oleh :

Ir. H. ILMAN NOOR, MSCE
Dosen Pembimbing I



(
10-09-2002
)

Ir. H. FATKHURROHMAN N, MT
Dosen Pembimbing II



(
10-9-2002
)

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrochmaanirrochiim,

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sujud syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas hidayah, karunia, nikmat dan rahmat tak terhingga yang telah dilimpahkan – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul *Perencanaan Struktur Baja Komposit Berdasarkan Draft Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung 2000.*

Tugas Akhir ini berisikan perencanaan bangunan gedung bertingkat empat mulai dari struktur atas (atap) sampai struktur bawah (pondasi), dengan menggunakan struktur baja komposit untuk balok dan kolomnya dan menggunakan pondasi telapak untuk jenis pondasinya, disertai dengan lampiran gambar.

Pada kesempatan yang bahagia ini tidak lupa kami ucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada ;

1. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE., selaku Dosen Pembimbing I,
2. Bapak Ir. Fatkhurrohman N, MT., selaku Dosen Pembimbing II,
3. Bapak Ir. Tri Fajar Budiono, MT., selaku Dosen Tamu pada Ujian Sidang dan Pendaran,
4. Bapak Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

5. Bapak Dr. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Bapak Ir. H. Mochammad Teguh, MSc, selaku Dosen Pembimbing Akademik dalam menempuh Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Para Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Teman – teman kelas C, spesial untuk Andi Hermawan, Hera, Dhani, atas bantuan dan motivasinya.
9. Teman – teman kost Nganggrung : Husna, Ibnu, Hakim, dkk yang selalu setia menemani kami di waktu lembur. Spesial untuk “*Kubilai Khendro*” untuk tabelnya.
10. Teman – teman kost Pamungkas A.57 untuk persahabatanya.
11. Rekan – rekan yang telah membantu terselesaikanya Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga semua bimbingan, saran, dan bantuan yang telah diberikan kepada kami dapat menjadi amal sholeh dan mendapat pahala yang berlipat dari Allah SWT.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Billahittaufiq Walhidayah,

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 10 September 2002

Penulis

MOTTO

Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan ; dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan karena itu, bila selesai suatu tugas, mulailah dengan yang lain dengan sungguh – sungguh . Hanya kepada Tuhanmu hendaknya kamu berharap.
(Al-Qur'an surat Asy'syarah 5 – 8).

“.....Allah SWT meninggikan orang – orang beriman diantara kamu dan orang – orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.....”
(Al - Qur'an surat Al Mujaadilah, 11).

Perbanyaklah sabar dalam menghadapi kesulitan dan bertindaklah bijaksana dalam mengatasinya.(Bukhari katar).

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan segala rasa syukur kehadiran Allah SWT, dan dengan segala kerendahan hati, Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

Ayahanda H. A. Djamhir dan Ibunda Hj. Khoirunnisa atas do'a restu dan kasih sayang yang tiada henti - hentinya, tanpa kenal lelah dan tanpa pamrih, yang tidak bisa dinilai dan dihargai dengan apapun.

Dan juga kupersembahkan kepada kakak – kakakku tercinta :

1. Ismaani (Almarhum) semoga diterima disisi-Nya dan dimasukkan kedalam syurganya Allah SWT,
2. Machrus .T dan Samiasih (sekeluarga),
3. Zainul Azhar dan Etty Herowati (sekeluarga),
4. Aminurosyid dan Tri Rahayu (sekeluarga),
5. A. Zaini dan Khusnul Huda (sekeluarga)
6. Dewanta Bayu B. dan Laili M. (sekeluarga)

Atas semua dorongan dan semangat serta do'a dan restunya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Ananda

Achmad Zamroni AS

Lembar Persembahan
Tugas Akhir ini spesial kupersembahkan untuk :

Orangtuaku tersayang
Bapak Ir. ADI SAROSO, MM dan Ibu SITI AMINAH, SH
Atas segala doa dan kasih sayang yang telah diberikan kepada
anakmu ini sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan
baik.

Saudara-saudaraku tercinta,
BAYU PRABOWO, SE , CARDIAN GALIH WICAKSONO,
dan DANAR ADIATMOJO,
atas dorongan semangat sehingga kakakmu ini dapat selesai kuliah,

Keluargaku tercinta dan terkasih selalu,
Istriku HAPSARI WAHYU WARDHANI, ST dan
anakku SHAFARUM WULANDARI,
Atas dorongan semangat yang tak kenal menyerah agar bapak dapat
menyelesaikan TA ini dengan baik, juga doa yang selalu dipanjatkan
kepada Allah SWT agar bapak dapat lulus. Tugas Akhir ini aku
persembahkan khusus untuk anakku tercinta SHAFARUM,
bapak dah selesai kuliahhhhh.....

Keluarga Mertua,
Bapak SOEYADI dan Ibu SOEHARTATI, Mbak IDA,
Mbak IIN, serta adikku Nia,
terima kasih atas doa dan semangat yang diberikan kepadaku.

Ananda

AJI SAMBODO

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
INTISARI	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang masalah	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Load and Resistance Factor Design (LRFD)	5
2.2 Pelat	5
2.2.1 Pelat Satu Arah	6
2.2.2 Pelat Dua Arah	6
2.3 Balok Komposit	6
2.4 Kolom Komposit	7
2.5 Portal	7
2.6 Pondasi	7

BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Pendahuluan	9
3.2 Metode Load And Resistance Factor Design (LRFD)	10
3.3 Analisis Komponen Struktur Tarik	11
3.4 Analisis Komponen Struktur Tekan	12
3.5 Analisis Struktur Baja Komposit	13
3.5.1 Analisis Struktur Pelat Dengan Menggunakan Beton	14
3.5.1.1 Penentuan Tebal Pelat.....	14
3.5.1.2 Menentukan Momen Kerja	14
3.5.1.3 Analisis Penampang Pelat	15
3.6 Analisis Struktur Balok Komposit Dengan Konektor Geser	19
3.6.1 Analisis dan Desain Balok Komposit	19
3.6.1.1 Lebar Efektif	19
3.6.1.2 Kekuatan Nominal Penampang	20
3.6.1.3 Analisis Momen Positif (Tengah Bentang).....	20
3.6.1.4 Analisis Momen Negatif (Momen ujung)	22
3.6.1.5 Konektor Geser	24
3.6.2 Analisis Struktur Kolom Komposit	25
3.6.2.1 Panjang Efektif Kolom – Kolom Portal	26
3.7 Analisis Struktur Balok - Kolom Komposit	27
3.8 Analisis Potal	27
3.8.1 Analisa Beban Gempa	27
3.8.1.1 Gaya Geser Dasar	28
3.8.1.2 Koefisien Gempa Dasar (C)	28
3.8.1.3 Faktor Keutamaan Gedung	29
3.8.1.4 Faktor Jenis Struktur (K)	30
3.8.1.5 Berat Total Bangunan	30
3.8.1.6 Distribusi Gaya Geser Horisontal	30
3.9 Analisis Portal Rangka	31
3.10 Sambungan	35
3.11 Perencanaan Pelat Dasar Kolom	38

3.12	Pondasi	40
BAB IV	ANALISA DAN DESAIN	42
4.1	Analisa dan Desain Struktur Atas	42
4.1.1	Desain Kuda – Kuda	42
4.1.1.1	Menghitung Panjang Batang	42
4.1.1.2	Desain Gording	46
4.1.1.3	Perencanaan Sagrod	52
4.1.1.4	Perencanaan Rangka Baja Kuda – Kuda	54
4.1.2	Analisis Kuda – Kuda Terhadap Beban Luar Yang Terjadi	60
4.1.2.1	Mencari Kombinasi Pembebanan	60
4.1.2.2	Analisis Kuat Tarik	60
4.1.2.3	Analisis Kuat Tekan	63
4.2	Analisa Dan Desain Struktur Bawah	65
4.2.1	Desain Pelat Lantai	65
4.2.2	Analisa Portal	75
4.2.2.1	Pembebanan Akibat Gaya Grafitasi	75
4.2.2.2	Analisis Gempa Untuk Portal	81
4.3	Analisis dan Desain Struktur Baja Komposit	84
4.3.1	Analisis dan Desain Balok Komposit Portal 6	85
4.3.1.1	Analisa Dan Desain Balok Komposit Lantai 1	85
4.3.2	Analisa dan Desain Balok Komposit untuk Portal E	94
4.3.2.1	Analisa Dan Desain Balok Komposit Lantai 1	94
4.3.2.2	Analisa Dan Desain Balok Komposit Lantai 2, 3, 4	99
4.3.3	Analisa dan Desain Konektor Geser	103
4.3.3.1	Perencanaan Konektor Geser Pada Portal 6	103
4.3.3.2	Perencanaan Konektor Geser Pada Portal B dan E	105
4.4	Analisis dan Desain Kolom Komposit	107
4.4.1	Mencari Panjang Efektif ($k.l$)	108
4.4.2	Mencari Kekuatan Nominal Kolom Komposit (M_n)	109

4.4.3	Hubungan Interaksi Balok Kolom	114
4.5	Perencanaan Sambungan Baut	115
4.5.1	Sambungan Baut pada Lantai 1	115
4.5.2	Sambungan Baut pada Lantai 2,3 dan 4	134
4.6	Analisis Geser pada Panel Zone.....	152
4.6.1	Analisis Geser pada Join (Panel Zone)Portal 6 dan Portal E untuk Lantai 1	152
4.6.2	Analisis Geser pada Join (Panel Zone)Portal 6 dan Portal B untuk Lantai 1	155
4.7	Pelat Dasar Kolom	156
4.8	Pondasi	160
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	167
5.1	Atap	167
5.2	Pelat	169
5.3	Balok	170
5.4	Kolom	171
5.5	Sambungan	172
5.6	Pelat Dasar Kolom	172
5.7	Pondasi	172
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	173
6.1	Kesimpulan	173
6.2	Saran	174
DAFTAR PUSTAKA	175

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 3.1 : Tampang Regangan dan Tegangan Pelat	18
2. Gambar 3.2 : Balok Komposit dengan Konektor Geser	19
3. Gambar 3.3 : Penampang Balok Komposit Jika $a < t_s$	21
4. Gambar 3.4 : Penampang Balok Komposit Jika $a > t_s$	22
5. Gambar 3.5 : Penampang Balok Komposit untuk Momen Tepi	23
6. Gambar 3.6 : Portal Bergoyang	26
7. Gambar 3.7 : Koefisien Gempa Dasar untuk Wilayah 3.....	29
8. Gambar 3.8 : Kolom Kuat Balok Lemah	31
9. Gambar 3.9 : Gaya Geser Pada Ujung Balok	32
10. Gambar 3.10 : Gaya Geser Pada Join	33
11. Gambar 3.11 : Diagram Tegangan Pelat Dasar Kolom	39
12. Gambar 3.12 : Pondasi dan Pelat Dasar Kolom	40
13. Gambar 4.1 : Pembebanan Gording.....	47
14. Gambar 4.2 : Pembebanan Akibat Beban Mati	55
15. Gambar 4.3 : Pembebanan Akibat Beban Hidup	56
16. Gambar 4.4 : Pembebanan Akibat Beban Hujan.....	57
17. Gambar 4.5 : Pembebanan Akibat Beban Angin.....	57
18. Gambar 4.6 : Blok Geser yang Terjadi di Ujung.....	62
19. Gambar 4.7 : Distribusi Beban Merata untuk Portal As 6.....	75
20. Gambar 4.8 : Portal As 6 Akibat Beban Mati dan Beban Hidup.....	77
21. Gambar 4.9 : Distribusi Beban Merata untuk Portal As B.....	78
22. Gambar 4.10 : Portal As B Akibat Beban Mati.....	80
23. Gambar 4.11 : Portal As B Akibat Beban Hidup.....	80

24. Gambar 4.12 : Tampak Atas Denah Portal As 6, As B dan As E.....	85
25. Gambar 4.13 : Distribusi Tegangan Balok Komposit W10 x 19.....	86
26. Gambar 4.14 : Garis Netral Penampang Balok Komposit W10 x 19.....	87
27. Gambar 4.15 : Tampak Atas Denah Portal AS 6, As B, dan As E.....	90
28. Gambar 4.16 : Distribusi Tegangan Balok Komposit W16 x 40.....	91
29. Gambar 4.17 : Garis Netral Penampang Balok Komposit W16 x 40.....	92
30. Gambar 4.18 : Denah Portal As 6, As B, Dan As E.....	94
31. Gambar 4.19 : Distribusi Tegangan Balok Komposit W8 x 15.....	95
32. Gambar 4.20 : Garis Netral Penampang Balok Komposit W8 x 15.....	96
33. Gambar 4.21 : Distribusi Tegangan Balok Komposit W10 x 19.....	100
34. Gambar 4.22 : Garis Netral Penampang Balok Komposit W10 x 19.....	101
35. Gambar 4.23 : Tampang Balok Komposit dengan Konektor Geser Stud.....	103
36. Gambar 4.24 : Penampang Kolom Komposit.....	108
37. Gambar 4.25 : Garis Netral Penampang Balok Komposit	108
38. Gambar 4.26 : Tinjauan Interaksi Aksial dan Geser.....	114
39. Gambar 4.27 : Sambungan Menahan Gaya Tarik Pada Sayap Balok.....	116
40. Gambar 4.28 : Penampang Sambungan dengan Tambahan Profil T.....	119
41. Gambar 4.29 : Sambungan Menahan Tarik pada Sayap Kolom.....	121
42. Gambar 4.30 : Penampang Sambungan pada Sayap Kolom.....	122
43. Gambar 4.31 : Sambungan Menahan Geser pada Badan Balok.....	124
44. Gambar 4.32 : Penampang Sambungan Baut Menahan Geser.....	125
45. Gambar 4.33 : Sambungan Menahan Geser dan Tarik.....	129
46. Gambar 4.34 : Analisa Sambungan Balok.....	131
47. Gambar 4.35 : Analisa Sambungan Balok ke Kolom.....	134

48. Gambar 4.36 : Sambungan Menahan Tarik pada Sayap Balok.....	135
49. Gambar 4.37 : Rencana Penempatan Baut.....	136
50. Gambar 4.38 : Penampang Sambungan dengan Tambahan Profil T.....	137
51. Gambar 4.39 : Penampang Sambungan pada Sayap Kolom.....	140
52. Gambar 4.40 : Sambungan Menahan Geser pada Badan Balok.....	141
53. Gambar 4.41 : Sambungan Menahan Geser dan Tarik.....	147
54. Gambar 4.42 : Analisa Sambungan Balok.....	148
55. Gambar 4.43 : Gaya yang Bekerja pada Panel Zone.....	152
56. Gambar 4.44 : Analisis Geser Panel Zone Portal As 6 dan As E.....	155
57. Gambar 4.45 : Analisis Pelat Dasar Kolom.....	156
58. Gambar 4.46 : Rencana Pemasangan Baut Angkur Pelat Dasar.....	158
59. Gambar 4.47 : Penampang Kritis Pondasi yang Mendukung Kolom.....	160
60. Gambar 4.48 : Analisis Geser Dua Arah Pondasi Telapak.....	162
61. Gambar 4.49 : Analisis Geser Satu Arah pada Pondasi Telapak.....	163
62. Gambar 4.50 : Analisis Momen pada Pondasi Telapak.....	164
63. Gambar 4.51 : Sketsa Perencanaan Pondasi Telapak.....	165

DAFTAR TABEL

1. Tabel 4.1 : Panjang Batang Rangka Kuda – Kuda.....	45
2. Tabel 4.2 : Pembebanan dan Momen Arah x dan Arah y Gording.....	49
3. Tabel 4.3 : Kombinasi Pembebanan LRFD.....	49
4. Tabel 4.4 : Berat Profil Rangka Kuda – Kuda Sendiri.....	54
5. Tabel 4.5 : Beban Sendiri Total Kuda – Kuda.....	54
6. Tabel 4.6 : Koefisien Momen PBI'71.....	66
7. Tabel 4.7 : Koefisien PBI'71	71
8. Tabel 4.8 : Distribusi Gaya Geser Horisontal Total	84
9. Tabel 5.1 : Kuat Rencana dari Profil yang Tersedia	166
10. Tabel 5.2 : Momen Rencana dan Profil untuk Portal As 6 dan As E.....	169
11. Tabel 5.3 : Kuat Rencana Kolom Tiap Lantai	170

DAFTAR NOTASI

Metode Load And Resistance Factor Design :

γ_i = Variabel factor beban yang bergantung pada factor beban .

Q_i = Faktor reduksi kapasitas.

D = Beban mati, kN

L = Beban hidup, kN

E = Beban gempa, kN

W = Beban angin, kN

Analisis Komponen Struktur Tarik :

A_g = Luas penampang kotor, mm^2

A_n = Luas penampang bersih, mm^2

A_e = Luas efektif penampang, mm^2

A_{gs} = Luas penampang kotor yang mengalami pelelehan geser, mm^2

A_{gt} = Luas penampang kotor yang mengalami pelelehan tarik, mm^2

A_{ns} = Luas penampang bersih yang mengalami retakan geser, mm^2

A_{nt} = Luas penampang bersih yang mengalami retakan tarik, mm^2

ϕ_n = Faktor reduksi kekuatan = 0,85

N_n = Kuat tekan nominal, N

Analisis Pelat :

l_n = Panjang bentang bersih, mm

β = Rasio bersih antara bentang panjang dan bentang pendek

f_y = Mutu baja tulangan, Mpa

V_u = Gaya geser terfaktor, N

V_n = Gaya geser nominal, N

V_c = Kuat geser nominal beton, N

Analisis Struktur komposit :

Q_n = Kekuatan nominal salah satu stud, kN

H_s = Tinggi stud, mm

d_s = Diameter stud, mm

A_c = Luas penampang beton, mm^2

A_r = Luas penampang tulangan longitudinal, mm^2

A_s = Luas penampang profil baja, mm^2

E = Modulus elastis baja, Mpa
 E_c = Modulus elastis beton, Mpa
 E_m = Modulus elastis untuk perhitungan kolom komposit, Mpa
 f_{cr} = Tegangan tekan kritis, Mpa
 f_{yr} = Tegangan leleh untuk perhitungan kolom komposit, Mpa
 f_c = Kuat tekan karakteristik beton, Mpa
 k_c = Faktor panjang efektif kolom
 L = Panjang unsure struktur, mm
 r_m = Jari – jari girasi kolom komposit, mm
 W = Berat jenis beton, kg/m^3
 λ_c = Parameter kelangsingan
 ω = Faktor tekuk
 E_c = Modulus elactis kolom, Mpa
 E_g = Modulus elastis balok, Mpa
 I_c = Inersia kolom, mm^4
 I_g = Inersia balok, mm^4
 L_c = Panjang kolom, mm
 L_g = Panjang balok, mm
 M_{nx} = Kuat lentur nominal terhadap sumbu – X, (kN. m)
 M_{ny} = Kuat lentur nominal terhadap sumbu – Y, (kN. m)
 M_{ux} = Kuat lentur perlu terhadap sumbu – X, (kN. m)
 M_{uy} = Kuat lentur perlu terhadap sumbu – Y, (kN. m)
 N_u = Kuat aksial perlu, N
Analisis Beban Gempa :
 C^1 = Koefisien gempa dasar normal
 I = Faktor keutamaan bangunan
 K = Faktor jenis struktur
 Z = Faktor wilayah
 W_t = Berat total bangunan, kN
 T = Waktu getar alami struktur , detik
 H = Tinggi stuktur permukaan yang dikekang , mm
 B = Lebar bangunan , mm

F_i = Gaya gempa lantai i , kN

W_i = Berat lantai i , kN

V = Gaya geser horizontal total, kN

Analisis Portal Rangka :

M_{pb} = Momen plastis balok, kN.m

L_c = Bentang bersih, mm

R_n = Kuat nominal total baut atau alat sambung lain, kN

$M_{D,b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban mati tak terfaktor, kN.m

$M_{L,b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak terfaktor, kN.m

$M_{E,b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban gempa tak terfaktor, kN.m

$M_{kap,b}$ = Momen kapasitas lentur balok, kN.m

$M_{n,b}$ = Kuat lentur nominal balok, kN.m

$V_{u,b}$ = Gaya geser rencana balok portal , kN

$V_{D,b}$ = Gaya geser balok akibat beban mati , kN

$V_{L,b}$ = Gaya geser balok akibat beban hidup , kN

$V_{E,b}$ = Gaya geser balok akibat beban gempa , kN

K = Faktor jenis struktur

$M_{U,k}$ = Kuat lentur kolom portal, kN.m

$M_{D,k}$ = momen kolom akibat beban mati, kN.m

$M_{L,k}$ = Momen kolom akibat beban hidup, kN.m

$M_{E,k}$ = Momen kolom akibat beban gempa, kN.m

ω_d = Faktor pembesar dinamis

α_k = Faktor distribusi momen kolom

$N_{g,k}$ = Gaya aksial kolom akibat beban gravitasi, kN

$N_{E,k}$ = Gaya aksial kolom akibat beban gempa, kN

$V_{u,k}$ = Gaya geser rencana kolom portal , kN

$V_{D,k}$ = Gaya geser kolom akibat beban mati , kN

$V_{L,k}$ = Gaya geser kolom akibat beban hidup , kN

$V_{E,k}$ = Gaya geser kolom akibat beban gempa , kN

h'_k = Tinggi kolom bersih, mm

V_w = Gaya geser pada panel zone, kN

V_c = Gaya geser pada kolom, kN

L_i = Panjang balok sampai ke pusat kolom, mm

L_{bi} = Panjang balok sampai ke ujung kolom, mm

Sambungan :

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

R_n = Kuat nominal baut, kN

f_u^b = Tegangan tarik putus baut, Mpa

A_b = Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir, mm²

n = Jumlah baut

m = Jumlah bidang geser

d_b = Diameter baut nominal pada daerah tak berulir, mm

t_p = Tebal pelat, mm

Plat Dasar Kolom :

A = Luas pelat dasar kolom ,mm²

f_p = Tegangan yang terjadi pada pelat, Mpa

B = Lebar pelat dasar kolom ,mm

N = Panjang pelat dasar kolom ,mm

t = Tebal pelat dasar kolom ,mm

Pondasi :

A = Luas pondasi ,mm²

B = Lebar pondasi ,mm

L = Panjang pondasi ,mm

σ = Tegangan yang terjadi , Mpa

P = Gaya aksial yang terjadi ,kN

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1: Rencana kuda-kuda Gedung UMS
2. Lampiran 2 : Perhitungan Kuda-kuda Akibat Beban Mati, Beban Angin dan Beban Hidup.
3. Lampiran 3 : Tabel Kombinasi Pembebanan Elemen Tekan dan Tarik.
4. Lampiran 4 : Detail Kuda-kuda Joint A, B, C, D, dan E.
5. Lampiran 5 : Denah Ruang Gedung UMS.
6. Lampiran 6 : Rencana Pelat Gedung UMS.
7. Lampiran 7 : Gambar Penulangan Pelat Lantai dan Pelat Atap.
8. Lampiran 8 : Rencana Kolom Gedung UMS.
9. Lampiran 9 : Detail Sambungan Portal 6 Lantai 1 dan Lantai 5.
10. Lampiran 10 : Detail Sambungan Portal 6 Lantai 2, Lantai 3 dan Lantai 4.
11. Lampiran 11 : Detail sambungan Balok Menerus Portal 6.
12. Lampiran 12 : Perhitungan Portal As 6 Akibat Beban Mati dan Beban Hidup.
13. Lampiran 13 : Perhitungan Portal As B Akibat Beban Mati dan Beban Hidup.
14. Lampiran 14 : Momen Rencana Balok Portal As B.
15. Lampiran 15 : Momen Rencana Balok Portal As 6.
16. Lampiran 16 : Momen Rencana Balok Portal As E
17. Lampiran 17 : Hasil Analisis SAP'90 untuk Portal As 6, As B, dan As E.
18. Lampiran 18 : Flow Chart Desain Perencanaan.
19. Lampiran 19 : Data sondir.

INTISARI

Perkembangan ilmu dalam bidang teknik sipil selalu berupaya untuk memperoleh hasil perencanaan struktur yang optimal, hal ini ditunjukkan dengan penggunaan metode perencanaan ultimit yang dirasa lebih mendekati kenyataan daripada penggunaan metode elastis. Perencanaan dengan struktur baja komposit pada intinya adalah penggabungan penggunaan unsure beton (pelat) dan unsure baja (profil) sehingga diharapkan struktur baja komposit mempunyai sifat yang kuat dalam menahan desak dan tarik secara bersamaan. Sesuai dengan perkembangan zaman, perencanaan struktur baja telah menemukan suatu metode perencanaan baru, yaitu berdasarkan kekuatan batas yang biasa disebut metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*) yang di Amerika sudah digunakan sejak tahun 1986. Di Indonesia para praktisi ilmu teknik sipil sudah berupaya untuk menyesuaikan dengan menggunakan metode LRFD sebagai alternatif lain dalam perencanaan struktur baja. Hal ini dibuktikan dengan adanya Draft Peraturan Perencanaan Baja Untuk Gedung tahun 2000 (PPBUG 2000).

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis berpedoman pada Draft Peraturan Perencanaan Baja Untuk Gedung tahun 2000 (PPBUG 2000) dengan gedung kampus Fakultas Teknik dan Ekonomi Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai gedung yang akan penulis rencanakan.

Dari perhitungan perencanaan struktur baja komposit berdasarkan draft Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung 2000 pada tugas akhir ini diperoleh hasil : tebal pelat 15 cm dengan menggunakan tulangan pokok $\varnothing 10 - 105$, balok untuk lantai 1 dan 5 dipakai W 10 x 19 dan untuk lantai 2,3,4 dipakai W 16 x 40, kolom dari lantai 1 sampai lantai 5 dipakai W 16 x 67, sambungan baik sambungan antara kolom dan balok maupun sambungan balok menerus dipakai alat sambung baut dengan diameter $\frac{3}{4}$ in dan pondasi telapak dengan panjang 270 cm dan lebar 270 cm.

BAB I PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu dan teknologi di era sekarang terus bertambah pesat dalam segala bidang, tak terkecuali di bidang ilmu Teknik Sipil. Dahulu manusia membuat rumah tempat tinggalnya dengan menggunakan bahan bangunan yang ada dan mudah didapat seperti kayu, kemudian berkembang setelah ditemukannya beton sebagai bahan yang lebih kuat dan tahan lama dibandingkan dengan kayu. Karena beton hanya kuat dalam menahan desak dan tidak kuat dalam menahan tarik maka digunakan besi tulangan dari baja sebagai bahan yang kuat dalam menahan tarik dalam komponen struktur beton bertulang.

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu dalam bidang teknik sipil di Indonesia dengan segala kelebihan dan kekurangannya membuat penulis merencanakan bangunan gedung dengan menggunakan struktur baja komposit yang menggabungkan unsur beton (pelat) dan unsur baja (profil) sehingga diharapkan mempunyai sifat yang kuat dalam menahan desak dan tarik secara bersamaan.

Perencanaan struktur baja yang dipakai di Indonesia saat ini adalah Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia Tahun 1984, selain itu dipakai juga metode yang disebut dengan metode tegangan kerja yaitu metode ASD (*Allowable Stress Design*), kemudian yang lebih baru yaitu metode plastis.

Sesuai dengan perkembangan zaman, perencanaan struktur baja telah menemukan suatu metode perencanaan baru, yaitu berdasarkan kekuatan batas

yang biasa disebut metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*) yang di Amerika sudah digunakan sejak tahun 1986. Di Indonesia para praktisi ilmu teknik sipil sudah berupaya untuk menyesuaikan dengan menggunakan metode LRFD sebagai alternatif lain dalam perencanaan struktur baja. Hal ini dibuktikan dengan adanya Draft Peraturan Perencanaan Baja Untuk Gedung tahun 2000 (PPBUG 2000).

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis berpedoman pada Draft Peraturan Perencanaan Baja Untuk Gedung tahun 2000 (PPBUG 2000) dengan gedung kampus Fakultas Teknik dan Ekonomi Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai gedung yang akan penulis rencanakan.

1.2 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan bangunan dengan struktur rangka baja komposit menggunakan metode LRFD.

1.3 Manfaat

Manfaat penulisan tugas akhir ini adalah mendapatkan desain struktur bangunan baja komposit yang efisien dalam pemilihan profil dan aman terhadap gaya luar yang terjadi.

1.4 Batasan Masalah

Sebagai batasan ruang lingkup dalam perencanaan gedung yang berpedoman pada gedung kuliah Fakultas Teknik dan Fakultas Ekonomi dalam rangka penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Data denah, susunan ruang dan data tanah diambil dari desain yang sudah ada (laporan Praktek Kerja dari saudara Dicky Yusuf di Proyek Pembangunan

Gedung Ruang Kuliah Fakultas Teknik dan Fakultas Ekonomi di Universitas Muhammadiyah Surakarta),

2. Perencanaan ulang ini meliputi struktur dari atas sampai bawah dengan perencanaan yang baru. Struktur yang digunakan adalah struktur baja komposit, (tidak sama dengan perencanaan yang sudah ada yaitu struktur beton bertulang),
3. Dalam perencanaan ulang ini tidak diperhitungkan adanya Rencana Anggaran Biaya proyek (RAB),
4. Perencanaan ulang ini tidak untuk membandingkan hasil dengan perencanaan yang sudah ada, tetapi perencanaan baru yang seefisien mungkin, dengan tingkat keamanan yang tinggi dan sesuai dengan standar SK-SNI'91 untuk struktur beton bertulang dan mengacu pada draft Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung untuk perencanaan struktur baja,
5. Portal yang ditinjau adalah portal As 6, portal As B dan As E, seperti terlampir pada lampiran 8.
6. Perencanaan atap menggunakan rangka baja dan genteng beton,
7. Perencanaan kolom dan balok menggunakan profil baja sesuai dengan spesifikasi AISC,
8. Perencanaan pondasi menggunakan pondasi jenis telapak (*foot plate*),
9. Struktur baja dengan mutu baja $f_y = 248,22$ Mpa,
10. Mutu beton yang digunakan adalah mutu beton $f'_c = 25$ MPa untuk beton pada struktur pelat dan kolom,
11. Mutu beton yang digunakan adalah mutu beton $f'_c = 27,5$ Mpa untuk pondasi.

12. Baja yang digunakan adalah Mutu $F_y = 360$ Mpa untuk $D > 13$ mm,
13. Baja yang digunakan adalah Mutu $F_y = 240$ Mpa untuk $D < 13$ mm,
14. Tegangan ijin tanah untuk kedalaman 3,8 m dari muka tanah dan lebar pondasi sebesar 2,7 m adalah 444 kN/m^2 diambil dari data sondir sesuai dengan data pada lampiran 19.
15. Perencanaan ulang ini berpedoman pada :
 - a. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung, 1983,
 - b. Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung, 1983,
 - c. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia, 1984,
 - d. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK-SNI T-15-1991-03,
 - e. Draft Tata cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung 2000 ,
 - f. Peraturan lain yang berhubungan dengan perencanaan bangunan yang berlaku untuk bangunan gedung di Indonesia,

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Load and Resistance Factor Design (LRFD)

Load and Resistance Factor Design (LRFD) adalah metode yang digunakan dalam merencanakan struktur berdasarkan pada kekuatan batas , di mana suatu struktur akan berhenti memenuhi fungsi yang diharapkan darinya. (*salmon and johnson, 1992*).

2.2 Pelat

Pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban – beban transversal melalui aksi lentur kemasing – masing tumpuan.(*syahril & wahyudi ,1999*).

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertical dari system struktur. (*sudarmoko,1996*).

Pelat merupakan panel – panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan masuk kedalam balok – balok dan diteruskan kedalam kolom. Dengan demikian ,sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks, sehingga mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan. (*Istimawan ,1996*).

Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek, pelat dibedakan menjadi dua, yaitu : pelat satu arah dan pelat dua arah.

2.2.1 Pelat satu arah

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan sedemikian, sehingga lenturan timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Atau dengan kata lain pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari dua, dengan lenturan utama pada sisi yang lebih pendek. (*Istimawan, 1994*)

2.2.2 Pelat dua arah

Pelat dua arah adalah pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya, dengan lenturan yang akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus, atau perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus kurang dari dua. (*Istimawan, 1994*)

2.3 Balok Komposit

Balok komposit adalah suatu baja profil yang mendukung dan berinteraksi dengan pelat beton dalam menahan beban – beban yang bekerja di atasnya. (*Smith, 1996*)

Balok komposit adalah balok dengan flens lebar (plat beton), secara tipikal membentang 8 – 15 ft diantara balok – balok paralel. (*Salmon & Johnson, 1996*)

2.4 Kolom Komposit

Kolom komposit adalah kolom baja yang dibuat dari potongan baja giling (*rolled*) atau built-up dan dicor didalam beton struktural atau terbuat dari tabung atau pipa baja dan diisi dengan beton struktural. Penampang baja paling tidak harus 4% dari luas total penampang lintang total, jika tidak kolom tersebut harus dirancang sebagai kolom beton bertulang biasa. (*Salmon & Johnson, 1996*)

2.5 Portal

Portal adalah suatu rangka struktur pada bangunan gedung yang harus mampu menahan beban – beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara.

2.6 Pondasi

Pondasi didefinisikan sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menebar beban yang diteruskannya sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak terlampaui (*Istimawan, 1994*)

Pondasi ialah bagian dari suatu system rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya. (*Bowles, 1991*)

Pondasi adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk memindahkan beban-beban pada struktur atas ke tanah. Fungsi ini dapat berlaku secara baik bila

kestabilan pondasi terhadap efek guling, geser, dan daya dukung tanah terpenuhi. (*Wahyudi & Syahril, 1999*)

BAB III LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori dalam tinjauan pustaka yang akan digunakan sebagai tuntunan untuk menganalisis maupun mendesain perencanaan ulang gedung kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta pada tugas akhir yang akan dibahas. Bab ini memuat teori – teori dasar, model matematis maupun uraian secara kualitatif. Untuk keterangan selengkapnya dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.

3.1 Pendahuluan

Struktur baja dapat direncanakan berdasarkan metode elastis (*Elastis Design Method*). Metode ini dikenal pula dengan metode tegangan ijin atau metode tegangan kerja. Selain penggunaan metode elastis struktur baja dapat direncanakan dengan metode perencanaan keadaan batas . Istilah ini meliputi metode yang biasa disebut perencanaan kuat ultimit, perencanaan kekuatan, perencanaan plastis, perencanaan faktor beban dan perencanaan batas. Metode perencanaan dengan pendekatan keadaan batas yang saat ini banyak digunakan dikenal sebagai *Load And Resistance Factor Design (LRFD)*. Metode LRFD resmi digunakan untuk perencanaan struktur baja di Amerika sejak tahun 1986. Dalam penyusunan tugas akhir ini direncanakan struktur akan didesain ulang sebagai struktur baja komposit tahan gempa berdasarkan metode LRFD. Disebabkan di Indonesia belum ada peraturan baja berdasarkan LRFD maka

penyusun mengacu pada draft tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung Indonesia yang sudah disesuaikan dengan metode LRFD.

3.2 Metode Load And Resistance Factor Design (LRFD)

LRFD adalah suatu metode yang berdasarkan pada kekuatan batas (*Ultimit*), yang pada umumnya terbagi dua kategori yaitu kekuatan (*Strength*) dan kemampuan layan (*Serviceability*). Format umum dari spesifikasi LRFD diberikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i \cdot Q_i \dots\dots\dots(3.1)$$

di mana :

γ_i = Variabel faktor beban yang bergantung pada tipe beban.

Q_i = faktor reduksi kapasitas.

Berdasarkan *Konsep Tata Cara Perencanaan Struktur Baja*, beban rencana ditunjukkan oleh persamaan sebagai berikut :

a. $\phi R_n = 1,4 D \dots\dots\dots (3.2)$

b. $\phi R_n = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots (3.3)$

c. $\phi R_n = 1,2 D \pm 0,5 L \pm E \dots\dots\dots (3.4)$

d. $\phi R_n = 0,9 D \pm E \dots\dots\dots (3.5)$

di mana :

D = beban mati

L = beban hidup

E = beban gempa

Faktor resistensi ϕ bervariasi menurut tipe batang dan keadaan batas yang sedang diperhitungkan. Adapun faktor resistensi menurut LRFD sebagai berikut :

1. Batang Tarik :
 - a. $\phi_t = 0,90$ untuk keadaan batas leleh.
 - b. $\phi_t = 0,65$ untuk keadaan batas retakan.
2. Batang Tekan $\phi_c = 0,85$
3. Balok komposit $\phi_b = 0,85$
4. Penyambung Baut :
 - a. $\phi = 0,75$ untuk keadaan kuat tarik
 - b. $\phi = 0,75$ untuk keadaan kuat geser.

3.3 Analisis Komponen Struktur Tarik

Adapun komponen struktur yang memikul gaya aksial terfaktor, N_u harus memenuhi :

$$N_u \leq \phi N_n \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Kuat tarik rencana ϕN_n ditentukan oleh kondisi batas yang mungkin dialami batang tarik, dengan mengambil harga terkecil diantara :

- a. Kondisi Leleh

$$\phi N_n = 0,90 A_g F_y \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

- b. Kondisi fraktur

$$\phi N_n = 0,75 A_c F_u \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

dimana :

A_g = luas penampang kotor

A_c = luas efektif penampang

F_y = tegangan leleh yang digunakan dalam desain

F_u = kekuatan (batas) tarik yang digunakan dalam desain

Selain diperiksa terhadap kegagalan akibat gaya tarik (akibat leleh maupun fraktur), komponen tarik harus pula diperiksa terhadap kemungkinan kegagalan akibat geser maupun kombinasi geser- tarik pada pelat penampang bagian ujung batang yaitu pada bagian sambungan.

Terdapat dua buah kondisi keruntuhan blok geser, yaitu:

1. Pelelehan geser – Retakan tarik.

Bila : $f_u A_{nt} > 0,6 f_u A_{ns}$

$$\phi_t N_n = \phi_t (f_u A_{nt} + 0,6 f_y A_{gs}) \dots\dots\dots (3.9)$$

2. Retakan geser – Pelelehan tarik

Bila : $0,6 f_u A_{ns} > f_u A_{nt}$

$$\phi_t N_n = \phi_t (f_y A_{gt} + 0,6 f_u A_{ns}) \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana :

A_{gs} = Luas bruto yang mengalami pelelehan geser.

A_{gt} = Luas bruto yang mengalami pelelehan tarik.

A_{ns} = Luas bersih yang mengalami retakan geser.

A_{nt} = Luas bersih yang mengalami retakan tarik.

3.4 Analisis Komponen Struktur Tekan

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Striktur Baja Untuk Gedung , komponen yang mengalami gaya tekan konsentrik harus memenuhi persyaratan berikut :

$$N_u \leq \phi_n N_n \dots\dots\dots (3.11)$$

dengan :

ϕ_n = faktor reduksi kekuatan sebesar 0,80

N_n = kuat tekan nominal

Kuat tekan nominal dihitung dengan Persamaan :

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega} \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

dengan :

A_g = luas bruto

N_n = tegangan kritis penampang

Nilai ω merupakan fungsi rasio kelangsingan batas (λ_c):

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{L_k}{r} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \leq 0,25 \quad \dots\dots\dots \text{ maka } \omega = 1 \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\text{Untuk } 0,25 < \lambda_c < 1,2 \quad \dots\dots\dots \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \geq 1,2 \quad \dots\dots\dots \omega = 1,25\lambda_c^2 \quad \dots\dots\dots (3.17)$$

3.5 Analisis Struktur Baja Komposit

Struktur baja komposit didefinisikan sebagai suatu struktur baja yang dibungkus dengan beton (*Encased*), struktur baja yang diisi dengan beton (*Concrete Filled*) atau struktur yang disambung dengan plat beton bertulang.

3.5.1 Analisis Struktur Pelat dengan menggunakan beton

Apabila pelat didukung sepanjang sisi-sisi balok anak dan balok induk, maka dinamakan pelat dua arah di mana lenturan akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus. Namun apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari 2, pelat dapat dianggap hanya bekerja sebagai pelat satu arah dengan lenturan utama pada sisi yang lebih pendek.

3.5.1.1 Penentuan Tebal Pelat

a. Pelat dua arah

Menurut SKSNI T-15-1991-03, rumus pendekatan tebal pelat (h):

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots(3.18)$$

b. Pelat satu arah

$$h_{\min} = \frac{l}{24} \dots\dots\dots (3.19)$$

di mana :

ln = panjang bentang bersih

β = rasio bersih antara bentang panjang dan bentang pendek

f_y = mutu baja tulangan

3.5.1.2 Menentukan Momen Kerja

Dalam merencanakan momen kerja untuk pelat satu arah dapat digunakan pendekatan untuk menghitung momen yang terdapat dalam SKSNI T-15-1991-03. Sedangkan untuk perencanaan untuk momen kerja

dalam pelat dua arah digunakan metode pendekatan dengan metode koefisien momen. Metode ini menggunakan besaran koefisien yang tergantung perbandingan antara l_y dan l_x dan didasarkan pada analisa elastis dengan memperhitungkan pengaruh dari redistribusi yang tidak elastis. Besar momen lentur dalam arah bentang panjang dan pendek adalah :

$$M = 0.001 \cdot x \cdot w_u \cdot l_x^2 \dots\dots\dots (3.20)$$

3.5.1.3 Analisis Penampang Pelat

a. Menentukan spesifikasi mutu bahan :

- Kekuatan leleh baja (F_y) Mpa,
- Kekuatan hancur beton ($f'c$) Mpa, sehingga β_1 :

$$f'c \leq 30 \text{ Mpa} \dots\dots\dots \beta_1 = 0,85 \dots\dots\dots (3.21)$$

$$f'c > 30 \text{ Mpa} \dots\dots\dots \beta_1 = 0,85 - 0,008 (f'c - 30) \geq 0,65 \dots\dots (3.22)$$

- rasio tulangan yaitu :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) ; \rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots (3.23)$$

b. Menentukan tebal pelat menurut SK SNI T-15-1991-03 tebal pelat (non pratekan) dapat ditentukan dengan pendekatan $h_{min} < ht < h_{maks}$. Dalam segala hal tebal pelat minimum untuk pelat dua arah tidak boleh kurang dari harga berikut :

- untuk $\alpha_m < 2,0$ 120 mm
- untuk $\alpha_m \geq 2,0$ 90 mm

$$h_{\min} = \frac{\ln y \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta \left[\alpha_m - 0,12 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]}, \text{ dan} \quad \dots \quad (3.24)$$

tetapi tidak boleh kurang dari

$$h_{\min} = \frac{\ln y \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \quad \dots \quad (3.25)$$

tetapi tidak boleh kurang dari

$$h_{\max} = \frac{\ln y \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36} \quad \dots \quad (3.26)$$

Sedangkan untuk tebal pelat minimum untuk pelat satu arah diambil :

$$h_{\min} = \frac{1}{24} \quad \dots \quad (3.27)$$

- c. Selimut beton untuk tulangan ditentukan menurut SK SNI T-15-1991-03
- d. Menentukan beban-beban menurut spesifikasi pembebanan PPIUG 1983 pada struktur pelat :
- Beban mati (DL),
 - Beban hidup (LL),
 - w_u (beban terfaktor diambil $1,2 DL + 1,6 LL$)
- e. Distribusi gaya untuk pelat dua arah yang ditumpu keempat sisinya merupakan struktur statis tak tentu, momen kerja : $= Mu \ 0,001 \cdot qu \cdot lx^2 \cdot x$.
Dan momen kerja untuk pelat satu arah berdasarkan tabel momen yang terdapat dalam SK SNI T-15-1991-03.

f. Analisis tampang menurut SK SNI T-15-1991-03:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \quad \text{dan} \quad R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \quad \dots\dots\dots (3.28)$$

syarat rasio tulangan $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$:

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \quad \dots\dots\dots (3.29)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \dots\dots\dots (3.30)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \text{dan} \quad \rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \dots\dots\dots (3.31)$$

g. Perhitungan luas tulangan pokok :

Bila $\rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\min}$ dan :

$$1,33 \cdot \rho_{\text{perlu}} \geq \rho_{\min} \quad \text{maka dipakai} \quad \rho_{\text{perlu}} = \rho_{\min}$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\min} \quad \text{maka dipakai} \quad \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot \rho_{\text{perlu}}$$

$$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{tul.susut}}$$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d > A_{s\text{susut}} \quad \dots\dots\dots (3.32)$$

Jarak tulangan ;

$$s = \frac{A_{\phi} \cdot 1000}{A_{s\text{perlu}}} \leq 2 h_t \quad \dots\dots\dots (3.33)$$

h. Untuk menjaga terhadap susut, maka harus dipenuhi : $A_s \geq A_{s\text{sst}}$, di mana

luas tulangan susut minimum :

$$A_{s\text{susut}} = 0,0020 \times b \times h_t \quad \text{untuk mutu baja tulangan } f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$A_{s\text{susut}} = 0,0018 \times b \times h_t \quad \text{untuk mutu baja tulangan } f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$A_{s\text{susut}} = 0,0018 \times b \times h_t \times 400 / f_y \quad \text{untuk mutu baja tulangan } f_y > 400 \text{ MPa}$$

Jarak tulangan susut :

$$s = \frac{A_{\phi} \cdot 1000}{A_{susut}} \leq 5.lit \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.34)$$

i. Kontrol geser menurut SK SNI T-15-1991-03 :

$$Vu \leq \phi Vn \dots\dots\dots (3.35)$$

$$Vn = Vc + Vs \dots\dots\dots (3.36)$$

$$Vc = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d \dots\dots\dots (3.37)$$

$$\phi Vc \geq Vu \dots\dots\dots (3.38)$$

di mana :

Vu = gaya geser terfaktor

Vn = gaya geser nominal.

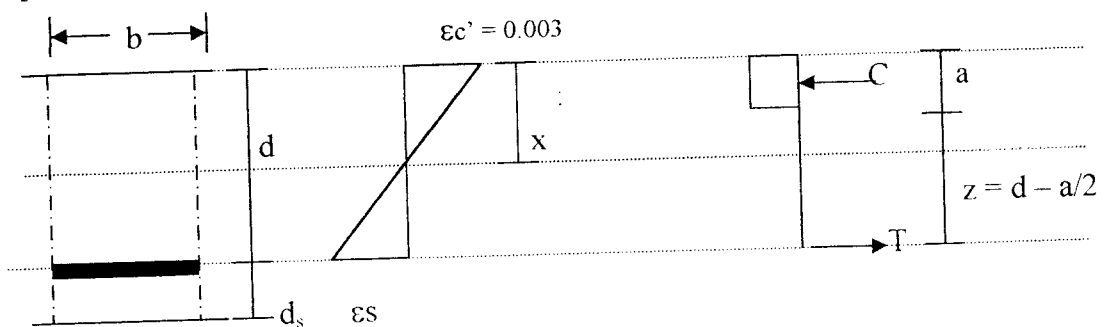
Vc = kuat geser nominal beton

Vu menurut SK-SNI-T-15-1991-03 adalah :

$$\frac{1}{2} 1,15 \cdot wu \cdot ln \dots\dots\dots (3.39)$$

$$\frac{1}{2} \cdot wu \cdot ln \dots\dots\dots (3.40)$$

j. Kontrol Kapasitas



Gambar 3.1 Tampang regangan dan tegangan pelat

$$C = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot a$$

$$T_s = A_s \cdot f_y$$

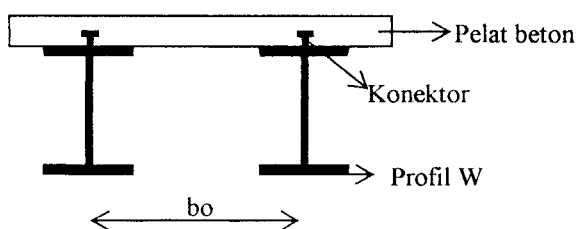
$$\text{Keseimbangan gaya dalam } C = T \text{ memberikan } \rightarrow a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b}$$

$$\phi M_n \text{ total} = \phi T_s (d - a/2) > M_u \quad \dots\dots\dots (3.41)$$

3.6 Analisis Struktur Balok Komposit dengan konektor geser

Balok komposit adalah suatu baja profil yang mendukung dan berinteraksi dengan pelat beton dalam menahan beban-beban yang menahan di atasnya, (*Smith 1996*).

Dalam pelaksanaan konstruksi, struktur komposit dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu konstruksi yang ditopang dengan dukungan sementara (*Shored Construction*) dan konstruksi yang tidak ditopang (*Unshored Construction*). (*salmon and johnson, 1996*)



Gambar 3.2 Balok komposit dengan konektor geser.

3.6.1 Analisis dan Desain Balok Komposit

3.6.1.1 Lebar Efektif

Analisis untuk lebar efektif melibatkan teori elastisitas yang diterapkan pada pelat, dengan menggunakan balok menerus tak hingga diatas tumpuan yang berjarak sama, dengan flens lebar tak hingga yang tebalnya relative kecil dibandingkan dengan kedalaman balok. Gaya

tekan total yang dipikul oleh system ekuivalenya harus sama dengan yang dipikul oleh system yang sesungguhnya.

Lebar efektif diberikan untuk setiap sisi pelat harus diambil berdasarkan nilai terkecil dari :

a. Untuk gelagar interior :

$$b_i \leq \frac{1}{4} L \quad : \quad L = \text{panjang bentang balok}$$

$$b_i \leq b_o \quad : \quad b_o = \text{jarak antara balok yang sama}$$

b. Untuk gelagar eksterior :

$$b_E \leq \frac{1}{8} L$$

$$b_E \leq \frac{1}{2} b_o + (\text{jarak dari pusat ke pinggir slab})$$

3.6.1.2 Kekuatan Nominal Penampang

Kekuatan momen nominal M_n bila slabnya dalam tekan menurut LRFD yang tergantung pada kerampingan badan, untuk

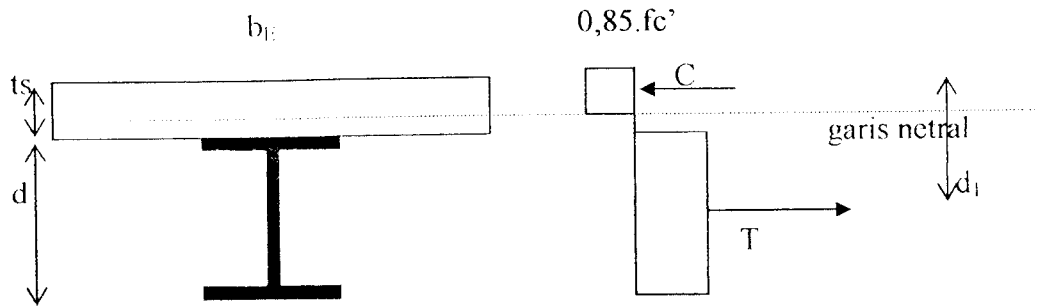
$$\frac{h_c}{t_w} \leq \left(\lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y f}} \right) \text{ maka resitansi untuk balok } \phi_b = 0,85$$

M_n = berdasarkan distribusi tegangan plastis pada penampang komposit.

3.6.1.3 Analisa Momen Positif (Tengah Bentang)

Perhitungan mencari momen nominal untuk kekuatan dalam perencanaan menahan momen positif yang terjadi di tengah bentang dengan metode ultimate ada 2 (dua) kondisi :

a. Lantai beton cukup kuat menahan beban ultimate (garis netral pada slab beton)



Gambar 3.3 Penampang balok komposit jika $a < t_s$

Kuat desak beton ultimate beton C :

$$C = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_E \dots\dots\dots (3.42)$$

Kuat tarik leleh baja T :

$$T = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (3.43)$$

Keseimbangan gaya dalam $C = T$:

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_E = A_s \cdot f_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b_E} \dots\dots\dots (3.44)$$

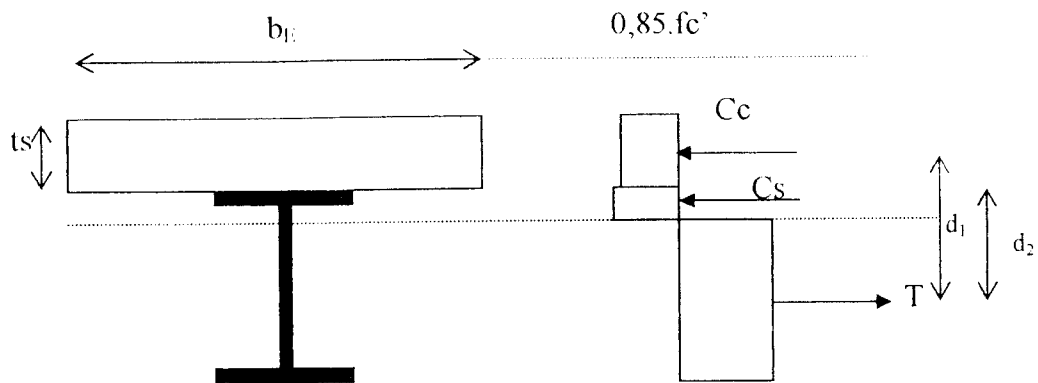
Momen Ultimate / kapasitas momen

$$M_u = C \cdot d_1 \text{ atau} \dots\dots\dots (3.45)$$

$$M_u = T \cdot d_1 \dots\dots\dots (3.46)$$

$$\text{Dengan } d_1 = d/2 + t_s - a/2 \dots\dots\dots (3.47)$$

b. Lantai beton tidak cukup kuat menahan beban ultimate (garis netral pada profil baja)



Gambar 3.4 Penampang balok komposit jika $a > ts$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot ts \cdot b_f; T' < A_s \cdot f_y \quad \dots\dots\dots (3.48)$$

$$T' = C_c + C_s \quad \dots\dots\dots (3.49)$$

$$T' = A_s \cdot f_y - C_s \quad \dots\dots\dots (3.50)$$

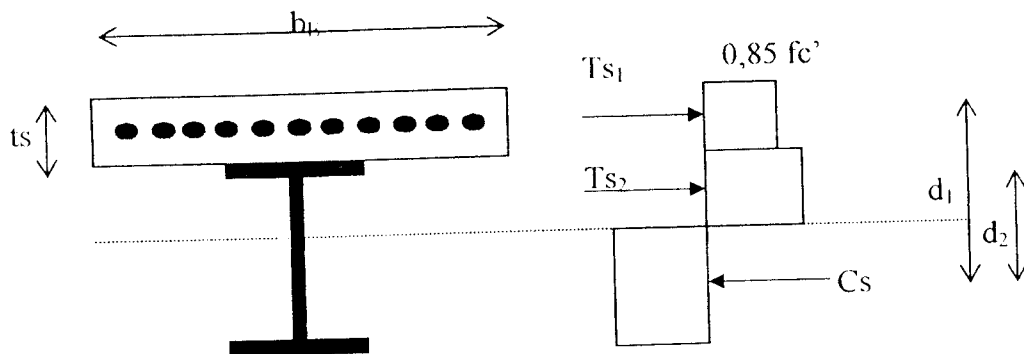
$$C_s = \frac{A_s \cdot f_y - C_c}{2} \quad \dots\dots\dots (3.51)$$

$$C_s = \frac{A_s \cdot f_y - 0,85 \cdot f_c' \cdot ts \cdot b_f}{2} \quad \dots\dots\dots (3.52)$$

$$M_u = C_c \cdot d_1 + C_s \cdot d_2 \quad \dots\dots\dots (3.53)$$

3.6.1.4 Analisa Momen Negatif (Momen Ujung)

Pemakaian baja tulangan pada daerah momen positif mempunyai efek yang kecil, oleh karena itu diabaikan. Tetapi pada daerah momen negative, pemakaian baja tulangan akan mempunyai efek yang dapat membantu momen negative. Oleh karena itu perencanaan balok pada daerah momen negative juga dihitung sebagai baja komposit, dengan memperhatikan baja tulangan yang ada selebar lebar efektif pada pelat beton.



Gambar 3.5 Penampang balok komposit untuk momen tepi

- Batang tulangan susut menambah kekuatan tarik minimal = T_{s1}

$$T_{s1} = A_{s_{sst}} \times F_{y_{sst}} \dots\dots\dots (3.54)$$

- Gaya tekan nominal dalam profil = C_{maks}

$$C_{maks} = A_s \times F_y \dots\dots\dots (3.55)$$

- Karena $C_{maks} > T_s$ berarti tarik terjadi diprofil

$$C_s = C_{maks} - T_{s2} \dots\dots\dots (3.56)$$

$$T_{s1} + T_{s2} = C_s \dots\dots\dots (3.57)$$

$$T_{s2} = \frac{C_{maks} - T_{s1}}{2} \dots\dots\dots (3.58)$$

- Cek tarik terjadi disayap profil :

$$a = \frac{T_s}{F_y \cdot b_f} > t_f \dots\dots\dots (3.59)$$

- Mencari sumbu netral = Y

$$d_1 = d - y + t_s - d_s \dots\dots\dots (3.60)$$

$$d_2 = d - y - a/2 \dots\dots\dots (3.61)$$

$$M_n = T_{s1} \cdot d_1 + T_{s2} \cdot d_2 \dots\dots\dots (3.62)$$

$$\phi M_n = 0,85 M_n \geq M_u \dots\dots\dots (3.63)$$

3.6.1.5 Konektor Geser

Agar sebuah balok baja dan slab beton dapat menjadi satu kesatuan, kedua material harus disambung dengan konektor geser sedemikian rupa antar yang satu dengan yang lainnya sehingga geseran longitudinal (*membujur*) bisa disalurkan diantara keduanya. Kekuatan transfer geser nominal tidak dapat melampaui gaya maksimum yang diberikan beton, yakni :

$$C_{maks} = 0,85 \cdot f_c \cdot b_f \cdot t_s \quad \dots\dots\dots (3.64)$$

Bila gaya maksimum T_{maks} yang dapat terjadi dalam baja kurang dari C_{maks} kekuatan transfer geser maksimumnya akan terjadi .

$$T_{maks} = A_s \cdot F_y \quad \dots\dots\dots (3.65)$$

Dengan demikian, bila kekuatan nominal Q_n dari salah satu konektor geser diketahui, jumlah total N konektor geser yang dibutuhkan diantara titik momen lentur maksimum dan titik momen nolnya adalah:

$$N = \frac{C_{maks}}{Q_n} \text{ atau } \frac{T_{maks}}{Q_n} ;$$

dipilih mana yang lebih kecil sebagai control.....(3.66).

Dalam perencanaan ini digunakan konektor stud baja berkepala yang dilaskan ke sayap. LRFD memberikan persamaan rumus sebagai berikut :

$$Q_n = 0,005 \cdot A_{sc} \sqrt{f_c \cdot E_c} \text{ untuk } \frac{H_s}{d_s} \geq 4 \quad \dots\dots\dots (3.67)$$

dimana : Q_n = kekuatan nominal salah satu stud, kN

H_s = tinggi stud, mm

d_s = diameter stud, mm

Jumlah konektor geser (n) yang diperlukan adalah :

$$n = \frac{V_h}{Q_n},$$

dimana V_h adalah gaya geser horizontal.

3.6.2 Analisis Struktur Kolom Komposit

Kuat rencana kolom komposit yang menumpu beban aksial adalah ϕ_c

N_n , dengan $\phi_c = 0,85$.

$$N_n = A_s \cdot f_{cr} \quad \text{dan} \quad f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} \quad \dots\dots\dots (3.68)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \leq 0,25 \quad \text{maka} \quad \omega = 1 \quad \dots\dots\dots (3.69)$$

$$\text{Untuk } 0,25 < \lambda < 1,2 \quad \text{maka} \quad \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} \quad \dots\dots\dots (3.70)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \geq 1,2 \quad \text{maka} \quad \omega = 1,25\lambda_c^2 \quad \dots\dots\dots (3.71)$$

Dengan :

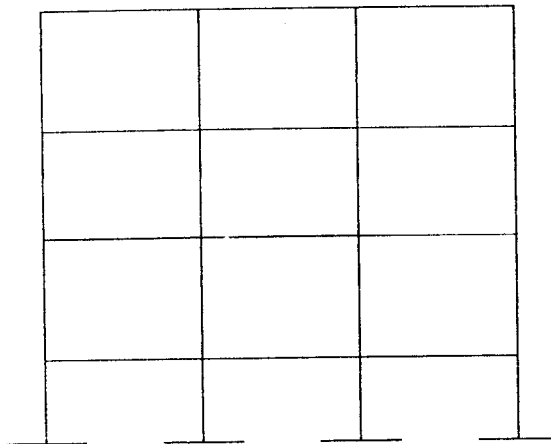
$$\lambda_c = \frac{k_c L}{r_m \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} \quad \dots\dots\dots (3.72)$$

$$f_{my} = f_y + c_1 f_{yr} \left[\frac{A_r}{A_s} \right] + c_2 f'_c \left[\frac{A_c}{A_s} \right] \quad \dots\dots\dots (3.73)$$

$$E_m = E + c_3 E_c \left[\frac{A_c}{A_s} \right] \quad \dots\dots\dots (3.74)$$

$$E_c = 0,041 w^{1,5} \sqrt{f'_c} \quad \dots\dots\dots (3.75)$$

3.6.2.1 Panjang efektif kolom-kolom portal



Gambar 3.6 Portal Bergoyang

Panjang efektif kolom-kolom portal yang bergoyang dan yang tidak bergoyang dapat ditentukan dengan bantuan nomogram panjang efektif yang dibuat oleh *Jackson* dan *Morreland*.. Penggunaan nomogram faktor panjang efektif dijelaskan dengan uraian berikut ini:

- a. Hitung nilai G_a untuk ujung atas dan G_B untuk ujung bawah kolom dengan rumus:

$$G = \frac{\sum \frac{E_c \cdot I_c}{L_c}}{\sum \frac{E_g \cdot I_g}{L_g}} \dots\dots\dots (3.76)$$

dengan :

E_c = modulus elastis kolom

E_g = modulus elastis balok

- b. Pilih nomogram yang sesuai dengan jenis portal.
- c. Hitung G_A dan nilai G_B

- d. Tarik garis lurus dari G_A dan G_B memotong garis vertikal yang berlabel k , dan baca nilai k pada garis vertikal tersebut.

3.7 Analisis Struktur Balok – Kolom Komposit

Suatu batang atau elemen struktur yang dibebani gaya aksial tarik / tekan dan momen lentur, LRFD mensyaratkan harus dikontrol terhadap interaksi gaya aksial – momen dengan rumus :

$$\text{a. Jika } \frac{N_u}{\Phi N_n} \geq 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{\Phi N_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\Phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\Phi_b M_{ny}} \right] \leq 1,0 \quad \dots\dots\dots (3.77)$$

$$\text{b. Jika } \frac{N_u}{\Phi N_n} < 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{2\Phi N_n} + \left[\frac{M_{ux}}{\Phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\Phi_b M_{ny}} \right] \leq 1,0 \quad \dots\dots\dots (3.78)$$

3.8 Analisis Portal

Untuk mendapatkan momen, gaya aksial, dan gaya geser yang bekerja pada portal digunakan program bantu SAP 90. Pada portal dikerjakan beban mati, beban hidup dan beban gempa.

Dikarenakan belum adanya peraturan gempa untuk bangunan baja di Indonesia dengan metode LRFD secara jelas, maka perencanaan struktur baja tahan gempa berikut mengacu pada metode perencanaan gempa untuk struktur baja pada draft seminar nasional tentang gempa dari Ir. Bambang Budiono, ME. Phd.

3.8.1 Analisa Beban Gempa

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa harus menganalisis beban akibat gempa. Pada penulisan tugas akhir ini, metode analisis beban

gempa menggunakan analisis beban gempa ekuivalen static yang sesuai dengan PPTGUG (1978) sebagai berikut,

3.8.1.1 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar merupakan gaya geser horizontal total yang besarnya dipengaruhi oleh persamaan berikut, :

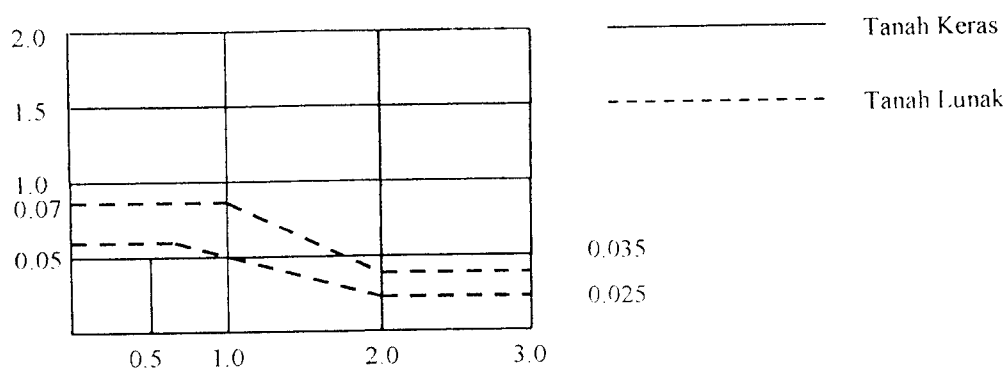
$$E = V_b = C^1 \cdot W_t$$

$$= C^1 I K Z \cdot W_t \dots\dots\dots (3.79)$$

- dimana :
- C^1 = koefisien gempa dasar normal
 - I = faktor keutamaan bangunan
 - K = faktor jenis struktur
 - Z = Faktor wilayah
 - W_t = berat total bangunan

3.8.1.2 Koefisien gempa dasar (C)

Koefisien gempa dasar berfungsi untuk menjamin agar struktur mampu memikul beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan besar pada struktur. Koefisien C tergantung pada frekuensi terjadinya gerakan tanah pada tiap wilayah gempa, waktu getar alami struktur, dan kondisi tanah setempat. Di dalam perencanaan ini, diketahui lokasi yang dihitung termasuk pada lokasi wilayah gempa III sehingga koefisien gempa dasar (C) diperoleh dari gambar sebagai berikut :



Gambar 3.7 Koefisien C dari PPTGUG untuk Wilayah Gempa 3

Koefisien gempa dasar ditentukan sesuai dengan wilayah gempa di mana bangunan berada, dengan memakai waktu getar alami struktur. Untuk struktur gedung komposit, rumus untuk mencari waktu getar alami adalah sebagai berikut ini,

$$T = \frac{0,009H}{\sqrt{B}} \dots\dots\dots(3.80)$$

di mana :

T : waktu getar alami struktur

H : tinggi struktur permukaan yang dikekang

B : lebar bangunan

3.8.1.3 Faktor Keutamaan Gedung

Faktor keutamaan ini dipergunakan untuk memperbesar beban gempa rencana agar struktur dapat memikul beban gempa dengan periode ulang yang panjang atau struktur mempunyai tingkat kerusakan yang lebih kecil. Semakin penting suatu fungsi bangunan semakin besar perlindungan yang harus diberikan.

3.8.1.4 Faktor jenis struktur (K)

Faktor jenis struktur K dimaksudkan agar struktur mempunyai kekuatan lateral yang cukup untuk menjamin bahwa daktilitas yang dituntut tidak lebih besar dari daktilitas yang tersedia pada saat terjadi gempa kuat. Semakin tinggi nilai K, maka semakin rendah kemampuan daktilitasnya. Pada perencanaan ini direncanakan memakai daktilitas penuh, dengan K rencana = 1,0

3.8.1.5 Berat Total Bangunan

Merupakan berat total dari struktur bangunan yang direncanakan ditambah dengan beban hidup.

3.8.1.6 Distribusi gaya geser horizontal

Distribusi gaya geser horizontal (F_i) tergantung pada perbandingan tinggi total struktur (H) terhadap lebar struktur (B) arah yang ditinjau. Adapun distribusinya adalah sebagai berikut :

$$\text{a. Jika } \frac{H}{B} < 3, \text{ maka } F_{\text{atap}} = 0,10 \cdot V ; F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \cdot 0,9V \dots (3.81)$$

$$\text{b. Jika } \frac{H}{B} > 3, \text{ maka } F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \cdot V \dots \dots \dots (3.82)$$

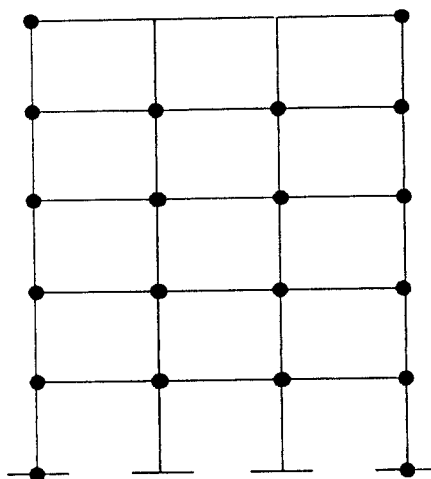
Dimana : F_i = Gaya gempa lantai i

W_i = Berat lantai i

V = Gaya geser horisontal total

3.9 Analisis Portal Rangka

Dipilih mekanisme dalam perencanaan tugas akhir ini adalah mekanisme kolom kuat dan balok lemah, dengan harapan jika balok mengalami keruntuhan terlebih dahulu bangunan belum runtuh karena kekuatan kolom belum terlampaui.



Gambar 3.8 Kolom Kuat Balok Lemah

Tahap perencanaan Kapasitas (setelah dimensi elemen struktur didapat) adalah sebagai berikut :

1. Transfer geser dari balok ke kolom

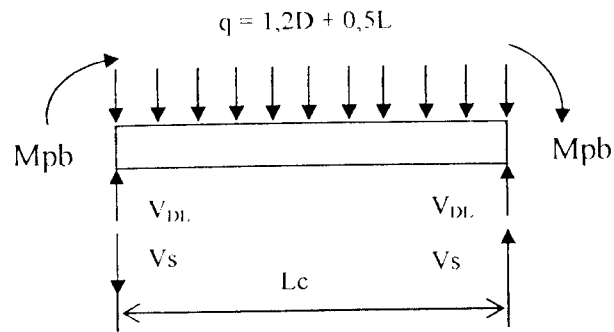
$$V_s = \frac{2M_{pb}}{L_c} \dots\dots\dots (3.83)$$

$$V_u = 1,2D + \frac{2M_{pb}}{L_c} + 0,5L = 1,2D + V_s + 0,5L \dots\dots\dots (3.84)$$

$$V_u \leq V_{s_{max}} \quad ; \quad V_u \leq \Omega_0 V E \dots\dots\dots (3.85)$$

Dimana M_{pb} = momen plastis balok

L_c = bentang bersih



Gambar 3.9 Gaya geser yang terjadi pada ujung balok

Desain sambungan untuk dapat menahan gaya geser sebesar V_u :

$$\phi R_n \geq V_u \dots\dots\dots (3.86)$$

dimana :

$$\phi = 0,9 ; \text{ dan}$$

R_n = Kuat nominal total baut /alat sambung lain.

Persamaan (84) dapat digunakan bila dipenuhi :

$$F_y \cdot b_f \cdot t_f \cdot (d - t_f) > 0,7 M_p \dots\dots\dots (3.87)$$

2 Bahaya tekuk pada kolom.

Akibat transfer gaya dari flens balok maka daerah badan kolom dapat tertekuk dan dihindari sebagai berikut :

$$\phi R_n \geq P_{bf} \dots\dots\dots (3.88)$$

dimana :

$$\phi = 1,0$$

$$R_n = (1,5k + t_{bf}) \cdot f_{yw} \cdot t_w$$

$$P_{bf} = \frac{M_p}{0,95d} = \text{rata-rata gaya pada flens balok}$$

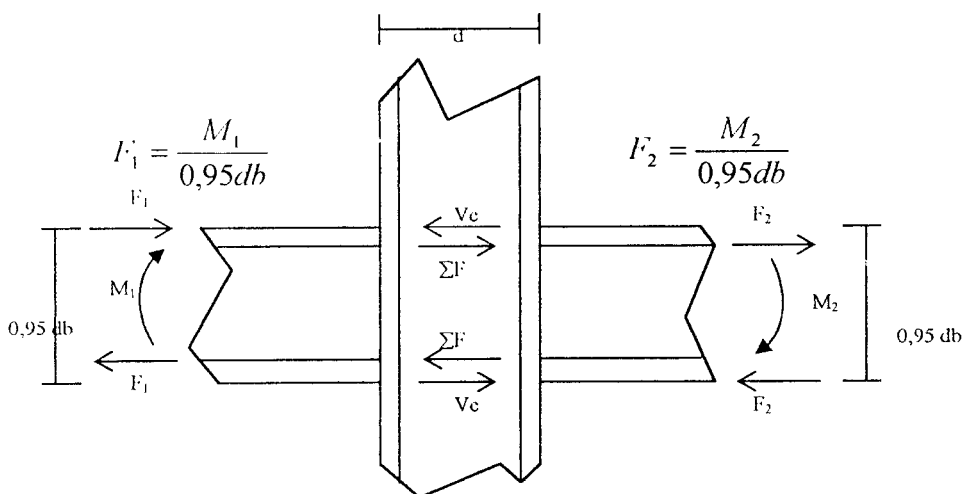
Bila tidak dipenuhi maka harus diadakan plat double (dobel plate) sebagai berikut :

$$t_w + t_{dp} = \left[\frac{M_{pb}}{0,95d} \right] \frac{1}{(sk + t_{bf})f_{vc}} \dots\dots\dots (3.89)$$

k dapat ditentukan = (t_{bf} + r):dimana r adalah jari-jari daerah antara flens dan badan profil balok.

3. Kuat Geser Join (Panel)

Di daerah join terjadi distribusi gaya-gaya seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.10 Gaya geser pada join

Asumsi bahwa titik balik pada tengah-tengah kolom maka :

$$V_c = \frac{M_1 \left(\frac{L_1}{Lc_1} \right) + M_2 \left(\frac{L_2}{Lc_2} \right)}{h} \dots\dots\dots (3.90)$$

$$V_w = (F_1 + F_2) - V_c \dots\dots\dots (3.91)$$

dimana :

$$(I'_1 + I'_2) = \left(\frac{M_1 + M_2}{0,95db} \right) \dots\dots\dots (3.92)$$

$$V_w = \frac{(M_1 + M_2)}{0,95db} \left[\frac{M_1 \left(\frac{I_1}{Lc_1} \right) + M_2 \left(\frac{I_2}{Lc_2} \right)}{h} \right] \dots\dots\dots (3.93)$$

Syarat kekuatan tanpa “ doubler plate “

$$V_w \leq 0,8 \sum R_y \cdot M_p \dots\dots\dots (3.94)$$

Untuk $N_u \leq 0,75 N_y$; dimana $N_y = f_y \cdot A_g$

$$\phi V_u \geq 0,6 \phi v \cdot f_y \cdot d_c \cdot t_p \left[1 + \frac{3h_{cf} \cdot t_{cf}}{d_b \cdot d_c \cdot t_p} \right] \dots\dots\dots (3.95)$$

bila dipasang “ doubler plate ” maka t_p diganti dengan $(t_w + t_{dp})$

Untuk $N_u > 0,75 N_y$

$$\phi V_u \geq V_{plat} \left[1,9 - \frac{1,2 N_u}{N_y} \right] \dots\dots\dots (3.96)$$

Tabel panel (tebal badan kolom) minimum ditentukan sebagai berikut :

$$t_z \geq \frac{(d_z + w_z)}{90} \dots\dots\dots (3.97)$$

4. Strong Coloumn Weak Beam

Untuk $\frac{P_u}{\phi P_n} > 0,4$ maka :

$$\text{Nilai } \phi_c P_n \geq 1,2 P_L + \Omega_0 P_E \text{ (tekan)} \dots\dots\dots (3.98)$$

$$\phi_c P_n \geq 0,9 P_D - \Omega_0 P_E \text{ (tarik)} \dots\dots\dots (3.99)$$

dimana : $|\Omega_0 \cdot P_E| > |0,9 P_D|$

sehingga terjadi tarik dan nilai $\phi t = 0,9$

$$\Omega_0 P_E \text{ dibatasi maksimum } P_E = 1,1 R_y M_{pb} \dots\dots\dots (3.100)$$

Persyaratan lentur “Strong Coloumn Weak Beam”

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} > 1,0 \dots\dots\dots (3.101)$$

$$\sum M^*_{pc} = \sum Z_c (f_{yc} - N_{uc} / A_g) \dots\dots\dots (3.102)$$

$$\sum M^*_{pb} = \sum (1,1 R_y M_{pb} + M_y) \dots\dots\dots (3.103)$$

dimana : $M_y = Vu \times \frac{1}{2}$ lebar total kolom

$$M_{pb} = f_y \cdot Z_b \dots\dots\dots(3.104)$$

3.10 Sambungan

Dalam perencanaan sambungan, baik sambungan antara kolom dengan balok, balok dengan balok, maupun kolom dengan kolom, digunakan baut sebagai alat sambung.

a. Jenis Baut.

Jenis baut yang dapat digunakan adalah baut yang jenisnya ditentukan dalam SII (0589 – 81 ,0647 – 91 dan 0780 – 83) atau SNI (0541 – 89 – A ,0571 – 89 – A dan 0661 – 89 – A) yang sesuai atau penggantinya.

b. Kekuatan Baut.

Suatu baut yang memikul gaya terfaktor R_u , harus memenuhi :

$$R_u \leq \phi R_n \dots\dots\dots(3.105)$$

Dimana :

ϕ = faktor reduksi kekuatan

R_n = kuat nominal baut.

c. Baut dalam Geser

Kuat geser rencana dari satu baut dihitung sebagai berikut :

$$V_d = \phi_f T_u = \phi_f r_f f_u^b A_b \dots\dots\dots (3.106)$$

di mana :

$r_f = 0,5$ untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_f = 0,4$ untuk baut dengan ulir pada bidang geser

$\phi_f = 0,75$ adalah factor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b =$ tegangan tarik putus baut

$A_b =$ luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

Kuat geser nominal baut yang mempunyai beberapa bidang geser (bidang geser majemuk) adalah jumlah kekuatan masing – masing yang dihitung untuk setiap bidang geser.

d. Baut yang memikul gaya tarik

Kuat tarik rencana suatu baut dihitung sebagai berikut :

$$T_d = \phi_f T_u = \phi_f 0,75 f_u^b A_b \dots\dots\dots (3.107)$$

di mana :

$\phi_f = 0,75$ adalah factor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b =$ tegangan tarik putus baut

$A_b =$ luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

e. Baut pada sambungan tipe tumpu yang memikul kombinasi Geser dan

Tarik. Baut yang memikul gaya geser terfaktor, V_u dan gaya tarik terfaktor, T_u secara bersamaan harus memenuhi kedua persyaratan berikut ini :

$$f_w = \frac{T_u}{n \cdot A_b} \leq r_1 \phi_f \cdot f_u^b \cdot m \dots\dots\dots (3.108)$$

$$T_d = \phi_f \cdot T_u = \phi_f \cdot f_t \cdot A_b \geq \frac{T_u}{n} \dots\dots\dots (3.109)$$

$$f_1 \leq f_1 - r_2 \cdot f_w \leq f_2 \dots\dots\dots (3.110)$$

di mana :

ϕ_f = 0,75 adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

n = jumlah baut

m = jumlah bidang geser

Untuk baut mutu tinggi :

f_1 = 807 MPa ; f_2 = 621 MPa

r_2 = 1,9 untuk baut dengan ulir pada bidang geser

r_2 = 1,5 untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

Untuk baut mutu normal :

f_1 = 410 MPa ; f_2 = 310 MPa

r_2 = 1,9

f. Kuat tumpu

Kuat tumpu rencana bergantung pada yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung . Apabila jarak lubang tepi terdekat dengan sisi pelat dalam arah kerja gaya lebih besar dari pada 1,5 kali diameter lubang ,jarak antar lubang legih besar daripada 3 kali diameter lubang, dan ada lebih satu baut dalam arah kerja gaya ,maka kuat rencana tumpu dapat dihitung sebagai berikut :

$$R_d = \phi_f \cdot R_u = 2,4 \cdot \phi_f \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \dots\dots\dots (3.110)$$

di mana :

$\phi_f = 0,75$ adalah factor reduksi kekuatan untuk fraktur

d_b = diameter baut nominal pada daerah tak berulir

t_p = tebal pelat

f_u = tegangan tarik putus yang terendah dari baut atau pelat.

g. Pelat pengisi .

Pada sambungan – sambungan yang tebal pelat pengisinya antara 6 mm sampai dengan 20 mm, kuat geser nominal satu baut harus dikurangi dengan 15 %. Pada sambungan – sambungan dengan bidang geser majemuk yang lebih dari satu pelat pengisinya dilalui oleh satu baut, reduksinya juga harus dihitung menggunakan ketebalan pelat pengisi yang terbesar pada bidang geser yang dilalui oleh baut tersebut.

3.11 Perencanaan Plat Dasar Kolom

Plat dasar terletak diatas pondasi, dan merupakan penahan gaya aksial dari bangunan sebelum dilimpahkan pada pondasi serta menahan momen akibat gaya gempa. Luas untuk plat dasar kolom dicari dengan rumus :

$$A = \frac{Pu}{0,85 \cdot \phi \cdot f'c} \dots\dots\dots (3.111)$$

Selanjutnya perlu dikontrol tegangan yang terjadi pada luasan plat, dengan tegangan plat tersebut \leq tegangan pada landasan plat yaitu beton, hal ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$f_p = \frac{Pu}{A_{plat}} \leq 0,35 f'c \dots\dots\dots (3.112)$$

dengan P_u adalah gaya aksial yang bekerja, A_{plat} adalah luas plat dasar, f'_c adalah mutu beton. Tata letak kolom terhadap plat dasar dapat dihitung dengan rumus :

$$m = \frac{1}{2} (B - 0,95 d)$$

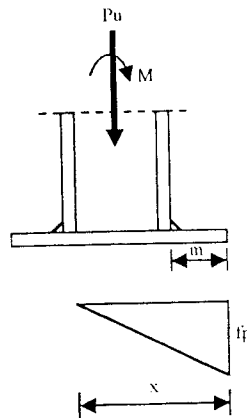
$$n = \frac{1}{2} (N - 0,8 bf)$$

Untuk tegangan yang terjadi pada ujung kolom akibat gaya aksial dan momen pada plat dasar, momenya adalah momen kapasitas plastis penampang, tegangan ini dihitung dengan :

$$f_p = \frac{P_u}{A_{\text{plat}}} + \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot B \cdot N^2} \dots \dots \dots (3.113)$$

dengan : $M = Z_x \cdot F_y$

Selanjutnya direncanakan tebal plat dasar, untuk mencegah terjadinya lendutan pada plat dasar maka perencanaan tebalnya berdasarkan tegangan pada tepi kolom dan ujung plat.



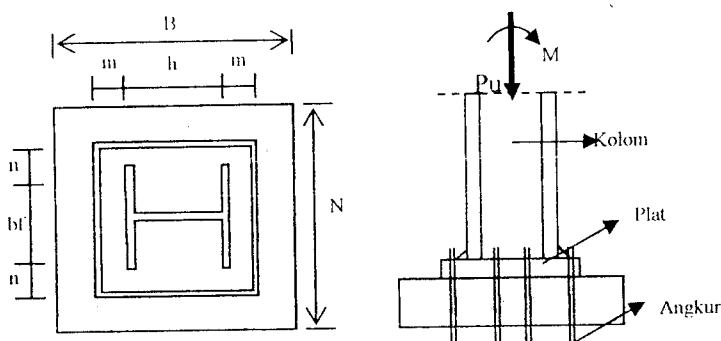
Gambar 3.11 Diagram tegangan plat dasar kolom

Tebal plat dasar yang diperlukan dihitung dengan persamaan :

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot P_u \cdot m^2}{B \cdot N \cdot (0,9) F_y}} \dots \dots \dots (3.114)$$

3.12 PONDASI

Pondasi merupakan unsur penyalur berat struktur pada tanah sehingga harus direncanakan kekuatannya lebih kuat dari pada kolom. Direncanakan pondasi dapat menahan momen dan gaya aksial yang bekerja, seperti terlihat dalam gambar. Dimensinya harus bisa menahan beban hidup, beban mati ataupun beban gempa.



Gambar 3.12 Pondasi dan Plat Dasar Kolom

Perencanaan untuk pondasi secara daktail berdasarkan gaya aksial (P_u) dan momen, momen untuk perencanaan pondasi dihitung berdasarkan rumus berikut ini :

$$M = \beta \cdot Z_x \cdot F_y \dots\dots\dots (3.115)$$

Kemudian untuk mendesain dimensi pondasi dilakukan dengan *trial and error*. Selanjutnya dihitung momen inersia dari dimensi tersebut dengan persamaan :

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \dots\dots\dots (3.116)$$

garis netral pondasi,

$$Y = 0,5 \cdot b$$

Dengan b adalah lebar sisi kolom arah $x - x$

Setelah dimensi pondasi didapat, perhitungan selanjutnya adalah perlu adanya kontrol tegangan yang terjadi pada pondasi tersebut, dengan tegangan tersebut < tegangan ijin tanah.

Persamaan untuk menghitung tegangan adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M.y}{Ix} < \sigma \text{ tanah} \dots\dots\dots (3.117)$$

BAB IV ANALISA DAN DESAIN

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Sukoharjo, tepatnya di Kampus Fakultas Teknik dan Ekonomi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Pabelan, Kartosuro yang terletak pada daerah gempa III dan pondasi terletak pada tanah lunak sehingga koefisien gempanya berkisar antara 0,07

4.1 Analisa dan Desain Struktur Atas

4.1.1 Desain Kuda-Kuda

Direncanakan bentuk dari kuda kuda adalah seperti yang terlampir dalam gambar pada lampiran 1.

Setelah bentuk dari kuda-kuda ini didapat, langkah berikutnya adalah menghitung panjang batang dari masing – masing batang atas, bawah, diagonal dan vertikal seperti yang terlampir dalam lampiran 1.

4.1.1.1 Menghitung Panjang Batang Rangka Kuda-Kuda

Panjang batang atap bawah dengan $\alpha = 30^\circ$

a. Batang atas

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_{11} = A_{12} = A_{13} = A_{14}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{1.3}{A_1} \rightarrow A_1 = \frac{1.3}{\cos 30} = 1.50 \text{ m}$$

$$A_5 = A_6 = A_7 = A_8 = A_9 = A_{10}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{0.933}{A_5} \rightarrow A_5 = \frac{0.933}{\cos 30} = 1.078 \text{ m}$$

b. Batang bawah

$$B_1=B_2=B_9=B_{10}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{1.3}{B_1} \rightarrow B_1 = \frac{1.3}{\cos 30} = 1.50 \text{ m}$$

$$B_3=B_4=B_5=B_6=B_7=B_8$$

$$\cos 30^\circ = \frac{0.933}{B_3} \rightarrow B_3 = \frac{0.933}{\cos 30} = 1.078 \text{ m}$$

c. Batang diagonal

$$D_1=D_2=D_3=D_{10}=D_{11}=D_{12}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{1.3}{D_1} \rightarrow D_1 = \frac{1.3}{\cos 30} = 1.50 \text{ m}$$

$$D_4=D_5=D_6=D_7=D_8=D_9$$

$$\cos 30^\circ = \frac{0.933}{D_1} \rightarrow D_1 = \frac{0.933}{\cos 30} = 1.077 \text{ m}$$

d. Batang vertikal

$$V_1=V_{13}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{V_1}{1.3} \rightarrow V_1 = \tan 30^\circ \times 1.3 = 0.75 \text{ m}$$

$$V_2=V_3=V_4=V_5=V_6=V_7=V_8=V_9=V_{10}=V_{11}=V_{12}$$

$$\text{tg}30^\circ = \frac{V_2}{2.6} \rightarrow V = \text{tg}30^\circ \times 2.6 = 1.5 \text{ m}$$

Panjang batang atap atas dengan $\alpha = 60^\circ$

a. Batang atas

$$A_{15}=A_{16}=A_{17}=A_{18}=A_{19}=A_{20}$$

$$A_{15} = \frac{0.933}{\cos 60^\circ} = 1.866 \text{ m}$$

b. Batang vertikal

$$V_{14} = V_{18}$$

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{V}{0.933} \rightarrow V = \operatorname{tg} 60^\circ \times 0.933 = 1.616 \text{ m}$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{x}{0.933} \rightarrow x = \operatorname{tg} 30^\circ \times 0.933 = 0.5387 \text{ m}$$

$$V_{14} = 1.616 - 0.5387 = 1.078 \text{ m}$$

$$V_{15} = V_{17}$$

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{V}{1.866} \rightarrow V = \operatorname{tg} 60^\circ \times 1.866 = 3.232 \text{ m}$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{x}{1.866} \rightarrow x = \operatorname{tg} 30^\circ \times 1.866 = 1.0773 \text{ m}$$

$$V_{15} = 3.232 - 1.0773 = 2.1547 \text{ m}$$

$$V_{16}$$

$$\operatorname{tg} 60^\circ = \frac{V}{2.8} \rightarrow V = \operatorname{tg} 60^\circ \times 2.8 = 4.848 \text{ m}$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{x}{2.8} \rightarrow x = \operatorname{tg} 30^\circ \times 2.8 = 1.616 \text{ m}$$

$$V_{16} = 4.848 - 1.616 = 3.232 \text{ m}$$

c. Batang diagonal

$$D_{13} = D_{16}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{x}{0.933} \rightarrow x = \tan 30^\circ \times 0.933 = 0.539 \text{ m}$$

$$y = V_{14} - x = 1.078 - 0.539 = 0.539 \text{ m}$$

$$D_{13} = \sqrt{y^2 + 0.933^2} \quad D_{13} = \sqrt{0.539^2 + 0.933^2} = 1.078$$

$$D_{14}=D_{15}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{x}{0.933} \rightarrow x = \tan 30^\circ \times 0.933 = 0.539 \text{ m}$$

$$y = V_{15} - x = 2.1547 - 0.539 = 1.6157 \text{ m}$$

$$D_{13} = \sqrt{y^2 + 0.933^2} \quad D_{13} = \sqrt{1.6157^2 + 0.933^2} = 1.866$$

Kemudian hasil dari perhitungan panjang batang dirangkum dalam table seperti terlihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Panjang Batang Rangka Kuda-Kuda

BATANG	PANJANG (M)
BATANG ATAS	
$A_1=A_2=A_3=A_4=A_{11}=A_{12}=A_{13}=A_{14}$	8 x 1.5 = 12
$A_5=A_6=A_7=A_8=A_9=A_{10}$	6 x 1.078 = 6.468
$A_{15}=A_{16}=A_{17}=A_{18}=A_{19}=A_{20}$	6 x 1.866 = 11.196
BATANG BAWAH	
$B_1=B_2=B_9=B_{10}$	4 x 1.5 = 6
$B_3=B_4=B_5=B_6=B_7=B_8$	6 x 1.078 = 6.468
BATANG VERTIKAL	
$V_1=V_{13}$	2 x 0.75 = 1.5
$V_2=V_3=V_4=V_5=V_6=V_7=V_8=V_9=V_{10}=V_{11}=V_{12}$	11 x 1.5 = 16.5
$V_{14}=V_{18}$	2 x 1.078 = 2.156
$V_{15}=V_{17}$	2 x 2.1547 = 4.3094
V_{16}	3.232
BATANG DIAGONAL	
$D_1=D_2=D_3=D_{10}=D_{11}=D_{12}$	6 x 1.50 = 9.0
$D_4=D_5=D_6=D_7=D_8=D_9$	6 x 1.077 = 6.462
$D_{13}=D_{16}$	2 x 1.078 = 2.156
$D_{14}=D_{15}$	2 x 1.866 = 3.732



4.1.1.2 Desain Gording

Pembebanan gording terdiri dari :

a. Beban mati (D)

- Penutup atap genteng, reng $= 0.5 \text{ kN/m}^2 \times 1.5 \text{ m} = 0.75 \text{ kN/m}$
 $0.5 \text{ kN/m}^2 \times 1,866 \text{ m} = 0,933 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri gording $C_{6 \times 10,5} = 0,153 \text{ kN/m}$
 $q_D = 0,903 \text{ kN/m dan } 1,086 \text{ kN/m}$

b. Beban Hidup (L)

- Beban pekerja pada atap $= 1 \text{ kN}$

c. Beban air hujan (R)

- Beban air hujan $= q_r = (40 - 0.8 \times 30^\circ) \text{ kg/m}^2 \times 1.50 = 0.24 \text{ kN/m}$
 $q_r = 0.240 \text{ kN/m}$

d. Beban angin (W)

- Angin tiup

$$q_{w \text{ tiup}} = (0.02 \times 30 - 0.4) \times 60 \times 1.50 = 0.18 \text{ kN/m}$$

$$q_{w \text{ tiup}} = (0.02 \times 60 - 0.4) \times 60 \times 1,866 = 0.896 \text{ kN/m}$$

$$q_{w \text{ tiup}} = 1.076 \text{ kN/m}$$

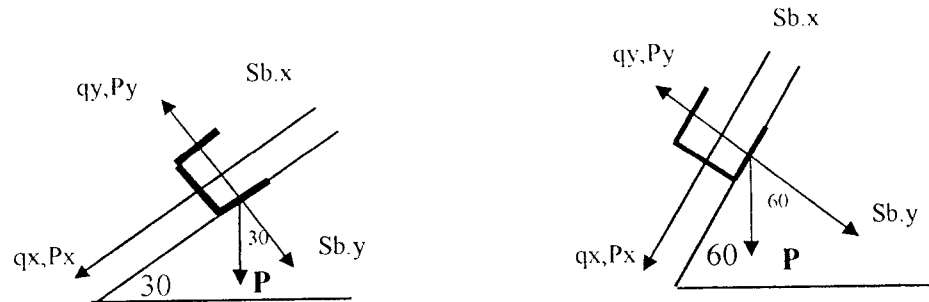
- Angin hisap

$$q_{w \text{ hisap}} = -0.4 \times 60 \times 1.50 = -0.36 \text{ kN/m}$$

$$q_{w \text{ hisap}} = -0.4 \times 60 \times 1,866 = -0.4478 \text{ kN/m}$$

$$q_{w \text{ hisap}} = -0.8078 \text{ kN/m}$$

Pembebanan gording, menurut arah sumbu x (sejajar sumbu gording) dan menurut arah sumbu y (tegak lurus gording) seperti pada gambar x.xx berikut :



Gambar 4.1 Pembebanan gording

Pembebanan dan momen arah sumbu x dan sumbu y gording :

- Pembebanan sejajar gording

$$q_x = q \times \sin 30 = 0.903 \times \sin 30 = 0.4515 \text{ kN/m}$$

$$q_x = q \times \sin 60 = 1.086 \times \sin 60 = 0.9405 \text{ kN/m}$$

$$P_x = 1 \times \sin 30 = 0.5 \text{ kN}$$

$$P_x = 1 \times \sin 60 = 0.8667 \text{ kN}$$

- Pembebanan tegak lurus gording

$$q_y = q \times \cos 30 = 0.903 \times \cos 30 = 0.782 \text{ kN/m}$$

$$q_y = q \times \cos 60 = 1.086 \times \cos 60 = 0.543 \text{ kN/m}$$

$$P_y = 1 \times \cos 30 = 0.866 \text{ kN}$$

$$P_y = 1 \times \cos 60 = 0.50 \text{ kN}$$

- Momen sejajar gording

$$M_x = 1/8 \times 0.4515 \times 4^2 = 0.903 \text{ kN.m}$$

$$M_x = 1/8 \times 0.9405 \times 4^2 = 1.881 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/4 \times 0.5 \times 4 = 0.5 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/4 \times 0.8667 \times 4 = 0.8667 \text{ kN.m}$$

- Momen tegak lurus gording

$$M_y = 1/8 \times 0.782 \times 4^2 = 1.564 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/8 \times 0.543 \times 4^2 = 1.086 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/4 \times 0.866 \times 4 = 0.866 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/4 \times 0.50 \times 4 = 0.50 \text{ kN.m}$$

Beban Hujan (R)

$$q_x = 0.24 \times \sin 30 = 0.12 \text{ kN/m}$$

$$q_x = -0.149 \times \sin 60 = -0.129 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 0.24 \times \cos 30 = 0.2078 \text{ kN/m}$$

$$q_y = -0.149 \times \cos 60 = -0.0745 \text{ kN/m}$$

$$M_x = 1/8 \times 0.12 \times 4^2 = 0.24 \text{ kN.m}$$

$$M_x = 1/8 \times -0.129 \times 4^2 = -0.258 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/8 \times 0.2078 \times 4^2 = 0.4156 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/8 \times -0.0745 \times 4^2 = -0.149 \text{ kN.m}$$

Beban angin (W)

- Tiup

$$q_x = 0$$

$$q_y = 0.18 \times \cos 30 = 0.1558 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 0.896 \times \cos 60 = 0.448 \text{ kN/m}$$

$$M_x = 0$$

$$M_y = 1/8 \times 0.1558 \times 4^2 = 0.3116 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/8 \times 0.448 \times 4^2 = 0.896 \text{ kN.m}$$

- Hisap

$$q_x = 0$$

$$q_y = -0.36 \times \cos 30 = -0.3117 \text{ kN/m}$$

$$q_y = -0.4478 \times \cos 60 = -0.2239 \text{ kN/m}$$

$$M_x = 0$$

$$M_y = 1/8 \times -0.3117 \times 4^2 = -0.6234 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1/8 \times -0.2239 \times 4^2 = -0.4478 \text{ kN.m}$$

Selanjutnya pembebanan dan momen yang terjadi dirangkum dalam table seperti dalam tabel 4.2 dan 4.3 berikut ini :

Tabel 4.2 Pembebanan dan Momen Arah sumbu x dan sumbu y gording.

No	Jenis Pembebanan	q_x/P_x (kN/m)	q_y/P_x (kN/m)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	
1	Beban Mati (D)	0.4515	0.782	0.903	1.564	
		0.9405	0.543	1.881	1.086	
2	Beban Hidup (L)	0.5	0.866	0.5	0.866	
		0.8667	0.50	0.8667	0.50	
3	Beban Hujan (R)	0.12	0.2078	0.24	0.4156	
4	Beban Angin (W)					
		Tiup	0	0.1558	0	0.3116
				0.448		0.896
		Hisap	0	-0.3117	0	-0.6234
			-0.2239		-0.4478	

Tabel 4.3 Kombinasi pembebanan LRFD

No	Kombinasi Pembebanan	$M_{u,x}$ (kN.m)	$M_{u,y}$ (kN.m)
1	1.4 MD	1.2642	2,1896
		2.6334	1.5204
2	1.2MD + 0.5ML	1.336	2.3098
		2.69055	1.5532
3	1.2MD + 0.5MR	1.2036	2,0846
4	1.2MD + 1.6ML + 0.8MW _{tiup}	1.8836	3.51168
		3.64392	2.82
5	1.2MD + 1.6ML + 0.8MW _{hisap}	1.8836	3.76112
		3.6439	2,4614

6	1.2MD + 1.3MW _{tiup} + 0.5 ML	1.3336	2.71488
		2.69055	2.718
7	1.2MD + 1.3MW _{bisap} + 0.5 ML	1.3336	3,12022
		2.69055	2.13534

Pendimensian gording

a. Tinjauan searah sumbu x (sejajar gording)

$M_{u,x} = 3.6439$ kN.m (kombinasi terbesar), diambil $F_y = 240$ Mpa, asumsi penampang kompak.

Kekuatan desainnya adalah $= \phi_b \cdot Z_y \cdot F_y \geq M_{u,x}$

$$Z_y = \frac{M_{u,x}}{\phi_b \cdot F_y} = \frac{3.6439 \cdot 10^6}{0.9 \times 240} = 16869,907 \text{ mm}^3 = 1.029 \text{ in}^3$$

Pilih profil dari table LRFD :

Coba $C_{6 \times 10.5}$ dengan section properties sebagai berikut :

$$Z_y = 1.15 \text{ in}^3 = 18845.12 \text{ mm}^3 > 16869,907 \text{ mm}^3$$

Cek batas penampang kompak untuk C shape :

Untuk sayap :

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{51.6636}{8.7122} = 5.93 < \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{240} = 10.97 \rightarrow \text{OK}$$

$$\lambda = \frac{hc}{tw} = \frac{111.125}{7.9756} = 13.93 < \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = \frac{1680}{240} = 108.44 \rightarrow \text{OK}$$

b. Tinjauan searah sumbu x (sejajar gording)

$M_{u,y} = 3,76112$ kN.m (kombinasi terbesar), diambil $F_y = 240$ Mpa, asumsi penampang kompak.

Kekuatan desainnya adalah $= \phi_b \cdot Z_y \cdot F_y \geq M_{u,x}$

$$Z_x = \frac{M_{u,y}}{\phi_b \cdot I_y} = \frac{3.76112 \cdot 10^6}{0.9 \cdot 240} = 17412,592 \text{ mm}^3 = 1,062 \text{ in}^3$$

Pilih profil dari table LRFD :

Coba C_{6x10,5} dengan section properties sebagai berikut :

$$Z_x = 6.15 \text{ in}^3 = 100780.44 \text{ mm}^3 > 17412,592 \text{ mm}^3$$

c. Cek lendutan sejajar gording :

- $q_x = 1,2 q_{D_x} + 1,6 q_{L_x} = 1,2 \times 0.9405 + 1,6 \times 0 = 1.1286 \text{ kN/m}$
- $P_x = 1,2 P_{D_x} + 1,6 P_{L_x} = 1,2 \times 0 + 1,6 \times 0.8667 = 1.38672 \text{ kN}$
- Panjang gording = $L = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$
- $E = 200000 \text{ Mpa}$
- $I_y = 0.866 \text{ in}^4 = 360456.4 \text{ mm}^4$

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

$$\Delta_x = \frac{5 \cdot 1,1286 \cdot 4000^4}{384 \cdot 200000 \cdot 360456,4} + \frac{1,38672 \cdot 10^3 \cdot 4000^3}{48 \cdot 200000 \cdot 360456,4} = 52,184 + 25.647$$

$$= 77,831 \text{ mm} > L/360 = 4000/360 = 11.11 \text{ mm (Tidak Aman)}$$

- Perlu dipasang sagrod pada 1/3 bentang gording sehingga : $L = 4000/3 = 1333.33 \text{ mm}$
- Cek kembali lendutan :

$$\Delta_x = \frac{5 \cdot 1,1286 \cdot 1333,33^4}{384 \cdot 200000 \cdot 360456,4} + \frac{1,38672 \cdot 10^3 \cdot 1333,33^3}{48 \cdot 200000 \cdot 360456,4} = 0.644 + 0.949$$

$$= 1,593 \text{ mm} < 1333,33/360 = 3,763 \text{ mm (aman)}$$

d. Cek lendutan sejajar gording :

- $q_y = 1,2 qD_y + 1,6 qL_y + 0,8 qW_{y_{tump}} = 1,2 \times 0,782 + 1,6 \times 0 + 0,8 \times 0,448 = 1,2968 \text{ kN/m}$

- $P_y = 1,2 PD_y + 1,6 PL_y + 0,8 P'W_{y_{tump}} = 1,2 \times 0 + 1,6 \times 0,866 + 0,8 \times 0 = 1,3856 \text{ kN}$

- Panjang gording = $L = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$

- $E = 200000 \text{ Mpa}$

- $I_x = 15,2 \text{ in}^4 = 6326717,67 \text{ mm}^4$

$$\Delta_y = \frac{5 \cdot q_{u,y} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_{u,y} \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$\Delta_y = \frac{5 \cdot 1,2968 \cdot 4000^4}{384 \cdot 200000 \cdot 6326717,67} + \frac{1,3856 \cdot 10^3 \cdot 4000^3}{48 \cdot 200000 \cdot 6326717,67} = 3,416 + 1,460$$

$$= 4,876 \text{ mm} > L/360 = 4000/360 = 11,11 \text{ mm (Aman)}$$

- \therefore profil C $6 \times 10,5$ dapat dipakai dengan memasang sagrod di tiap 1/3 bentang kuda-kuda.

4.1.1.3 Perencanaan Sagrod

Pembebanan sagrod

a. Beban mati (D)

- Beban penutup atap = $0,5 \text{ kN/m}^2 \times 11,598 \times 4 = 23,196 \text{ kN}$

- Beban gording = $0,153 \text{ kN/m}^2 \times 4 \times 6 = 3,672 \text{ kN}$

- Beban sagrod taksiran = $0,05 \text{ kN/m} \times 11,598 = 0,599 \text{ kN}$

$$PD = 27,4479 \text{ kN}$$

b. Beban hidup (L)

- Beban pekerja = PL = 1 kN x 6 pekerja tiap gording = 6 kN

c. Beban hujan (R)

- Beban hujan = PR = 0,1464 kN/m² x 11,598 x 4 = 6,792 kN

Kombinasi pembebanan terbesar (Nu) :

$$Nu = 1,2 PD + 1,6 PL + 0,5 PR$$

$$= 1,2 \cdot 27,4479 + 1,6 \cdot 6 + 0,5 \cdot 6,792 = 45,934 \text{ kN}$$

$$Nu_x = 45,934 \cdot \sin 30 = 22,970 \text{ kN}$$

$$Nu \leq \phi \cdot Nn$$

$$Nu \leq 0,9 \cdot Ag \cdot Fy$$

Mencari luas perlu (Ag) :

$$Ag = \frac{Nu}{0,9 \cdot Fy} = \frac{45,934 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 240} = 212,657 \text{ mm}^2$$

$$Ag = \frac{1}{4} \pi D^2 \rightarrow 212,657 = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Mencari diameter sagrod :

$$D^2 = \frac{212,657}{\frac{1}{4} \pi} = 270,763 \text{ mm}^2, \text{ sehingga } D = 16,454 \text{ mm},$$

$$\text{diambil } D = 19,05 \text{ mm} = \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$Ag = \frac{1}{4} \pi 19,05^2 = 284,88 \text{ mm}^2 > 212,657 \text{ mm}^2$$

Dari tabel didapat berat sendiri = 0,02 kN/m < berat taksiran = 0,05 kN/m

4.1.1.4 Perencanaan Rangka Baja Kuda-Kuda

Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda :

1. Perencanaan berat sendiri kuda-kuda

Profil rangka baja direncanakan terlebih dahulu untuk mendapatkan berat sendiri seperti yang tercantum di dalam tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Berat profil rangka kuda-kuda sendiri

Nama Batang	Profil L	Berat (q)(KN/m)
Batang Atas (A)	2.70.70.7	0.1476
Batang Bawah (B)	2.70.70.7	0.1476
Batang Diagonal (D)	2.60.60.6	0.1084
Batang Vertikal (V)	2.50.50.5	0.0754

Perencanaan beban sendiri kuda-kuda :

Setelah didapat berat sendiri untuk setiap profil yang direncanakan , maka berat sendiri kuda-kuda dapat dicari dengan mengalikan berat profil sendiri dengan panjang batang. Lebih jelasnya perencanaan berat sendiri kuda – kuda seperti terlampir dalam table 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Berat sendiri total kuda-kuda :

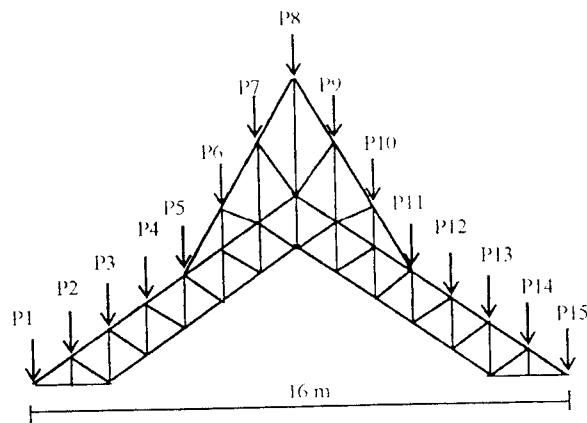
Nama Batang	Panjang (L), (m)	P = q . L (kN)
Batang Atas (A)	29,664	4,3784
Batang Bawah (B)	12,468	1,8403
Batang Diagonal (D)	21.350	2.3140
Batang Vertikal (V)	27,6974	2,0884
	P total =	10,6211

$$P_{\text{profil + plat buhul}} = 10,6211 \times 1,20 = 12,7450 \text{ kN}$$

Beban titik masing-masing joint oleh berat sendiri :

$$P = 12,7450 / 15 = 0,8496 \text{ kN}$$

Perencanaan Beban Mati Kuda-Kuda :



Gambar 4.2 Pembebanan akibat beban mati

• Beban titik P_8 :

– Berat sendiri	$= 1,866 \cdot 0,8496$	$= 1,5853 \text{ kN}$
– Berat penutup atap	$= 0,5 \cdot 1,866 / 2 \cdot 4$	$= 1,866 \text{ kN}$
– Berat gording	$= 0,153 \cdot 4 \cdot 1,20$	$= 0,7344 \text{ kN}$
– Berat sagrod	$= 0,022 \cdot 1,866 \cdot 3 \cdot 1,20$	$= 0,1477 \text{ kN}$
		$P_8 = 4,3334 \text{ kN}$

• Beban titik $P_6 = P_7$

– Berat sendiri		$= 0,8496 \text{ kN}$
– Berat penutup atap	$= 0,5 \cdot 1,866 \cdot 4$	$= 3,732 \text{ kN}$
– Berat gording	$= 0,153 \cdot 4 \cdot 1,20$	$= 0,7344 \text{ kN}$
– Berat sagrod	$= 0,022 \cdot 1,866 \cdot 3 \cdot 1,20$	$= 0,1477 \text{ kN}$
		$P_6 = P_7 = 5,4637 \text{ kN}$

• Beban titik P_5 :

– Berat sendiri		$= 0,8496 \text{ kN}$
– Berat penutup atap	$= 0,5 \cdot 1,866 / 2 \cdot 4$	$= 1,866 \text{ kN}$

- Berat gording	$= 0,153 \cdot 4 \cdot 1,20$	$= 0,7344 \text{ kN}$
- Berat sagrod	$= 0,022 \cdot 1,866 \cdot 3 \cdot 1,20$	$= 0,1477 \text{ kN}$
- Berat penutup atap	$= 0,5 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 4$	$= 1,5 \text{ kN}$
- Berat sagrod	$= 0,022 \cdot 1,5/2 \cdot 3 \cdot 1,20$	$= 0,0594 \text{ kN}$
		$P_5 = 5,1571 \text{ kN}$

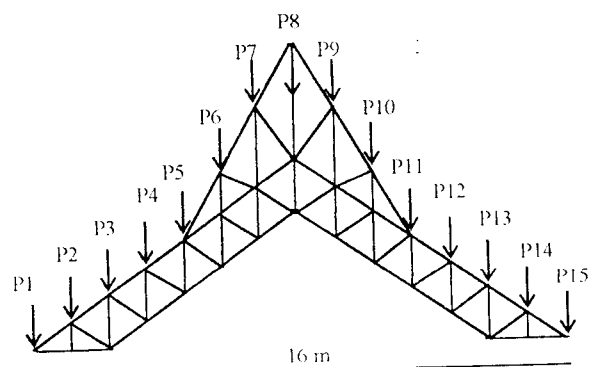
• Beban titik P_2, P_3, P_4 :

- Berat sendiri		$= 0,8496 \text{ kN}$
- Berat penutup atap	$= 0,5 \cdot 1,50 \cdot 4$	$= 3,0 \text{ kN}$
- Berat gording	$= 0,153 \cdot 4 \cdot 1,20$	$= 0,7344 \text{ kN}$
- Berat sagrod	$= 0,022 \cdot 1,50 \cdot 3 \cdot 1,20$	$= 0,1188 \text{ kN}$
		$P_{2,3,4} = 4,7028 \text{ kN}$

• Beban titik P_1

- Berat sendiri	$=$	$= 0,8496 \text{ kN}$
- Berat penutup atap	$= 0,5 \cdot 1,50/2 \cdot 4$	$= 1,5 \text{ kN}$
- Berat gording	$= 0,153 \cdot 4 \cdot 1,20$	$= 0,7344 \text{ kN}$
- Berat sagrod	$= 0,022 \cdot 1,50 \cdot 3 \cdot 1,20$	$= 0,1188 \text{ kN}$
		$P_1 = 3,2028 \text{ kN}$

Perencanaan beban hidup kuda-kuda

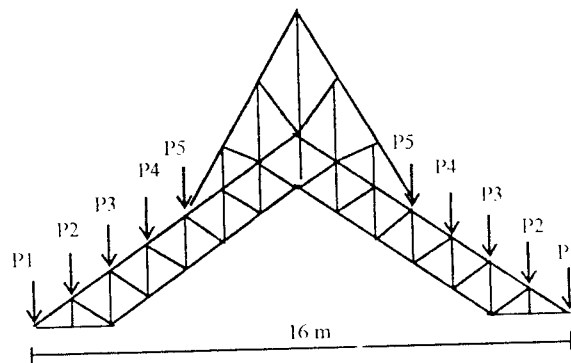


Gambar 4.3 Pembebanan akibat beban hidup

$$P_2 - P_8 = 1 \text{ kN}$$

$$P_1 = P_{15} = 2 \text{ kN}$$

Perencanaan beban air hujan kuda-kuda:



Gambar 4.4 : Pembebanan akibat air hujan.

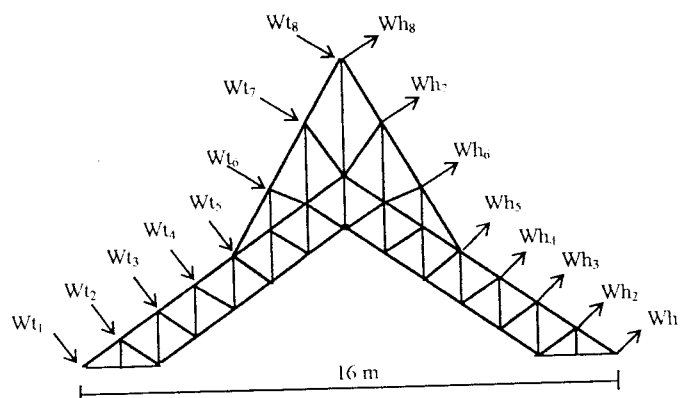
Karena kuda – kuda bagian atas sudutnya 60^0 , sesuai dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk sudut diatas 50^0 beban hujan tidak perlu ditinjau.

Perencanaan beban air hujan :

$$P_5 = 0,01 \cdot (40 - 0,8 \cdot 30) \times (1,50/2 \cdot 4) = 0,48 \text{ kN}$$

$$P_{1,2,3,4} = 0,01 \cdot (40 - 0,8 \cdot 30) \times (1,50 \cdot 4) = 0,96 \text{ kN}$$

Perencanaan beban angin :



Gambar 4.5 : Pembebanan akibat beban angin.

Beban angin :

P_8 :

$$\text{Tiup angin} = (0,02 \cdot 60 - 0,4) \cdot 0,6 \cdot (1,866/2 \cdot 4) = 1,791 \text{ kN}$$

$$W_y = 1,791 \cdot \cos 60 = 0,8956 \text{ kN}$$

$$W_x = 1,791 \cdot \sin 60 = 1,551 \text{ kN}$$

$$\text{Hisap angin} = -0,4 \cdot 0,6 \cdot (1,866/2 \cdot 4) = 0,8956 \text{ kN}$$

$$W_y = 0,8956 \cdot \cos 60 = 0,4478 \text{ kN}$$

$$W_x = 0,8956 \cdot \sin 60 = 0,7756 \text{ kN}$$

$P_6 = P_7$:

$$\text{Tiup angin} = (0,02 \cdot 60 - 0,4) \cdot 0,6 \cdot (1,866 \cdot 4) = 3,5827 \text{ kN}$$

$$W_y = 3,5827 \cdot \cos 60 = 1,791 \text{ kN}$$

$$W_x = 3,5827 \cdot \sin 60 = 3,1027 \text{ kN}$$

$$\text{Hisap angin} = -0,4 \cdot 0,6 \cdot (1,866 \cdot 4) = 1,791 \text{ kN}$$

$$W_y = 1,791 \cdot \cos 60 = 0,8955 \text{ kN}$$

$$W_x = 1,791 \cdot \sin 60 = 1,551 \text{ kN}$$

P_5 :

$$\text{Tiup angin} = (0,02 \cdot 60 - 0,4) \cdot 0,6 \cdot (1,866/2 \cdot 4) = 1,791 \text{ kN}$$

$$W_y = 1,791 \cdot \cos 60 = 0,8956 \text{ kN}$$

$$W_x = 1,791 \cdot \sin 60 = 1,551 \text{ kN}$$

$$\text{Hisap angin} = -0,4 \cdot 0,6 \cdot (1,866/2 \cdot 4) = 0,8956 \text{ kN}$$

$$W_y = 0,8956 \cdot \cos 60 = 0,4475 \text{ kN}$$

$$W_x = 0,8956 \cdot \sin 60 = 0,776 \text{ kN}$$

P_5 :

$$T_{iup\ angin} = (0,02 \cdot 30 - 0,4) \cdot 0,6 \cdot (1,50/2 \cdot 4) = 0,36 \text{ kN}$$

$$W_y = 0,36 \cdot \cos 30 = 0,312 \text{ kN}$$

$$W_x = 0,36 \cdot \sin 30 = 0,18 \text{ kN}$$

$$H_{isap\ angin} = -0,4 \cdot 0,6 \cdot (1,50/2 \cdot 4) = -0,72 \text{ kN}$$

$$W_y = -0,72 \cdot \cos 30 = 0,624 \text{ kN}$$

$$W_x = -0,72 \cdot \sin 30 = 0,36 \text{ kN}$$

P₂– P₄ :

$$T_{iup\ angin} = (0,02 \cdot 30 - 0,4) \cdot 0,6 \cdot (1,50 \cdot 4) = 0,72 \text{ kN}$$

$$W_y = 0,72 \cdot \cos 30 = 0,623 \text{ kN}$$

$$W_x = 0,72 \cdot \sin 30 = 0,36 \text{ kN}$$

$$H_{isap\ angin} = -0,4 \cdot 0,6 \cdot (1,50 \cdot 4) = 1,44 \text{ kN}$$

$$W_y = 1,44 \cdot \cos 30 = 1,247 \text{ kN}$$

$$W_x = 1,44 \cdot \sin 30 = 0,72 \text{ kN}$$

P₁ :

$$T_{iup\ angin} = (0,02 \cdot 30 - 0,4) \cdot 0,6 \cdot (1,50/2 \cdot 4) = 0,36 \text{ kN}$$

$$W_y = 0,36 \cdot \cos 30 = 0,312 \text{ kN}$$

$$W_x = 0,36 \cdot \sin 30 = 0,18 \text{ kN}$$

$$H_{isap\ angin} = -0,4 \cdot 0,6 \cdot (1,50/2 \cdot 4) = 0,72 \text{ kN}$$

$$W_y = 0,72 \cdot \cos 30 = 0,624 \text{ kN}$$

$$W_x = 0,72 \cdot \sin 30 = 0,36 \text{ kN}$$

4.1.2 Analisis Kuda – Kuda terhadap beban luar yang terjadi.

4.1.2.1 Mencari kombinasi pembebanan

Setelah profil dari rangka kuda-kuda dipilih, maka langkah selanjutnya adalah mencari kombinasi pembebanan terbesar dari akibat gaya luar yang bekerja (beban angin, beban mati, dan beban hidup) sebagai dasar untuk analisis kekuatan dari rangka baja yang sudah kita rencanakan. Untuk mencari kombinasi pembebanan ini digunakan program bantu berupa aplikasi komputer yaitu *Structure Analysis Program 90 (SAP 90)*. Output atau keluaran dari SAP 90 selanjutnya dipakai untuk menghitung kombinasi pembebanan sesuai dengan kombinasi pembebanan yang diijinkan oleh Draft Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung 2000 seperti dalam sub bab 3.2. Kombinasi pembebanan terbesar lah yang akan diambil sebagai dasar analisis perencanaan rangka kuda-kuda.

4.1.2.2 Analisis Kuat Tarik

Karena prinsip hitungannya typical (hampir sama), maka kami akan menghitung untuk satu elemen saja (elemen 15), dan untuk elemen yang lain akan ditabelkan seperti yang tercantum dalam lapiran 3.

Analisis kuat tarik rencana elemen 15

- Mencari gaya yang paling menentukan dari kombinasi pembebanan yang ada (Nu)

$$Nu = 1,2 D + 1,3 W + 0,5 L + 0,5 R = 1,2.56,95 + 1,3.15,79 + 0,5.13 + 0,5.5,82 = 98,277 \text{ kN.}$$

- Mencari i_n (i minimum) perlu

$$i\eta = \frac{L}{240} = \frac{1300}{240} = 5,4167 \text{ mm}$$

- Mencari Luas (Ag) perlu

$$A_g = \frac{Nu}{\phi \cdot f_y} = \frac{98,277 \cdot 1000}{0,9 \cdot 240} = 454,986 \text{ mm}^2$$

- Mencari Luas efektif (Ae) perlu

$$A_g = \frac{Nu}{\phi \cdot f_u} = \frac{98,277 \cdot 1000}{0,75 \cdot 370} = 354,151 \text{ mm}^2$$

- Pilih profil yang memiliki ($i\eta, A_g, A_e$) \geq ($i\eta, A_g, A_e$) perlu

Dicoba profil 2L 50.50.5 ,dengan :

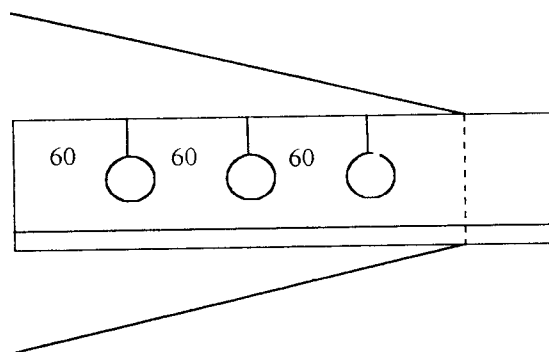
$$A_g = 960 \text{ mm}^2 \geq 454,986 \text{ mm}^2$$

$$i\eta = 9,8 \text{ mm} \geq 5,4167 \text{ mm}$$

Cek :

$$\frac{L}{i_{\min}} < 240 = \frac{1300}{9,8} = 132,65 < 240 \dots \dots \dots \text{ok}$$

Menghitung Ae :



$$A_e = U \cdot A_n$$

$$U = 1 - \frac{x}{L} = 1 - \frac{14}{120} = 0,883 ; x = \text{eksentrisitas profil}$$

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

$$\text{Diameter baut} = 12,7 \text{ mm}$$

$$\text{Ceklokkan} = 3 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 3 = 15,7 \text{ mm}$$

$$A_n = A_g - n.d.t = 2.480 - 2.1.15,7.5 = 803 \text{ mm}^2$$

$$A_c = U. A_n = 0,883.803 = 709,049 \text{ mm}^2 \geq 354,151 \text{ mm}^2 \dots \text{ok}$$

- Cek kapasitas profil (criteria leleh dan fraktur)

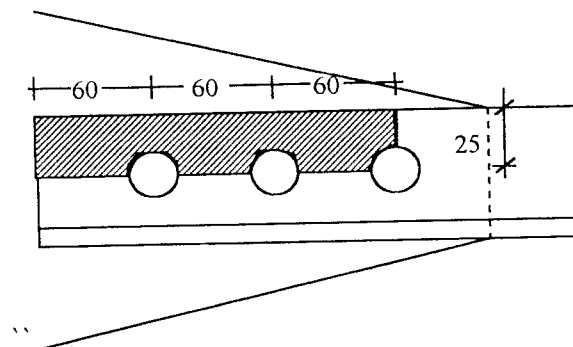
Kriteria leleh :

$$\phi N_n = \phi . A_g . f_y = 0,9 . 2.480 . 240 = 207,36 \text{ kN} \geq 98,277 \text{ kN}$$

Kriteria fraktur :

$$\phi N_n = \phi . A_e . f_u = 0,75 . 709,049 . 370 = 196,761 \text{ kN} \geq 98,277 \text{ kN}$$

- Cek terhadap bahaya “ blok geser ujung “



Gambar 4.6 Blok geser yang terjadi di ujung

$$\text{Diameter lubang} = 12,7 + 3 = 15,7 \text{ mm}$$

$$A_{nt} = (25 - 0,5.15,7) . 5 = 85,75 \text{ mm}^2$$

$$A_{gs} = 3.60.5 = 900 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = 25.5 = 125 \text{ mm}^2$$

$$A_{ns} = (180 - (2.15,7 + 0,5.15,7)) . 5 = 703,75 \text{ mm}^2$$

Kriteria Pelelehan Geser -- Retakan Tarik :

$$\begin{aligned}\phi N_n &= \phi(F_u.A_m + 0,6.F_y.A_{gs}) = 0,75.(370.85,75 + 0,6.240.900) \\ &= 20,995 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kriteria Retakan Geser -- Pelelehan Tarik :

$$\begin{aligned}\phi N_n &= \phi(F_y.A_{gt} + 0,6.F_u.A_{ns}) = 0,75.(240.125 + 0,6.370.703,75) \\ &= 139,67 \text{ kN}\end{aligned}$$

Untuk 2 profil :

$$\phi N_n = 2. 120,995 = 241,99 \text{ kN} \geq 98,277 \text{ kN}$$

- Dikatakan aman jika

$$\phi N_n \text{ min (leleh, tarik) } \geq N_u$$

$$\phi N_n \text{ min (PGRT, RGPT) } \geq N_u$$

$$\phi N_n \text{ min (PGRT, RGPT) } \geq \phi N_n \text{ min (leleh, tarik)}$$

$$241,99 \text{ kN} \geq 196,761 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{aman}$$

- Dapat disimpulkan bahwa batang elemen 15 aman terhadap gaya tarik yang terjadi sebesar 98,227 kN dengan menggunakan profil 2L 50.50.5
- Hasil perhitungan tarik elemen lain terlampir dalam table x.xx.

4.1.2.3 Analisis Kuat Tekan

Karena prinsip hitungan kuat tekan adalah typical (hampir sama), maka kami akan menghitung untuk satu elemen saja (elemen 1), dan untuk elemen yang lain akan ditabelkan seperti yang tercantum dalam lapiran 3.

Analisis kuat tekan rencana elemen I :

- Mencari gaya yang paling menentukan dari kombinasi pembebanan yang ada (Nu)

$$N_u = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 R = 1,2.65,74 + 1,6.15,01 + 0,5.6,72 = 106,264 \text{ kN.}$$

- Menentukan Nn perlu

$$N_n = \frac{N_u}{\phi} = \frac{106,264}{0,85} = 125,016 \text{ kN}$$

- Menentukan L1

$$L1 = \frac{L}{3} = \frac{1500}{3} = 500 \text{ mm}$$

- Menentukan i minimum perlu

$$i_{x \text{ min}} = i_{y \text{ min}}$$

$$i_{\text{min}} = \frac{L1}{200} = \frac{500}{200} = 2,5 \text{ mm}$$

- Pilih profil yang memiliki i minimum > i perlu

Dicoba profil 2L 60.60.6 dengan :

$$A_g = 2.691 = 1382 \text{ mm}^2$$

$$i_{\text{minimum}} = 11,7 \text{ mm} > 2,5 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Cek :

$$\lambda = \frac{L1}{i_{\text{min}}} = \frac{500}{11,7} = 42,735 \leq 50 \dots \text{ok}$$

- Menentukan batas kelangsingan dan batas kekompakan profil

$$\lambda = \frac{b}{t} = \frac{60}{6} = 10$$

strukt

antai

canaan j

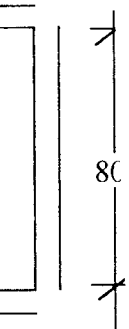
ahui de

ugas ak

ncanaan

berencan:

NTAI TI



sehingga

$$\frac{40}{1000} = 0,04$$

$$1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= 0,75 \cdot 0,04$$

$$\frac{4}{40} = 0,0058$$

$$\frac{240}{0,85 \cdot 25} =$$

$$\lambda_r = \frac{200}{\sqrt{I_y}} = \frac{200}{\sqrt{240}} = 12,91$$

- Menentukan λ_c

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{L_1}{i_{\min}} \cdot \sqrt{\frac{I_y}{E}} = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{500}{11,7} \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,471$$

- Menentukan ω

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,471} = 1,1136$$

- Menentukan N_{nx} dan N_{ny}

$$N_{nx} = N_{ny} = \frac{F_y}{\omega} A_g = \frac{240}{1,1136} \cdot 1382 = 297,8486 \text{ kN}$$

- Dikatakan aman jika

$$N_{nx} = N_{ny} \geq N_n \text{ perlu}$$

$$297,8486 \text{ kN} \geq 125,016 \text{ kN}$$

- Dapat disimpulkan bahwa batang elemen 1 aman terhadap gaya tekan yang terjadi sebesar = 106,264 kN dengan menggunakan profil 2L 60.60.6
- Contoh perhitungan kuat tekan elemen lain terlampir dalam tabel pada lampiran 3.

- Panjang bentang pendek $L_x = 4500$ mm, $L_{nx} = 4100$ mm
- Panjang bentang panjang $L_y = 8000$ mm, $L_{ny} = 7550$ mm
- $\beta = \frac{L_{ny}}{L_{nx}} = \frac{7550}{4100} = 1,841 < 2$...pelat dua arah
- Berdasarkan dengan L_{ny}/L_{nx} , maka dari Peraturan Beton Indonesia tahun 1971, didapat koefisien momen yang dicari dengan interpolasi linear, seperti yang terlampir dari tabel di bawah ini :

- Tabel 4.6 Koefisien momen PBI'71:

	1,8	1,9	1,841
$M_{lx} = - M_{tx}$	60	61	60,41
M_{ly}	35	35	35
$- M_{ty}$	35	35	35

- Menentukan tebal pelat :

$$- h_{\min} = \frac{L_{ny} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{7550 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + 9 \cdot 1,841} = 137,87 \text{ mm}$$

$$- h_{\max} = \frac{L_{ny} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36} = \frac{7550 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36} = 201,33 \text{ mm}$$

Diambil tebal pelat = $h_t = 150$ mm

Pembebanan :

- Berat pelat = $0,15 \times 24 = 3,6$ kN/m²
- Beban mati = $1,6$ kN / m² (diperkirakan)
- Beban hidup = $2,5$ kN/m²
- $W_u = 1,2 \text{ WD} + 1,6 \text{ WL}$
 $= 1,2 \cdot (1,6 + 3,6) + 1,6 \cdot 2,5 = 10,24$ kN/m²

$$- M = 0,001 \cdot x \cdot W_u \cdot Lx^2$$

$$- M_{lx} = - M_{tx} = 0,001 \cdot 60,41 \cdot 10,24 \cdot 4,5^2 = 12,526 \text{ kN.m}$$

$$- M_{ly} = M_{ty} = 0,001 \cdot 35 \cdot 10,24 \cdot 4,5^2 = 7,2576 \text{ kN.m}$$

Perencanaan Tulangan M_{lx} dan M_{tx} :

$$- \text{Tinggi manfaat lapangan arah - x} = d_s = 20 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 25 \text{ mm.}$$

$$d = 150 - 25 = 125 \text{ mm}$$

$$- M_u = 12,526 \text{ kN.m/m}^2$$

$$- \frac{M_u}{\phi} = \frac{12,526}{0,8} = 15,6575 \text{ kN.m/m}^2$$

$$- R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{15,6575 \cdot 10^6}{1000 \cdot 125^2} = 1,002 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{11,2941} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 1,002}{240}} \right]$$

$$= 0,00428 < \rho_{\min} = 0,0058$$

$$1,33 \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,00428 = 0,00569 < \rho_{\min} = 0,0058$$

sehingga dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 1,33 \rho_{\text{perlu}} = 0,00569$

$$- \text{Luas tulangan pokok : } A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00569 \cdot 1000 \cdot 125 = 711,25 \text{ mm}^2$$

$$- \text{Dipakai tulangan diameter 10, dengan } A_{1\phi-10} = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$- \text{Jarak tulangan pokok} = s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{78,75 \cdot 1000}{711,25} = 110,360 \text{ mm}$$

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

- Dipakai $s = 110 \text{ mm}$maka digunakan tulangan pokok P10 – 110

$$- A_{S \text{ baru}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{110} = 713,6 \geq A_S = 711,25 \text{ mm}^2$$

- Kontrol Kapasitas = Mn,

$$a = \frac{A_S \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{713,6 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 8,060 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_S \cdot F_y (d - a/2) = 713,6 \cdot 240 \cdot (125 - 8,060/2) \\ &= 20,710 \text{ kN-M} \leq 1,33 (M_u/\phi) = 20,8244 \text{ kN-M (Tidak Aman)} \end{aligned}$$

Dicoba dengan memperpendek jarak antar tulangan pokok.

- Dipakai $s = 105 \text{ mm}$maka digunakan tulangan pokok **P10 – 105**

$$- A_{S \text{ baru}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{105} = 747,619 \geq A_S = 711,25 \text{ mm}^2$$

- Kontrol Kapasitas = Mn,

$$a = \frac{A_S \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{747,619 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 8,44 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_S \cdot F_y (d - a/2) = 747,619 \cdot 240 \cdot (125 - 8,44/2) \\ &= 21,671 \text{ kN-M} \geq 1,33 (M_u/\phi) = 20,8244 \text{ kN-M (Aman)} \end{aligned}$$

- Untuk tumpuan Mtx dipakai tulangan susut P8, dengan $A_{1\phi-s} = 50,26 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan susut } = s \leq \frac{A_{1\phi-s} \cdot 1000}{A_S} = \frac{50,26 \cdot 1000}{300} = 167,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 5 \cdot h = 5 \cdot 150 = 750 \text{ mm}$$

$$s \leq 500 \text{ mm}$$

- Dipakai $s = 165 \text{ mm}$maka digunakan tulangan susut **P8 – 165**

Perencanaan Tulangan Mly dan Mty :

- $M_u = 7,250 \text{ kN.m}$

- $\frac{M_u}{\phi} = \frac{7,2576}{0,8} = 9,072 \text{ kN.m}$

Lapangan arah - y = ds = 20 + 10 + 1/2.10 = 35 mm.

$d = 150 - 35 = 115 \text{ mm}$

- $R_n = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{9,072.10^6}{1000.115^2} = 0,6859 \text{ Mpa}$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{11,2941} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,2941.0,6859}{240}} \right]$$

= 0,0029 < $\rho_{\min} = 0,0058$

1,33 $\rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,0029 = 0,00386 < \rho_{\min} = 0,0058$

sehingga dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 1,33 \rho_{\text{perlu}} = 0,00380$

- Luas tulangan pokok : $A_s = \rho.b.d = 0,0038 \cdot 1000 \cdot 115 = 437 \text{ mm}^2$

- Dipakai tulangan diameter 10, dengan $A_{1\phi-10} = 78,5 \text{ mm}^2$

- Jarak tulangan pokok = $s \leq \frac{A_{10} \cdot 1000}{A_s} = \frac{78,5 \cdot 1000}{437} = 179,63 \text{ mm}$

$s \leq 2.h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$

$s \leq 250 \text{ mm}$

- Dipakai $s = 175 \text{ mm}$maka digunakan tulangan pokok **P10 – 175**

- $A_{s \text{ baru}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{175} = 448,571 \geq A_s = 437 \text{ mm}^2$

- Kontrol Kapasitas = Mn,

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{448,571 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 5,066 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot F_y \cdot (d - a/2) = 448,571 \cdot 240 \cdot (115 - 5,066/2)$$

$$= 12,107 \text{ kN-M} \geq 1,33 (M_u/\phi) = 12,06576 \text{ kN-M}$$

- Untuk tumpuan Mty dipakai tulangan susut P8, dengan $A_{1\phi-8} = 50,26 \text{ mm}^2$

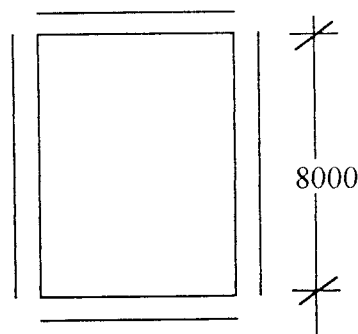
$$\text{Jarak tulangan susut } = s \leq \frac{A_{1\phi} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,26 \cdot 1000}{300} = 167,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 5 \cdot h = 5 \cdot 150 = 750 \text{ mm}$$

$$s \leq 500 \text{ mm}$$

- Dipakai $s = 165 \text{ mm}$maka digunakan tulangan susut **P8 – 165**

PELAT ATAP TIPE P1 :



- Digunakan beton dengan $f'c = 25 \text{ Mpa}$

- Baja tulangan dengan $f_y = 240 \text{ Mpa}$

- $f'c = 25 \text{ Mpa}$ sehingga $\beta_1 = 0,85$

$$- E_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{240}{200000} = 0,0012$$

$$- \rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$- \rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0403$$

$$- \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$- m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

- Panjang bentang pendek $L_x = 4500$ mm, $L_{nx} = 4100$ mm

- Panjang bentang panjang $L_y = 8000$ mm, $L_{ny} = 7550$ mm

$$- \beta = \frac{L_{ny}}{L_{nx}} = \frac{7550}{4100} = 1,841 < 2 \dots \text{pelat dua arah}$$

- Berdasarkan dengan L_{ny}/L_{nx} , maka dari Peraturan Beton Indonesia tahun 1971, didapat koefisien momen yang dicari dengan interpolasi linear, seperti yang terlampir dari table di bawah ini :

- Tabel 4.7 Koefisien momen PBI'71:

	1,8	1,9	1,841
$M_{lx} = - M_{tx}$	60	61	60,41
M_{ly}	35	35	35
$- M_{ty}$	35	35	35

- Menentukan tebal pelat :

$$- h_{\min} = \frac{L_{ny} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} = \frac{7550 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + 9 \cdot 1,841} = 137,87 \text{ mm}$$

$$- h_{\max} = \frac{L_{ny} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36} = \frac{7550 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36} = 201,33 \text{ mm}$$

Diambil tebal pelat = $h_t = 150$ mm

Pembebanan :

$$- \text{Berat pelat} = 0,15 \times 24 = 3,6 \text{ kN/m}^2$$

$$- \text{Beban hidup} = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$- W_u = 1,2 \text{ WD} + 1,6 \text{ WL}$$

$$= 1,2 \cdot 3,6 + 1,6 \cdot 1 = 5,2 \text{ kN/m}^2$$

$$- M = 0,001 \cdot x \cdot W_u \cdot L \cdot x^2$$

$$- M_{lx} = - M_{tx} = 0,001 \cdot 60,41 \cdot 5,2 \cdot 4,5^2 = 6,361 \text{ kN.m}$$

$$- M_{ly} = M_{ty} = 0,001 \cdot 35 \cdot 5,2 \cdot 4,5^2 = 3,69 \text{ kN.m}$$

Perencanaan Tulangan M_{lx} dan M_{tx} :

$$- \text{Tinggi manfaat lapangan arah - x} = d_s = 20 + \frac{1}{2} \cdot 8 = 24 \text{ mm.}$$

$$d = 150 - 24 = 126 \text{ mm}$$

$$- M_u = 6,361 \text{ kN.m/m'}$$

$$- \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,361}{0,8} = 7,95125 \text{ kN.m/m'}$$

$$- R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,95125 \cdot 10^6}{1000 \cdot 126^2} = 0,5 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{11,2941} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,5}{240}} \right]$$

$$= 0,0021 < \rho_{\min} = 0,0058$$

$$1,33 \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,0021 = 0,0028 < \rho_{\min} = 0,0058$$

sehingga dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 1,33 \rho_{\text{perlu}} = 0,0028$

$$- \text{Luas tulangan pokok : } A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0028 \cdot 1000 \cdot 126 = 352,8 \text{ mm}^2$$

$$- \text{Dipakai tulangan diameter 8, dengan } A_{1\phi-8} = 50,26 \text{ mm}^2$$

$$- \text{Jarak tulangan pokok } = s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,26 \cdot 1000}{352,8} = 142,46 \text{ mm}$$

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

- Dipakai $s = 140 \text{ mm}$maka digunakan tulangan pokok **P8 – 140**

$$- A_{s \text{ baru}} = \frac{50,26 \cdot 1000}{140} = 359 \geq A_s = 352,8 \text{ mm}^2$$

- Kontrol Kapasitas = Mn,

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{359 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 4,0545 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \cdot F_y (d - a/2) = 359 \cdot 240 \cdot (126 - 4,0545/2) \\ &= 10,68 \text{ kN-M} \geq 1,33 (M_u/\phi) = 10,57 \text{ kN-M (Aman)} \end{aligned}$$

- Untuk tumpuan Mtx dipakai tulangan susut P8, dengan $A_{1\phi-8} = 50,26 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan susut } = s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,26 \cdot 1000}{300} = 167,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 5 \cdot h = 5 \cdot 150 = 750 \text{ mm}$$

$$s \leq 500 \text{ mm}$$

- Dipakai $s = 165 \text{ mm}$maka digunakan tulangan pokok **P8 – 165**

Perencanaan Tulangan Mly dan Mty :

- $M_u = 3,69 \text{ kN.m}$

$$- \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,69}{0,8} = 4,6125 \text{ kN.m}$$

Lapangan arah - y = $d_s = 20 + 8 + 1/2 \cdot 8 = 32 \text{ mm}$.

$$d = 150 - 32 = 118 \text{ mm}$$

$$- R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,6125 \cdot 10^6}{1000 \cdot 118^2} = 0,3312 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] = \frac{1}{11,2941} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,3312}{240}} \right]$$

$$= 0,0014 < \rho_{\min} = 0,0058$$

$$1,33 \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,0014 = 0,0019 < \rho_{\text{min}} = 0,0058$$

sehingga dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 1,33 \rho_{\text{perlu}} = 0,0019$

$$\text{- Luas tulangan pokok : } A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0019 \cdot 1000 \cdot 118 = 224,2 \text{ mm}^2$$

$$\leq A_{\text{sst}} = 300$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{300}{1000 \cdot 118} = 0,00254 \text{ , diambil } \rho_{\text{perlu}} = 0,002543$$

$$\text{Luas tulangan pokok : } A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,002543 \cdot 1000 \cdot 118 = 300 \text{ mm}^2$$

$$\text{- Dipakai tulangan diameter 8, dengan } A_{1\phi-8} = 50,26 \text{ mm}^2$$

$$\text{- Jarak tulangan pokok } = s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,26 \cdot 1000}{300} = 167,533 \text{ mm}$$

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

- Dipakai $s = 165 \text{ mm}$maka digunakan tulangan pokok **P8 – 165**

$$\text{- } A_{s \text{ baru}} = \frac{50,26 \cdot 1000}{165} = 304,6 \text{ mm}^2 \geq A_s = 300 \text{ mm}^2$$

- Kontrol Kapasitas = Mn,

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{304,6 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 3,44 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot F_y (d - a/2) = 304,6 \cdot 240 \cdot (118 - 3,44/2)$$

$$= 8,5 \text{ kN-M} \geq 1,33 (M_u/\phi) = 6,135 \text{ kN-M}$$

- Untuk tumpuan Mty dipakai tulangan susut P8, dengan $A_{1\phi-8} =$

$$50,26 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan susut } = s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,26 \cdot 1000}{300} = 167,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 5 \cdot h = 5 \cdot 150 = 750 \text{ mm}$$

$$s \leq 500 \text{ mm}$$

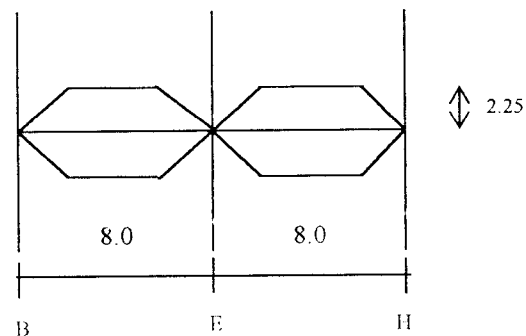
- Dipakai $s = 165 \text{ mm}$...maka digunakan tulangan pokok **P8 – 165**

Gambar tulangan untuk perencanaan pelat lantai tipe P1 dan pelat atap tipe P1 dapat dilihat pada lampiran 7.

4.2.2 Analisa Portal

4.2.2.1 Pembebanan akibat gaya gravitasi

Beban Merata Ekuivalen Untuk Portal As 6



Gambar 4.7 Distribusi beban merata untuk portal as 6

Dengan bentang 8 m :

Pembebanan lantai kerja tiap m^2 :

- pelat = $1 \times 0,15 \times 24 = 3,6 \text{ kN/m}$
- spesi = $1 \times 0,21 = 0,21 \text{ kN/m}$
- tegel = $1 \times 0,24 = 0,24 \text{ kN/m}$
- plafon = $1 \times 0,18 = 0,18 \text{ kN/m}$

$$\underline{W_{\text{lantai}} = 4,23 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Koefisien untuk trapezium} = 1 - \frac{4}{3} \times \frac{a^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \times \frac{2,25^2}{8^2} = 0,8945$$

a. Untuk lantai 5 (atap)

Beban Mati tiap m²:

$$\begin{aligned} - \text{ plat} &= 0,8945 \times 1 \times 0,15 \times 24 \times 2 \times 2,25 \\ &= 14,4909 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$- \text{ plafon} = 0,8945 \times 1 \times 0,18 \times 2 \times 2,25 = 0,72455 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} - \text{ balok} &= \text{ditaksir berat profil} &= 0,788 \text{ kN/m}^2 \\ & & \hline q_{eq} &= 16,0034 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban hidup untuk tiap m²:

$$- q_h \text{ atap} = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$- \text{ Koefisien reduksi} = 0,9$$

$$\begin{aligned} - \text{ Beban hidup ekivalen} &= q_{eq} = 0,9 \times 1 \times 0,8945 \times 2 \times 2,25 \\ &= 3,623 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Lantai 2,3,4

Beban mati tiap m²:

$$- \text{ lantai} = 0,8945 \cdot 2,4 \cdot 23 \cdot 2,25 = 17,027 \text{ kN/m}^2$$

$$- \text{ balok (baja)} = 0,788 \text{ kN/m}^2$$

$$- \text{ dinding} = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} & \hline q_{eq} &= 27,815 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Beban hidup tiap m²:

$$- q_h \text{ lantai} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$- \text{ koefisien reduksi} = 0,9$$

- Beban hidup ekuivalen = $0,9 \cdot 2,5 \cdot 0,8945 \cdot 2 \cdot 2,25 = 9,06$
kN/m

c. Lantai 1

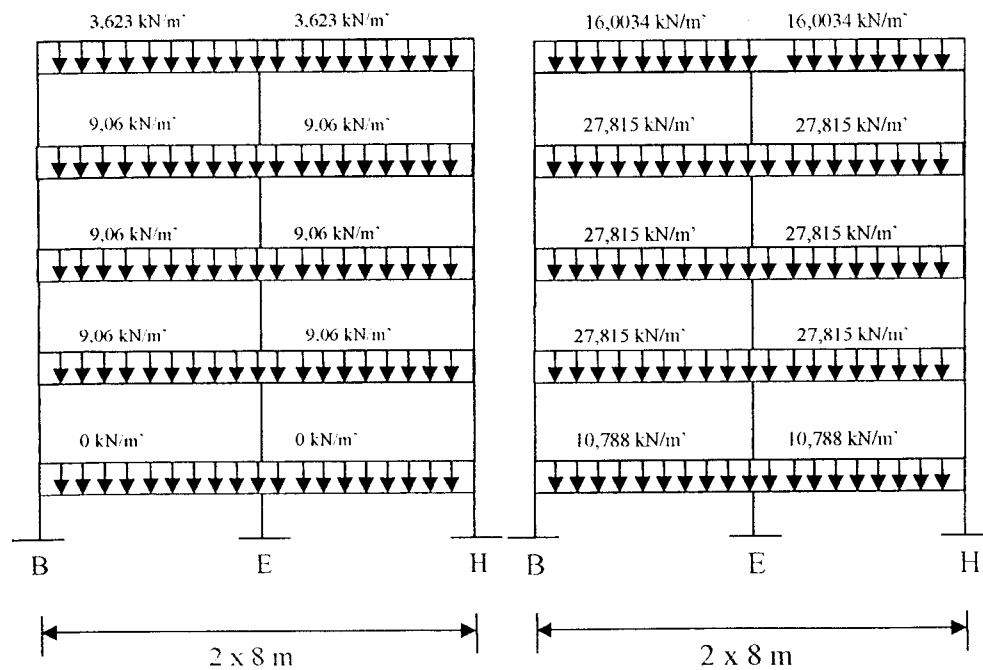
Beban mati tiap m²:

- balok (baja) = 0,788 kN/m
 - dinding = 4.2,5 = 10 kN/m
-
- $q_{eq} = 10,788$ kN/m

Beban hidup tiap m²:

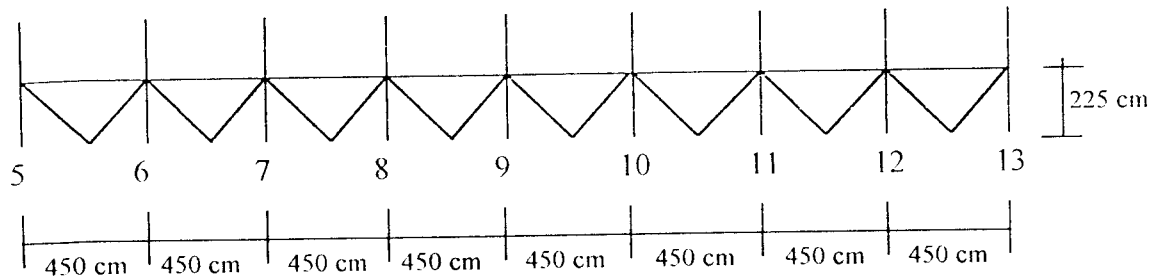
- q_h lantai = 0 kN/m²
- koefisien reduksi = 0,9
- Beban hidup ekuivalen = $0,9 \cdot 0 = 0$ kN/m

Pembebanan akibat gaya gravitasi untuk portal as 6 dapat dilihat dalam gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 Portal as 6 akibat beban mati dan akibat beban hidup

Beban Merata Ekuivalen Untuk Portal B = 11 (bentang 36 meter)



Gambar 4.9 Distribusi beban merata untuk portal as B

Dengan bentang 4,5 m :

Pembebanan lantai kerja tiap m²:

- pelat = $1 \times 0,15 \times 24 = 3,6 \text{ kN/m}$
- spesi = $1 \times 0,21 = 0,21 \text{ kN/m}$
- tegel = $1 \times 0,24 = 0,24 \text{ kN/m}$
- plafon = $1 \times 0,18 = 0,18 \text{ kN/m}$

$$W_{\text{lantai}} = 4,23 \text{ kN/m}$$

$$\text{Koefisien untuk trapezium} = 1 - \frac{4}{3} \times \frac{a^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \times \frac{2,25^2}{4,5^2} = 0,67$$

a. Untuk lantai 5 (atap)

Beban Mati tiap m²:

- plat = $0,67 \times 1 \times 0,15 \times 24 \times 2,25 = 5,427 \text{ kN/m}^2$
- plafon = $0,67 \times 1 \times 0,18 \times 2,25 = 0,27135 \text{ kN/m}^2$
- balok = ditaksir berat profil = $0,788 \text{ kN/m}^2$

$$q_{\text{eq}} = 6,49 \text{ kN/m}^2$$

Beban hidup untuk tiap m²:

- $q_{\text{lh}} \text{ atap} = 1 \text{ kN/m}^2$

- Koefisien reduksi = 0,9
- Beban hidup ekivalen = $q_{eq} = 0,9 \times 1 \times 0,67 \times 2,25 = 1,35675 \text{ kN/m}^2$

b. Lantai 2,3,4

Beban mati tiap m^2 :

- lantai = $67,4 \cdot 23,2 \cdot 2,25 = 6,377 \text{ kN/m}$
- balok (baja) = $0,788 \text{ kN/m}$
- dinding = $4,2,5 = 10 \text{ kN/m}$

$$q_{eq} = \underline{17,165 \text{ kN/m}}$$

Beban hidup tiap m^2 :

- q_h lantai = $2,5 \text{ kN/m}^2$
- koefisien reduksi = 0,9
- Beban hidup ekivalen = $0,9 \cdot 2,5 \cdot 0,67 \cdot 2,25 = 3,391 \text{ kN/m}$

c. Lantai 1

Beban mati tiap m^2 :

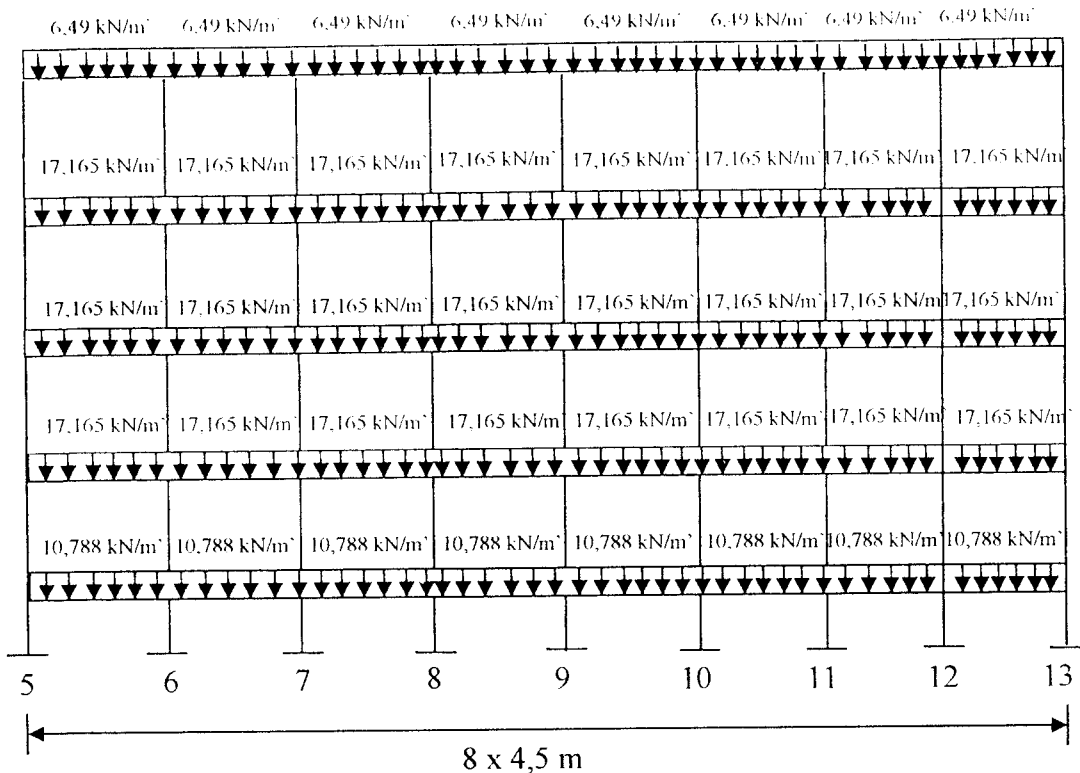
- balok (baja) = $0,788 \text{ kN/m}$
- dinding = $4,2,5 = 10 \text{ kN/m}$

$$q_{eq} = \underline{10,788 \text{ kN/m}}$$

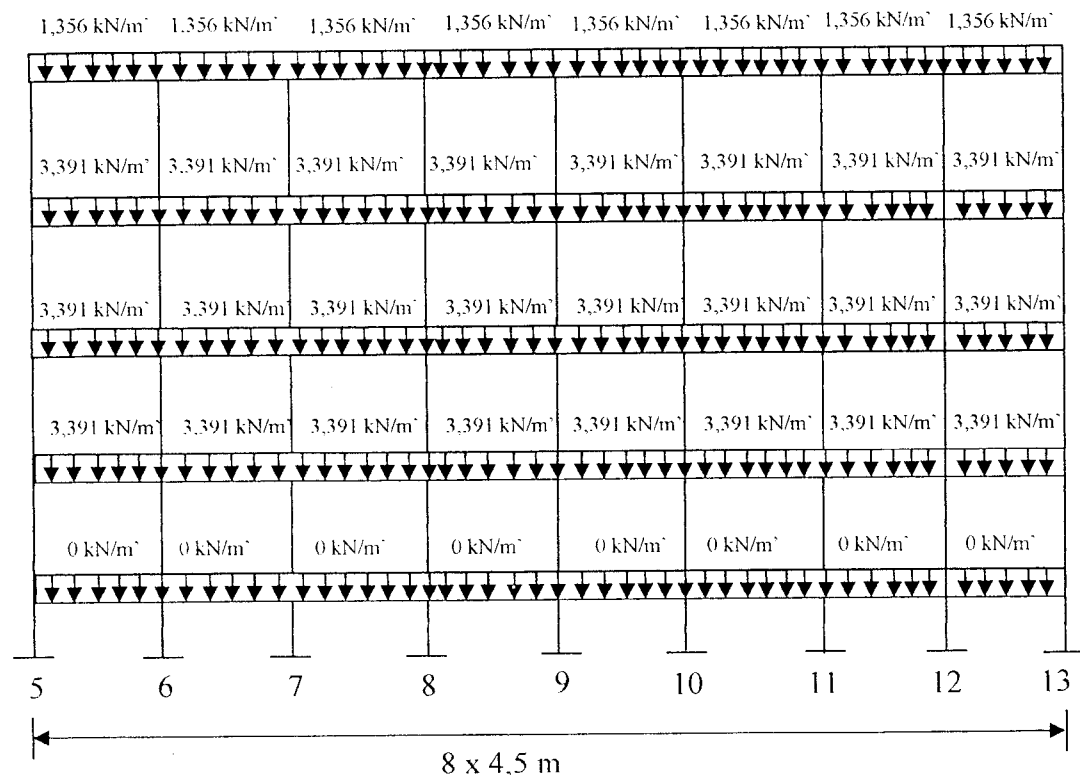
Beban hidup tiap m^2 :

- q_h lantai = 0 kN/m^2
- koefisien reduksi = 0,9
- Beban hidup ekivalen = $0,9 \cdot 0 = 0 \text{ kN/m}$

Pembebanan akibat gaya gravitasi untuk portal B dapat dilihat dalam gambar 4.10 dan 4.11 berikut ini :



Gambar 4.10 Portal B akibat beban mati



Gambar 4.11 Portal B akibat beban hidup

4.2.2.2 Analisis Gempa untuk Portal

a. Berat Bangunan Total (Wt)

- Berat lantai 5 (Atap)

- Plafon = $36 \times 16 \times 0,18$ = 103,68 kN

- Kolom = $27 \times 0,5 \times 4 \times 0,4 \times 0,45 \times 24$ = 233,28 kN

- Dinding = $(140) \times 0,5 \times 4 \times 2,5$ = 700 kN

- Pelat = $16 \times 36 \times 0,15 \times 24$ = 2073,6 kN

- Balok = $(16 \times 9 \times 0,788) + (36 \times 3 \times 0,788)$
= 198,578 kN

- Atap + Genteng = $(10,94697 \times 2) + (24 \times 36 \times 0,50)$

= 453,893 kN

Wt = 3353,03 kN

Beban hidup

$q_h \text{ atap} = 1 \text{ kN/m}^2$

koefisien reduksi = $0,5 (1 \times 36 \times 16) = 288 \text{ kN}$

Beban Total $W_5 = 3353,03 + 288 = 3641,03 \text{ kN}$

- Berat lantai 2 = 3 = 4

- pelat = $36 \times 16 \times 0,15 \times 24$ = 2073,60 kN

- balok = $(16 \times 9 \times 0,788) + (36 \times 3 \times 0,788)$ = 198,578 kN

- kolom = $(27 \times 4 \times 0,4 \times 0,45) \times 24$ = 466,56 kN

- dinding = $(140) \times 4 \times 2,50$ = 1400 kN

- plafon = $36 \times 16 \times 0,18$ = 103,68 kN

- spesi = $36 \times 16 \times 0,21$ = 120,96 kN

$$\begin{array}{r}
 \text{- tegel} = 36 \times 16 \times 0,24 \\
 \hline
 \text{Wt} = 4561,62 \text{ kN}
 \end{array}$$

Beban hidup :

$$q_h \text{ lantai} = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{koefisien reduksi} = 0,5$$

$$W_h = 0,5 \times (2,50 \times 36 \times 16) = 720 \text{ kN}$$

$$\text{Beban Total } W_{2,3,4} = 4561,618 + 720 = 5221,2 \text{ kN}$$

- Berat lantai 1

$$\text{- balok} = (9 \times 16 \times 0,788) + (36 \times 3 \times 0,788) = 198,578 \text{ kN}$$

$$\text{- kolom} = (27 \times 2 \times 0,4 \times 0,45) \times 24 = 233,28 \text{ kN}$$

$$\text{- dinding} = (140) \times 2 \times 2,50 = 700 \text{ kN}$$

$$\text{Wt} = 1131,85 \text{ kN}$$

Beban hidup :

$$q_h \text{ lantai} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{koefisien reduksi} = 0,5$$

$$W_h = 0,5 \times (0 \times 36 \times 16) = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Beban Total } W_1 = 1131,85 + 0 = 1131,85 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Total} &= W_{t5} + W_{t4} + W_{t3} + W_{t2} + W_{t1} \\
 &= 3641,03 + 3 \times (5221,618) + 1131,85 \\
 &= 20437,75 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. Waktu Getar Bangunan (T)

Dengan rumus empiris :

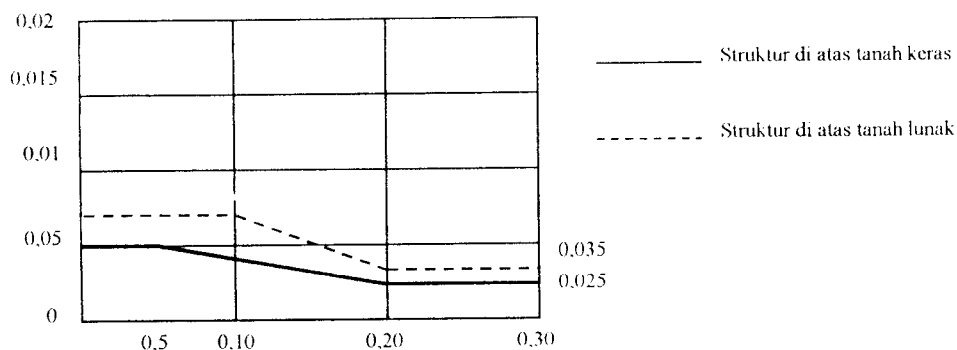
$$T_x = T_y = 0,06 H^{3/4}$$

$$H = 17 \text{ m}$$

$$T_x = T_y = 0,06 \times 17^{3/4} = 0,5023 \text{ detik}$$

c. Koefisien Gempa Dasar (C)

Diperoleh dari grafik koefisien gempa dasar untuk wilayah III menurut PPKGUG tahun 1987 adalah sebagai berikut :



Diperoleh $C = 0,07$

d. Faktor keutamaan I dan Faktor jenis struktur K

Direncanakan $I = 1,0$ dan $K = 1,0$ untuk daktilitas penuh

e. Gaya geser horizontal akibat gempa

$$V_x = V_y = C \cdot I \cdot K \cdot W_t$$

$$= 0,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20437,75 \text{ kN} = 1430,643 \text{ kN}$$

f. Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa sepanjang tinggi gedung

a. Arah x

$$H/A = 17/36 = 0,47 < 3$$

$$F_{i,x} = \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i} V_x$$

b. Arah y

$$H/A = 17/16 = 1,0625 < 3$$

$$F_{i,y} = \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i} V_y$$

Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dalam arah x dan y untuk tiap portal dapat dilihat dalam table 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Distribusi gaya geser horizontal total

Tingkat	H _i (m)	W _i (kN)	W _i .H _i (kN-m)	F _{i,x,y} Total (kN)	Untuk tiap portal	
					1/3 F _{i,x}	1/9 F _{i,y}
5	17	3641,03	61897,5	440,52	146,84	48,95
4	13	5221,62	67881,1	476,0	158,67	52,89
3	9	5221,62	46994,6	329,54	109,85	36,62
2	5	5221,62	26108,1	183,07	61,02	20,34
1	1	1131,86	1131,86	7,94	2,65	0,88
		Σ	204013,2	1437,07	479,03	159,68

$$V_x = V_y = 1437,07 \text{ kN}$$

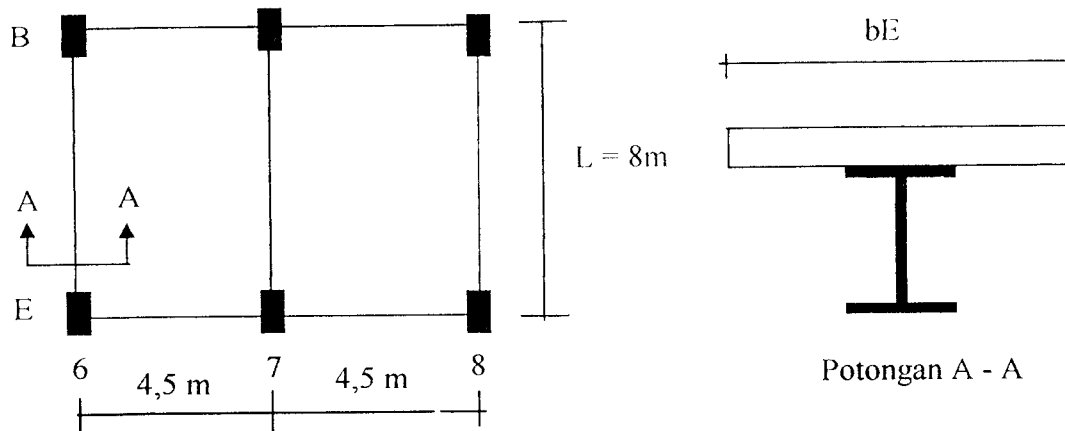
4.3 Analisa dan Desain Struktur Baja Komposit

Analisa untuk struktur balok komposit ini berdasarkan momen terbesar dari kombinasi pembebanan menurut draft Tata Cara Peraturan Perencanaan Struktur Baja untuk Gedung 2000 seperti yang telah disebutkan dalam sub bab 3.2. Untuk mencari kombinasi pembebanan tersebut, digunakan program bantu berupa aplikasi komputer yaitu SAP 90 (*Structure Analysis Program*) yang akan menganalisa pembebanan akibat beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Selanjutnya hasil dari keluaran SAP 90 akan diolah dengan program komputer microsoft excel untuk mencari kombinasi momen rencana terbesar. Tabel momen rencana ini dapat kita lihat dalam lampiran 15, 16, dan 17 terlampir.

4.3.1 Analisa dan desain Balok Komposit untuk Portal As 6

Dari sebagian denah rencana kolom dan pelat lantai diketahui tampak untuk perencanaan struktur balok untuk portal as enam adalah sebagai berikut :

4.3.1.1 Analisa dan Desain Balok Komposit Lantai 1



Gambar 4.12 Tampak Atas Denah Portal As 6, As B dan As E

Diketahui :

- $L = 8 \text{ m}$
- $b_o = 4,5 \text{ m}$
- Profil : W10 x19
- *Section properties* profil W10 x19 :
 - $A = 5,62 \text{ in}^2 = 3625,7992 \text{ mm}^2$
 - $d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$
 - $t_w = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$
 - $t_f = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$
 - $b_f = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$
- $F_y = 36 \text{ ksi} = 248,22 \text{ MPa}$

a. Analisis Kapasitas Lentur Negatif

Momen tepi atau ujung adalah momen negatif sehingga bagian atas penampang akan menahan tarik. Dalam hal ini dianggap beton tarik diabaikan tetapi baja tulangan longitudinal (dalam hal ini adalah tulangan susut / bagi) diperhitungkan kekuatan tariknya.

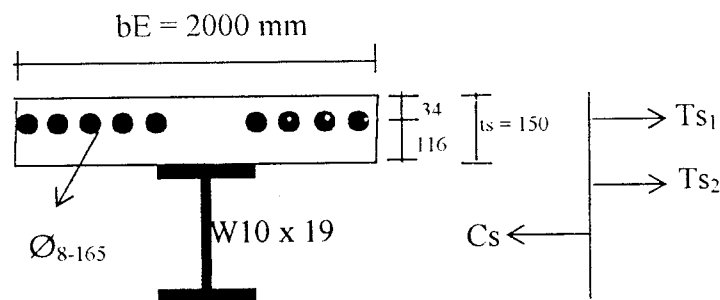
Mencari lebar efektif untuk gelagar interior :

$$bE \leq \frac{L}{4} = \frac{8}{4} = 2\text{m} = 2000\text{mm}$$

$$bE \leq b_o = 4,5\text{m} = 4500\text{mm}$$

$$bE \leq b_f + 16t_s = 4,02.25,4 + 16.150 = 2502,11\text{ mm}$$

Diambil $bE = 2000\text{ mm}$



Gambar 4.13 Distribusi tegangan balok komposit W_{10x19}

- Dianggap batang tulangan susut menambah kekuatan tarik nominal = T_{s1}

$$T_{s1} = A_{s_{sst}} \times F_{y_{sst}} = \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 \cdot 9.240 = 108573,44\text{N} = 108,573\text{ kN}$$

- Gaya tekan nominal dalam profil = C_{max}

$$C_{max} = A_s \cdot F_y = 3625,7992 \cdot 248,22 = 899995,8774\text{ N} = 899,92\text{ kN}$$

- Karena $C_{max} > T_s$ berarti tarik terjadi di profil

Dari keseimbangan gaya dalam, didapat :

$$C_s = C_{max} - T_{s2}$$

$$T_{s1} + T_{s2} = C_s$$

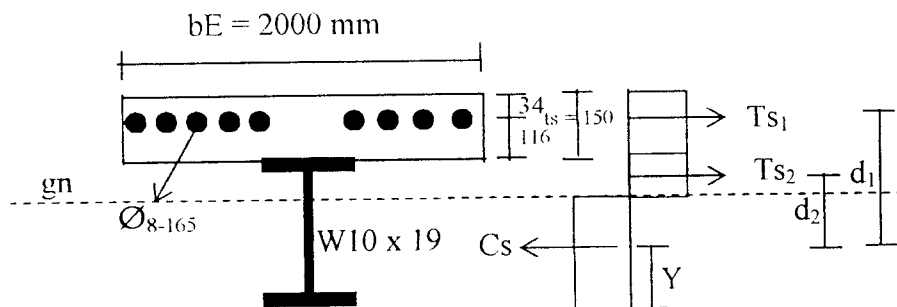
$$T_{s1} + T_{s2} = C_{max} - T_{s2}$$

$$T_{s2} = \frac{C_{max} - T_{s1}}{2} = \frac{899,92 - 108,573}{2} = 395,67 \text{ kN}$$

Cek tarik terjadi di sayap profil :=

$$= \frac{T_s}{F_y \cdot b_f} = \frac{395,67 \cdot 10^3}{248,22 \cdot 102,108} = 15,611 \text{ mm} > t_f = 10,03 \text{ mm}$$

Jadi tarik terjadi di badan profil.



Gambar 4.14 Garis netral penampang balok komposit W_{10x19}

- Mencari sumbu netral dalam penampang baja

$$Y = \frac{3625,7992 \cdot 0,5 \cdot 260,096 - (102,108 \cdot 10,033 + 6,35 \cdot 5,578) \cdot 252,2905}{3625,7992 - (102,108 \cdot 10,033 + 6,35 \cdot 5,578)} = 79,555 \text{ mm}$$

$$d_1 = d - y + t_s - d_s = 260,096 - 79,555 + 150 - 34 = 296,541 \text{ mm}$$

$$d_2 = d - 79,555 - 15,611 = 260,096 - 79,555 - 7,8055 = 172,736 \text{ mm}$$

$$M_n = T_{s1} \cdot d_1 + T_{s2} \cdot d_2$$

$$= 108,573 \cdot 10^3 \cdot 296,541 \cdot 10^{-6} + 395,67 \cdot 10^3 \cdot 172,736 \cdot 10^{-6}$$

$$= 101,508 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot 101,508 = 86,28 \text{ kN-m} \geq M_u = 64,48 \text{ kN-m}$$

b. Analisis Kapasitas Lentur Positif

Momen tengah balok adalah momen positif, sehingga bagian atas terkena tekan, desain struktur kompositnya adalah sebagai berikut:

Momen ultimit⁺ = $M_u^+ = 72,504 \text{ kN-m}$

Section properties profil :

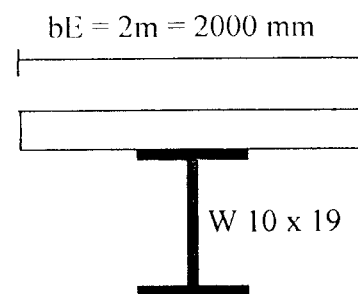
$$A = 5,62 \text{ in}^2 = 3625,7992 \text{ mm}^2$$

$$d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$$

$$t_w = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$$

$$t_f = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$$

$$b_f = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$$



Mutu profil A36

$$- F_y = 36 \text{ ksi} = 248,2 \text{ MPa}$$

$$- F'_c = 25 \text{ MPa}$$

Tulangan tarik dalam beton slab diabaikan, dianggap slab beton penuh.

Cek penampang kompak :

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = 5,088 \leq \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{\sqrt{248,2}} = 10,8, \dots \text{ok}$$

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w} = 35,4,6 \leq \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = \frac{1680}{\sqrt{248,2}} = 106,7, \dots \text{ok}$$

$$a = \frac{A_s F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_E} = \frac{3625,7992 \cdot 248,2}{0,85 \cdot 25 \cdot 2000} = 21,175 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} = t_s$$

$$C = 0,85 \cdot f'_c \cdot b_E \cdot a = 0,85 \cdot 25 \cdot 2000 \cdot 21,175 = 899937,5 \text{ N} = 899,937 \text{ kN}$$

$$T = A_s \cdot F_y = 3625,7992 \cdot 248,22 = 899995,8774 \text{ N} = 899,995 \text{ kN}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + t_s - \frac{a}{2} = \frac{260,096}{2} + 150 - \frac{21,175}{2} = 269,46 \text{ mm}$$

$$M_n = C \cdot d_1 = 899,937 \cdot 10^3 \cdot 269,46 \cdot 10^{-6} = 242,497 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot M_n = 0,85 \cdot 242,497 = 206,122 \text{ kN-m} \geq M_u = 72,504 \text{ kN-m}$$

Analisis Geser pada Balok untuk lantai 1

Direncanakan profil : W10 x 19 dengan:

- $d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$
- $t_w = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$
- $b_f = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$
- $t_f = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$

Mencari gaya geser nominal dari penampang komposit (V_n)

$$V_n = 0,6 F_y \cdot A_w$$

$$= 0,6 \cdot 248,2 \cdot (260,096 - 2 \cdot 10,033) \cdot 6,35 \cdot 10^{-3} = 226,982 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,9 V_n$$

$$= 0,9 \cdot 226,982 = 204,284 \text{ kN} > V_u = 72,07 \text{ kN}$$

Cek tampang plastis :

$$F_y \cdot b_f \cdot t_f (d - t_f) > 0,7 M_p$$

$$248,2 \cdot 102,108 \cdot 10,033 \cdot (260,096 - 10,033) = 63,58 \text{ kN-m} > 61,5$$

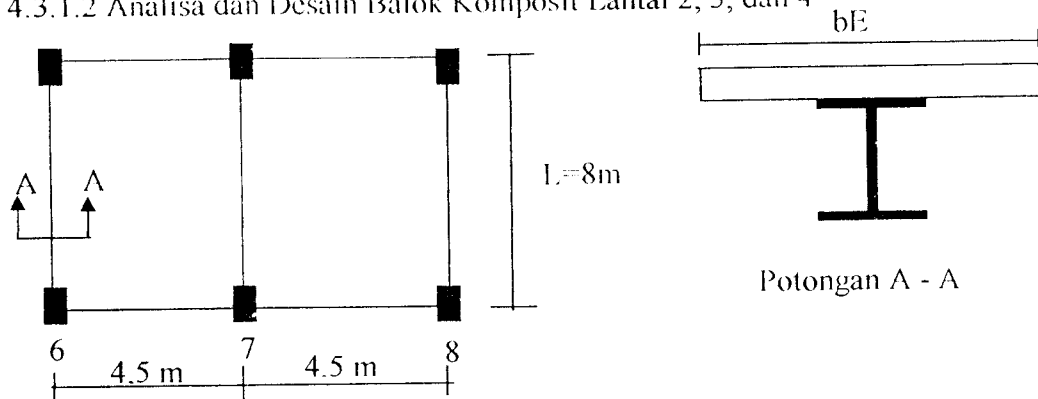
kN-m.

Cek interaksi geser dan lentur :

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{64,488}{86,28} + 0,625 \frac{72,06682}{204,284} = 0,97 \leq 1,375 \dots \text{Aman.}$$

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{72,504}{206,122} + 0,625 \frac{72,06682}{204,284} = 0,6 \leq 1,375 \dots \text{Aman.}$$

4.3.1.2 Analisa dan Desain Balok Komposit Lantai 2, 3, dan 4



Gambar 4.15 Tampak Atas Denah Portal As 6, As B dan As E

Diketahui :

- $L = 8 \text{ m}$
- $b_o = 4,5 \text{ m}$
- Profil : W16x 40
- Section properties profil W16 x 40 :
 - $A = 11,8 \text{ in}^2 = 7612,888 \text{ mm}^2$
 - $d = 16,01 \text{ in} = 406,654 \text{ mm}$
 - $t_w = 0,305 \text{ in} = 7,747 \text{ mm}$
 - $t_f = 0,505 \text{ in} = 12,827 \text{ mm}$
 - $b_f = 6,995 \text{ in} = 177,673 \text{ mm}$
- $F_y = 36 \text{ ksi} = 248,22 \text{ MPa}$

a. Analisis Kapasitas Lentur Negatif

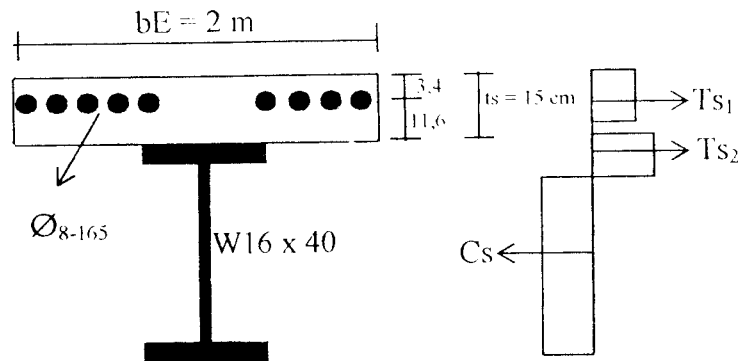
Mencari lebar efektif:

$$bE \leq \frac{L}{4} = \frac{8}{4} = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$$

$$bE \leq b_o = 4,5 \text{ m} = 450 \text{ cm}$$

$$bE \leq bf + 16ts = 4,02.2,54 + 16.15 = 250,211 \text{ cm}$$

Diambil $bE = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$



Gambar 4.16 Distribusi tegangan balok komposit W_{16x40}

- Batang tulangan susut menambah kekuatan tarik nominal = Ts_1

$$Ts_1 = A_{s_{sst}} \times F_{y_{sst}} = \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 \cdot 9.240 = 108573,4 \text{ N} = 108,573 \text{ kN}$$

- Gaya tekan nominal dalam profil = C_{max}

$$C_{max} = A_s \cdot F_y = 7612,88 \cdot 248,22 = 1889671,059 \text{ N} = 1889,671 \text{ kN}$$

- Karena $C_{max} > Ts$ berarti tarik terjadi di profil

Dari keseimbangan gaya dalam, didapat :

$$Cs = C_{max} - Ts_2$$

$$Ts_1 + Ts_2 = Cs$$

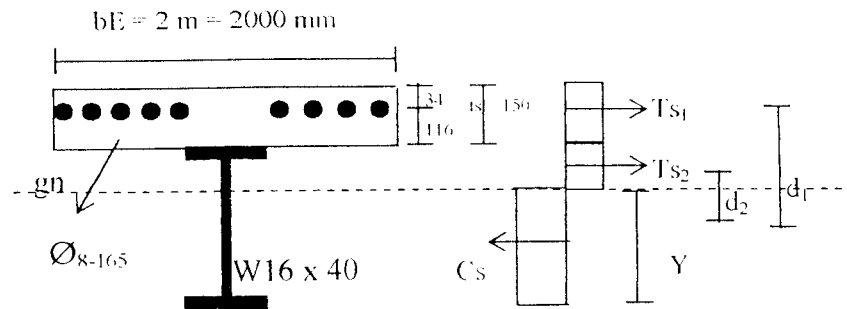
$$Ts_1 + Ts_2 = C_{max} - Ts_2$$

$$Ts_2 = \frac{C_{max} - Ts_1}{2} = \frac{1889,671 - 108,573}{2} = 890,549 \text{ kN}$$

Cek tarik terjadi di sayap profil =

$$a = \frac{Ts}{F_y \cdot bf} = \frac{890,549 \cdot 10^3}{248,22 \cdot 177,673} = 20,19 \text{ mm} > t_f = 12,827 \text{ mm}$$

Jadi tarik terjadi di badan profil.



Gambar 4.17 Garis netral penampang balok komposit W_{16x40}

- Mencari sumbu netral dalam penampang baja

$$Y = \frac{7612,888 \cdot 0,5 \cdot 406,654 - (177,673 \cdot 12,827 + 7,363 \cdot 7,747) \cdot 396,559}{7612,888 - (177,673 \cdot 12,827 + 7,363 \cdot 7,747)}$$

$$Y = 117,783 \text{ mm}$$

$$d_1 = d - y + t_s - d_s = 406,654 - 117,783 + 150 - 34 = 404,871 \text{ mm}$$

$$d_2 = d - 117,783 - 20,19/2 = 406,654 - 117,783 - 10,095 = 278,776 \text{ mm}$$

$$M_n = T_{s1} \cdot d_1 + T_{s2} \cdot d_2$$

$$= 108,573 \cdot 10^3 \cdot 404,871 \cdot 10^{-6} + 890,549 \cdot 10^3 \cdot 278,776 \cdot 10^{-6}$$

$$= 292,22 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot 292,22 = 248,388 \text{ kN-m} \geq M_u = 207,855 \text{ kN-m}$$

b. Analisis Kapasitas Lentur Positif.

$$\text{Momen rencana ultimit}^+ = M_u^+ = 231,63264 \text{ kN-m}$$

Section properties profil :

$$A = 5,62 \text{ in}^2 = 3625,7992 \text{ mm}^2$$

$$d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$$

$$t_w = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$$

$$t_f = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$$

$$b_f = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$$

Mutu profil A36

$$- F_y = 36 \text{ ksi} = 248,2 \text{ MPa}$$

$$- F'_c = 25 \text{ MPa}$$

Tulangan tarik dalam beton slab diabaikan, dianggap slab beton penuh.

Cek penampang kompak :

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = 6,926 \leq \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{\sqrt{248,22}} = 10,8 \dots \text{ok}$$

$$\lambda = \frac{hc}{tw} = 46,6 \leq \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = \frac{1680}{\sqrt{248,22}} = 106,7 \dots \text{ok}$$

$$a = \frac{As \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot E} = \frac{7612,888 \cdot 248,22}{0,85 \cdot 25 \cdot 2000} = 44,46 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} = t_s$$

$$C = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot E \cdot a = 0,85 \cdot 25 \cdot 2000 \cdot 44,46 = 1889671,059 \text{ N} = 1889,671 \text{ kN}$$

$$T = As \cdot F_y = 7612,888 \cdot 248,22 = 1889671,059 \text{ N} = 1889,761 \text{ kN}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + t_s - \frac{a}{2} = \frac{406,654}{2} + 150 - \frac{44,46}{2} = 331,097 \text{ mm}$$

$$M_n = C \cdot d_1 = 1889,671 \cdot 10^3 \cdot 331,097 \cdot 10^{-6} = 583,663 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot M_n = 0,85 \cdot 583,663 = 496,11 \text{ kN-m} \geq M_u = 231,6324 \text{ kN-m}$$

Analisis Perencanaan geser balok lantai 2,3,4

Direncanakan profil : W16 x 40 dengan:

- $d = 16,01 \text{ in} = 406,654 \text{ mm}$
- $tw = 0,505 \text{ in} = 12,827 \text{ mm}$
- $bf = 6,995 \text{ in} = 177,673 \text{ mm}$
- $tf = 0,305 \text{ in} = 7,747 \text{ mm}$

$$V_n = 0,6 F_y \cdot A_w$$

$$= 0,6 \cdot 248,2 \cdot (406,654 - 2 \cdot 12,827) \cdot 7,747 \cdot 10^{-3} = 439,553 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,9 V_n$$

$$= 0,9 \cdot 439,553 = 395,598 \text{ kN} > V_u = 218,6 \text{ kN}$$

Cek tampang plastis :

$$F_y \cdot b_f \cdot t_f (d - t_f) > 0,7 M_p = 248,2 \cdot 177,673 \cdot 12,827 \cdot (406,654 - 12,827)$$

$$= 222,77 \text{ kN-m} > 207,569 \text{ kN-m} \dots \text{Aman.}$$

Cek interaksi geser dan lentur :

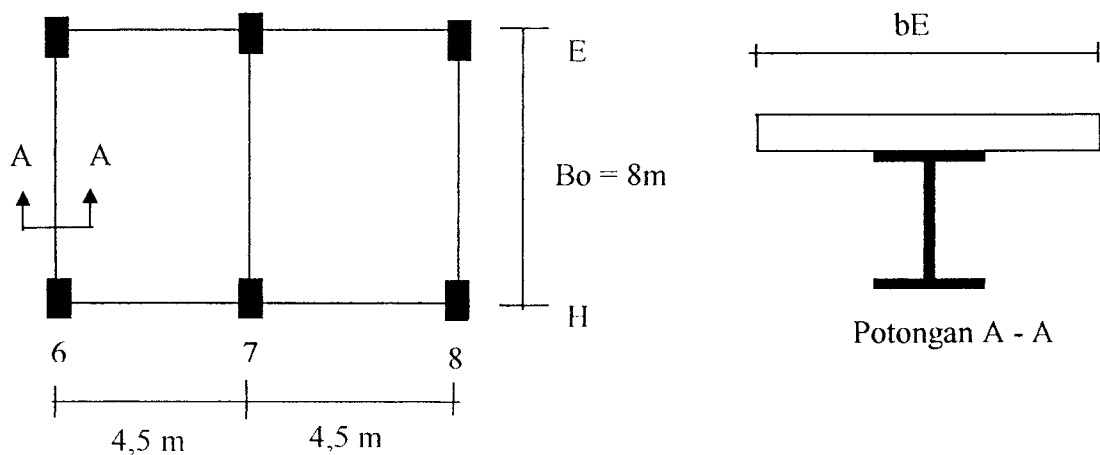
$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{207,855}{248,388} + 0,625 \frac{218,61}{395,598} = 1,18 \leq 1,375 \dots \text{Aman.}$$

Jadi : profil W 16 x 40 dapat digunakan.

4.3.2 Analisa dan Desain Balok Komposit untuk Portal E

Dari sebagian denah rencana kolom dan pelat lantai diketahui tampang untuk perencanaan struktur balok untuk portal E adalah sebagai berikut :

4.3.2.1 Analisa dan Desain Balok Komposit Untuk lantai 1



Gambar 4.18 Denah Portal As 6, As B dan As E

Diketahui :

- $L = 4.5 \text{ m}$
- $b_0 = 8 \text{ m}$
- Profil : W8 x 15
- Section properties :
- $A = 4,44 \text{ in}^2 = 2864,51 \text{ mm}^2$
- $d = 8,11 \text{ in} = 205,994 \text{ mm}$
- $t_w = 0,23 \text{ in} = 5,842 \text{ mm}$
- $t_f = 0,315 \text{ in} = 8,001 \text{ mm}$
- $b_f = 5,25 \text{ in} = 133,35 \text{ mm}$
- $F_y = 36 \text{ ksi} = 248,22 \text{ MPa}$

a. Analisis Kapasitas lentur Negatif.

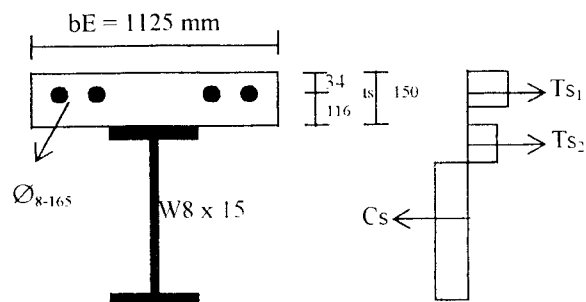
Mencari lebar efektif:

$$b_E \leq \frac{L}{4} = \frac{4,5}{4} = 1,125 \text{ m} = 1125 \text{ mm}$$

$$b_E \leq b_0 = 8 \text{ m} = 8000 \text{ mm}$$

$$b_E \leq b_f + 16t_s = 5,25 \cdot 2,54 + 16 \cdot 15 = 2533,3 \text{ mm}$$

Diambil $b_E = 1125 \text{ mm}$



Gambar 4.19 Distribusi tegangan balok komposit W_{8x15}

- Batang tulangan susut menambah kekuatan tarik nominal = T_{s1}

$$T_{s1} = A_{s_{sst}} \times F_{y_{sst}} = \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 \cdot 4.240 = 48254 \text{ N} = 48,254 \text{ kN}$$

- Gaya tekan nominal dalam profil = C_{max}

$$C_{max} = A_s \cdot F_y = 2864,51 \cdot 248,22 = 711028,6722 \text{ N} = 711,028 \text{ kN}$$

- Karena $C_{max} > T_s$ berarti tarik terjadi di profil

$$C_s = C_{max} - T_{s2}$$

$$T_{s1} + T_{s2} = C_s$$

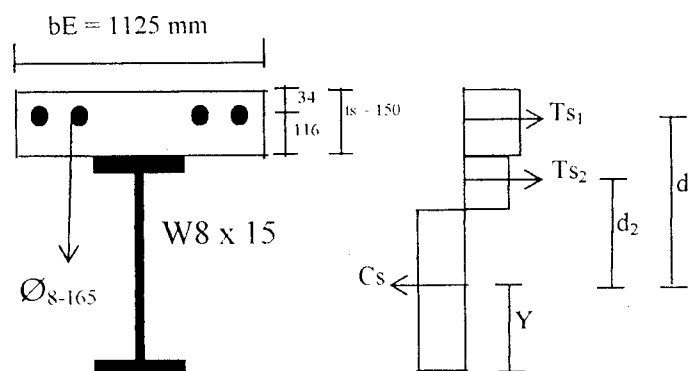
$$T_{s1} + T_{s2} = C_{max} - T_{s2}$$

$$T_{s2} = \frac{C_{max} - T_{s1}}{2} = \frac{711,028 - 48,254}{2} = 331,387 \text{ kN}$$

Cek tarik terjadi di sayap profil =

$$a = \frac{T_{s2}}{F_y \cdot b_f} = \frac{331,387 \cdot 10^3}{248,22 \cdot 133,35} = 10,011 \text{ mm} > t_f = 8 \text{ mm}$$

Jadi tarik terjadi di badan profil.



Gambar 4.20 Garis netral penampang balok komposit $W8 \times 15$

- Mencari sumbu netral dalam penampang baja

$$Y = \frac{2864,51 \cdot 0,5 \cdot 205,994 - (133,35 \cdot 8,001 + 2,01 \cdot 5,842) \cdot 200,99}{2864,51 - (133,35 \cdot 8,001 + 2,01 \cdot 5,842)} = 43,807 \text{ mm}$$

$$d_1 = d - y + t_s - d_s = 205,994 - 43,807 + 150 - 34 = 278,187 \text{ mm}$$

$$d_2 = d - 43,807 - 10,011/2 = 205,994 - 43,807 - 5,005 = 157,181 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= T_{s1} \cdot d_1 + T_{s2} \cdot d_2 \\ &= 48,254 \cdot 10^3 \cdot 278,187 \cdot 10^{-6} + 331,387 \cdot 10^3 \cdot 157,181 \cdot 10^{-6} \\ &= 65,51 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot 65,51 = 55,684 \text{ kN-m} \geq M_u = 24,429 \text{ dan } 24,4726 \text{ kN-m}$$

b. Analisis Kapasitas Lentur Positif.

$$\text{Momen ultimit}^+ \text{ rencana} = M_u^+ = 24,66484 \text{ kN-m}$$

Section properties :

$$A = 4,44 \text{ in}^2 = 2864,51 \text{ mm}^2$$

$$d = 8,11 \text{ in} = 205,994 \text{ mm}$$

$$t_w = 0,23 \text{ in} = 5,842 \text{ mm}$$

$$t_f = 0,315 \text{ in} = 8,001 \text{ mm}$$

$$b_f = 5,25 \text{ in} = 133,35 \text{ mm}$$

Mutu profil A36

$$- F_y = 36 \text{ ksi} = 248,2 \text{ MPa}$$

$$- F'_c = 25 \text{ MPa}$$

Tulangan tarik dalam beton slab diabaikan, dianggap slab beton penuh.

Cek penampang kompak :

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = 8,333 \leq \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{\sqrt{248,2}} = 10,8 \dots \text{ok}$$

$$\lambda = \frac{hc}{tw} = 28,1 \leq \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{248,2}} = 106,7 \dots ok$$

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot E} = \frac{2864,51 \cdot 248,2}{0,85 \cdot 25 \cdot 1125} = 29,742 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} = ts$$

$$C = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot E \cdot a = 0,85 \cdot 25 \cdot 1125 \cdot 29,742 = 711019,6875 \text{ N} = 711,019 \text{ kN}$$

$$T = A_s \cdot F_y = 2864,51 \cdot 248,22 = 711028,67 \text{ N} = 711,028 \text{ kN}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + ts - \frac{a}{2} = \frac{205,994}{2} + 150 - \frac{29,742}{2} = 238,126 \text{ mm}$$

$$M_n = C \cdot d_1 = 711,019 \cdot 10^3 \cdot 238,126 \cdot 10^{-6} = 169,312 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot M_n = 0,85 \cdot 169,312$$

$$= 143,915 \text{ m} \geq M_u = 24,66484 \text{ kN-m dan } 24,67024 \text{ kN-m}$$

Analisis perencanaan geser untuk balok lantai 1

Direncanakan profil W8 x 15 dengan:

- $d = 8,11 \text{ in} = 205,994 \text{ mm}$
- $tw = 0,23 \text{ in} = 5,842 \text{ mm}$
- $bf = 5,25 \text{ in} = 133,35 \text{ mm}$
- $tf = 0,315 \text{ in} = 8,001 \text{ mm}$

$$V_n = 0,6 F_y \cdot A_w$$

$$= 0,6 \cdot 248,2 \cdot (205,994 - 2 \cdot 8,001) \cdot 5,842 \cdot 10^{-3} = 165,304 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,9 V_n$$

$$= 0,9 \cdot 165,304 = 148,774 \text{ kN} > V_u = 63,818 \text{ kN}$$

Cek tampang plastis :

$$F_y \cdot bf \cdot tf (d - tf) > 0,7 M_p$$

$$248,2 \cdot 133,35 \cdot 8,001 \cdot (205,994 - 8,001) = 52,431 \text{ kN-m} > 38,723 \text{ kN-m}$$

Cek interaksi geser dan lentur :

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{24,4726}{55,68} + 0,625 \frac{63,818}{148,774} = 0,707 \leq 1,375 \dots \text{Aman.}$$

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{24,665}{143,915} + 0,625 \frac{63,818}{152,155} = 0,4335 \leq 1,375 \dots \text{Aman.}$$

Jadi : profil W 8 x 15 dapat digunakan.

4.3.2.2 Analisa dan Desain Balok Komposit untuk lantai 2,3,4

Direncanakan profil W 10 x 19

- Section properties :
- $A = 5,62 \text{ in}^2 = 3625,7992 \text{ mm}^2$
- $d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$
- $t_w = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$
- $t_f = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$
- $b_f = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$
- $F_y = 36 \text{ ksi} = 248,22 \text{ MPa}$

a. Kapasitas Lentur Negatif.

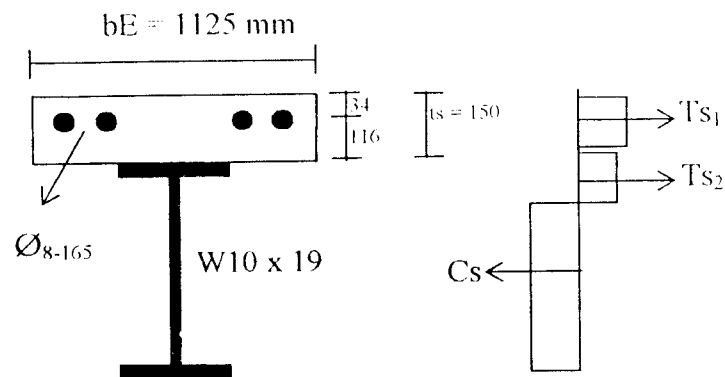
Mencari lebar efektif:

$$b_E \leq \frac{L}{4} = \frac{4,5}{4} = 1,125 \text{ m} = 1125 \text{ mm}$$

$$b_E \leq b_o = 8 \text{ m} = 8000 \text{ mm}$$

$$b_E \leq b_f + 16t_s = 4,02 \cdot 2,54 + 16 \cdot 15 = 2502,1 \text{ mm}$$

Diambil $b_E = 1125 \text{ mm}$



Gambar 4.21 Distribusi tegangan balok komposit W_{10x19}

- Batang tulangan susut menambah kekuatan tarik nominal = T_{s1}

$$T_{s1} = A_{s_{sst}} \times F_{y_{sst}} = \frac{1}{4} \pi \cdot 8^2 \cdot 4.240 = 48254 \text{ N} = 48,254 \text{ kN}$$

- Gaya tekan nominal dalam profil = C_{max}

$$C_{max} = A_s \cdot F_y = 3625,7992 \cdot 248,22 = 899995,8774 \text{ N} = 899,99 \text{ kN}$$

- Karena $C_{max} > T_s$ berarti tarik terjadi di profil

$$C_s = C_{max} - T_{s2}$$

$$T_{s1} + T_{s2} = C_s$$

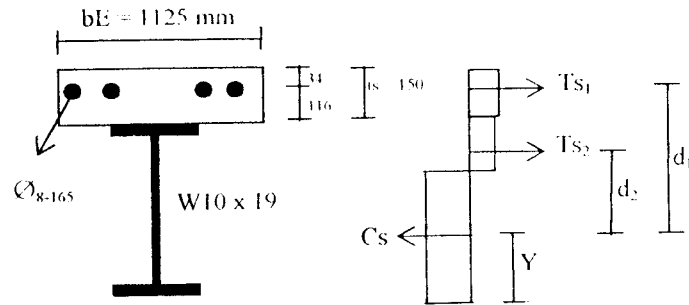
$$T_{s1} + T_{s2} = C_{max} - T_{s2}$$

$$T_{s2} = \frac{C_{max} - T_{s1}}{2} = \frac{899,99 - 48,254}{2} = 425,868 \text{ kN}$$

Cek tarik terjadi disayap profil =

$$PNA = \frac{T_s}{F_y \cdot b_f} = \frac{425,868 \cdot 10^3}{248,22 \cdot 102,108} = 16,8 \text{ mm} > t_f = 10,03 \text{ mm}$$

Jadi tarik terjadi di badan profil.

Gambar 4.22 Garis netral penampang balok komposit W_{10x19}

- Mencari sumbu netral dalam penampang baja

$$Y = \frac{3625,7992 \cdot 0,5 \cdot 260,096 - (102,108 \cdot 10,033 + 6,35 \cdot 6,77) \cdot 251,696}{3625,7992 - (102,108 \cdot 10,033 + 6,35 \cdot 6,77)}$$

$$= 72,29 \text{ mm.}$$

$$d_1 = d - y + t_s - d_s = 260,096 - 79,29 + 150 - 34 = 296,806 \text{ mm}$$

$$d_2 = d - 79,29 - 16,18/2 = 260,096 - 79,29 - 8,4 = 172,406 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= T_{s1} \cdot d_1 + T_{s2} \cdot d_2 \\ &= 48,254 \cdot 10^3 \cdot 296,806 \cdot 10^{-6} + 425,868 \cdot 10^3 \cdot 172,406 \cdot 10^{-6} \\ &= 87,744 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot 87,744 = 74,58 \text{ kN-m} \geq M_u = 64,48 \text{ dan } 62,1413 \text{ kN-m}$$

- b. Analisis Kapasitas Lentur Positif.

$$M^+ = 72,504 \text{ kN-m}$$

Section properties profil :

$$A = 5,62 \text{ in}^2 = 3625,7992 \text{ mm}^2$$

$$d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$$

$$t_w = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$$

$$t_f = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$$

$$b_f = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$$

Mutu profil A36

- $F_y = 36 \text{ ksi} = 248,2 \text{ MPa}$
- $F'_c = 25 \text{ MPa}$

Tulangan tarik dalam beton slab diabaikan, dianggap slab beton penuh.

Cek penampang kompak :

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = 5,088 \leq \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}} = \frac{170}{\sqrt{248,2}} = 10,8 \dots \text{ok}$$

$$\lambda = \frac{hc}{tw} = 35,4,6 \leq \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{F_y}} = \frac{1680}{\sqrt{248,2}} = 106,7 \dots \text{ok}$$

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot E} = \frac{3625,7992 \cdot 248,2}{0,85 \cdot 25 \cdot 1125} = 37,64 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} = \text{ts}$$

$$C = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot E \cdot a = 0,85 \cdot 25 \cdot 1125 \cdot 37,64 = 899831,25 \text{ N} = 899,831 \text{ kN}$$

$$T = A_s \cdot F_y = 3625,7992 \cdot 248,22 = 899995,8774 \text{ N} = 899,995 \text{ kN}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + \text{ts} - \frac{a}{2} = \frac{260,096}{2} + 150 - \frac{37,64}{2} = 261,228 \text{ mm}$$

$$M_n = C \cdot d_1 = 899,831 \cdot 10^3 \cdot 261,228 \cdot 10^{-6} = 234,92 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 0,85 \cdot M_n = 0,85 \cdot 234,92$$

$$= 199,682 \text{ kN-m} \geq M_u = 72,504 \text{ kN-m dan } 52,23364 \text{ kN-m}$$

Analisis perencanaan geser untuk balok lantai 2,3,4

Direncanakan profil : W10 x 19 dengan:

- $d = 10,24 \text{ in} = 260,096 \text{ mm}$
- $tw = 0,25 \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$
- $bf = 4,02 \text{ in} = 102,108 \text{ mm}$
- $tf = 0,395 \text{ in} = 10,033 \text{ mm}$

$$V_n = 0,6 F_y A_w$$

$$= 0,6 \cdot 248,2 \cdot (260,096 - 2 \cdot 10,033) \cdot 6,35 \cdot 10^{-3} = 226,982 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,9 V_n$$

$$= 0,9 \cdot 226,982 = 204,284 \text{ kN} > V_u = 94,53466 \text{ kN}$$

Cek tampang plastis :

$$F_y \cdot b_f \cdot t_f (d - t_f) > 0,7 M_p$$

$$= 248,2 \cdot 102,108 \cdot 10,033 \cdot (260,096 - 10,033)$$

$$= 63,58 \text{ kN-m} > 63,42 \text{ kN-m} \dots\dots\dots \text{Aman .}$$

Cek interaksi geser dan lentur :

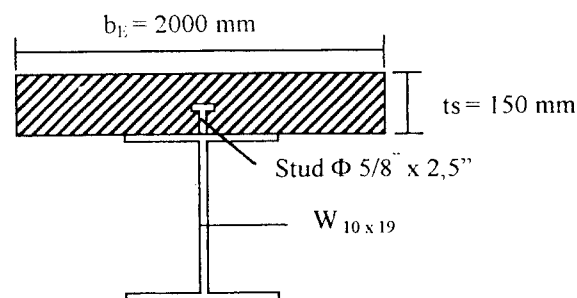
$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{62,48}{74,58} + 0,625 \frac{94,53466}{204,284} = 1,127 \leq 1,375 \dots\dots \text{Aman.}$$

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 = \frac{72,504}{199,682} + 0,625 \frac{94,53466}{204,284} = 0,65 \leq 1,375 \dots\dots \text{Aman.}$$

Jadi : profil W 10 x 19 dapat digunakan.

4.3.3 Analisa dan Desain Konektor Geser

4.3.3.1 Perencanaan Konektor Geser pada Portal 6



Gambar 4.23 Tampang balok komposit dengan konektor geser jenis stud,

Dipakai spesifikasi beton dan baja adalah sebagai berikut :

$$f_c' = 25 \text{ MPa}$$

$$F_y = 248,22 \text{ MPa}$$

$$A_s W_{10 \times 19} = 3625,799 \text{ mm}^2$$

$$A_s W_{16 \times 40} = 12709,652 \text{ mm}^2$$

$$d_s = 5/8'' = 15,875 \text{ mm (diameter stud)}$$

$$w = 2320 \text{ kg/m}^3 \text{ (berat beton normal)}$$

$$E_c = w^{1,5} \cdot 0,041 \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$= 2320^{1,5} \cdot 0,041 \cdot \sqrt{25} = 22907,93 \text{ MPa}$$

$$\text{Kekuatan satu buah konektor (} Q_n \text{)} = 0,0005 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f_c' \cdot E_c}$$

$$Q_n = 0,0005 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 15,875^2 \cdot \sqrt{25 \cdot 22907,93} = 74,89 \text{ kN}$$

Perencanaan konektor geser pada balok lantai satu dan lima pada portal 6 :

$$C_{maks} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b_f \cdot t_s = 0,85 \cdot 25 \cdot 2000 \cdot 150 = 6375000 \text{ N} = 6375 \text{ kN}$$

$$T_{maks} = A_s \cdot F_y = 3625,799 \cdot 248,22 = 899995,8 \text{ N} = 899,995 \text{ kN}$$

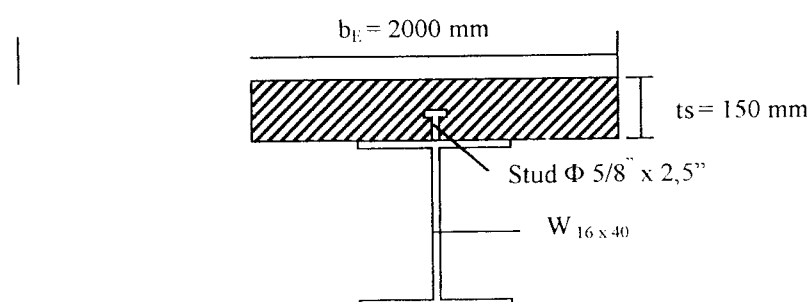
T_{maks} sebagai kontrol karena diambil yang terkecil diantara nilai C_{maks} dan

T_{maks} .

$$\text{Jumlah konektor geser yang diperlukan (} n \text{)} = \frac{V_h}{Q_n}$$

$$n = \frac{899,995}{74,89} = 12,01 \text{ buah diambil jumlah konektor geser adalah 13 buah.}$$

Dipasang konektor geser sejumlah 7 buah sampai tengah bentang (titik momen nol sampai dengan momen maksimum)



Perencanaan konektor geser pada balok lantai dua, tiga dan empat pada portal

As 6 :

$$C_{maks} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b_f \cdot t_s = 0,85 \cdot 25 \cdot 2000 \cdot 150 = 6375000 \text{ N} = 6375 \text{ kN}$$

$$T_{maks} = A_s \cdot F_y = 12709,652 \cdot 248,22 = 3154789,819 \text{ N} = 3154,79 \text{ kN}$$

T_{maks} sebagai kontrol karena diambil yang terkecil diantara nilai C_{maks} dan

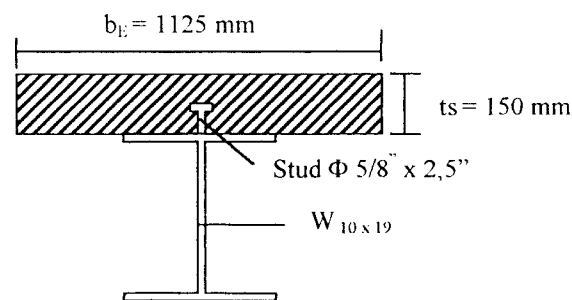
T_{maks} .

$$\text{Jumlah konektor geser yang diperlukan } (n) = \frac{V_h}{Q_n}$$

$$n = \frac{3154,79}{74,89} = 42,12 \text{ buah diambil jumlah konektor geser adalah 43 buah.}$$

Dipasang konektor geser sejumlah 22 buah sampai tengah bentang (titik momen nol sampai dengan momen maksimum)

4.3.3.2 Perencanaan Konektor Geser Untuk Portal B dan E



Dipakai spesifikasi beton dan baja adalah sebagai berikut :

$$f_c' = 25 \text{ MPa}$$

$$F_y = 248,22 \text{ MPa}$$

$$A_s W_{10 \times 19} = 3625,799 \text{ mm}^2$$

$$A_s W_{16 \times 40} = 12709,652 \text{ mm}^2$$

$$d_s = 5,8'' = 15,875 \text{ mm (diameter stud)}$$

$$w = 2320 \text{ kg/m}^3 \text{ (berat beton normal)}$$

$$E_c = w^{1,5} \cdot 0,041 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$= 2320^{1,5} \cdot 0,041 \cdot \sqrt{25} = 22907,93 \text{ MPa}$$

$$\text{Kekuatan satu buah konektor (} Q_n \text{)} = 0,0005 A_{sc} \cdot \sqrt{f_c \cdot E_c}$$

$$Q_n = 0,0005 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 15,875^2 \cdot \sqrt{25 \cdot 22907,93} = 74,89 \text{ kN}$$

Perencanaan konektor geser pada balok lantai satu dan lima :

$$C_{maks} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b_f \cdot t_s = 0,85 \cdot 25 \cdot 1125 \cdot 150 = 3585937 \text{ N} = 3585,9 \text{ kN}$$

$$T_{maks} = A_s \cdot F_y = 3625,799 \cdot 248,22 = 899995,8 \text{ N} = 899,995 \text{ kN}$$

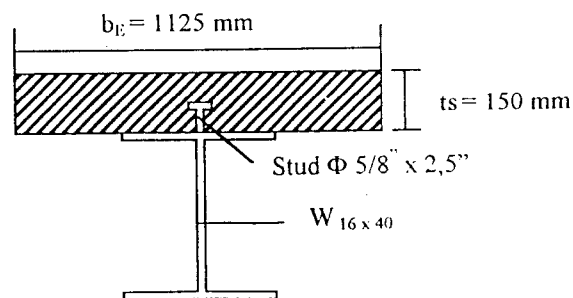
T_{maks} sebagai kontrol karena diambil yang terkecil diantara nilai C_{maks} dan

T_{maks} .

$$\text{Jumlah konektor geser yang diperlukan (} n \text{)} = \frac{V_h}{Q_n}$$

$$n = \frac{899,995}{74,89} = 12,01 \text{ buah diambil jumlah konektor geser adalah 13 buah.}$$

Dipasang konektor geser sejumlah 7 buah sampai tengah bentang (titik momen nol sampai dengan momen maksimum)



Perencanaan konektor geser pada balok lantai dua, tiga dan empat :

$$C_{maks} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b_f \cdot t_s = 0,85 \cdot 25 \cdot 1125 \cdot 150 = 3585937,5 \text{ N} = 3585,9 \text{ kN}$$

$$T_{\text{maks}} = A_s \cdot F_y = 12709,652 \cdot 248,22 = 3154789,819 \text{ N} = 3154,79 \text{ kN}$$

T_{maks} sebagai kontrol karena diambil yang terkecil diantara nilai C_{maks} dan

T_{maks} .

$$\text{Jumlah konektor geser yang diperlukan (n)} = \frac{V_h}{Q_n}$$

$$n = \frac{3154,79}{74,89} = 42,12 \text{ buah diambil jumlah konektor geser adalah 43 buah.}$$

Dipasang konektor geser sejumlah 22 buah sampai tengah bentang (titik momen nol sampai dengan momen maksimum)

4.4 Analisis dan Desain Kolom Komposit

Dicoba profil W 16 x 67 yang mempunyai section properties sebagai berikut :

$$A_s = 12709,652 \text{ mm}^2$$

$$d = 414,782 \text{ mm}$$

$$b_f = 259,969 \text{ mm}$$

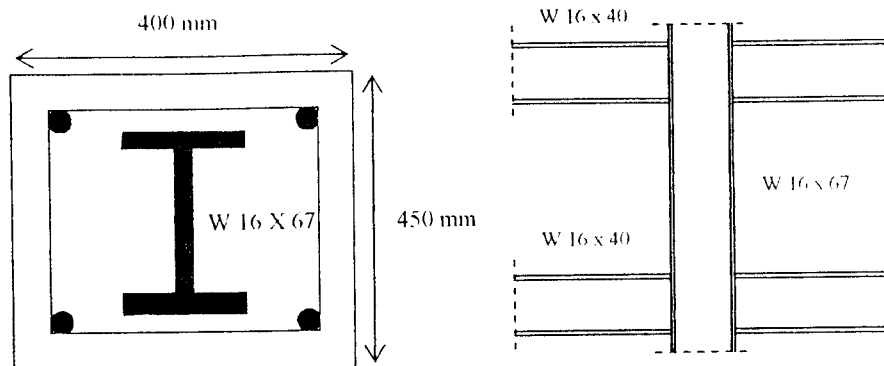
$$t_f = 16,891 \text{ mm}$$

$$t_w = 10,033 \text{ mm}$$

$$I_x = 3,97085 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 4,9531 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi}$$



Gambar 4.24: Penampang kolom komposit

4.4.1 Mencari panjang efektif (k.l)

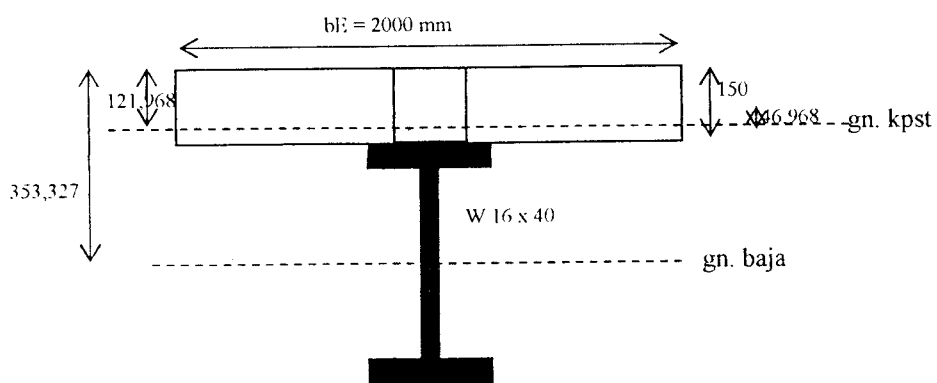
$$L_k = 4000 \text{ mm}$$

$$I_k = I_s + I_c$$

$$= 3,97085 \cdot 10^8 + 1/12 \cdot 400 \cdot 450^3 = 3434585000 \text{ mm}^4$$

$$\frac{I_k}{L_k} = \frac{3434585000}{4000} = 858646,25 \text{ mm}^3$$

$$L_b = 8000 \text{ mm}$$



Gambar 4.25 : Garis netral penampang balok komposit

$$E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 0,043 \cdot W_c^{1,5} \sqrt{f'c} = 0,043 \cdot 2400^{1,5} \sqrt{25} = 25278,7 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{2 \cdot 10^5}{25278,7} = 7,9 \dots \dots \dots \text{diambil } n = 8$$

$$\frac{bE}{n} = \frac{2000}{8} = 250 \text{ mm}$$

Statis momen terhadap sisi atas:

$$Y_a = \frac{(150 \cdot 250 \cdot 75 + 7612,888 \cdot 353,327)}{(150 \cdot 250 + 7612,888)} = 121,968 \text{ mm}$$

$$Y_b = 406,654 + 150 - 121,968 = 434,686 \text{ mm}$$

$$I_b = ((1/12 \cdot 250 \cdot 150^3) + (250 \cdot 150 \cdot 80,373^2)) + (2,156 \cdot 10^8 + (7612,888 \cdot 231,359^2)) = 7,761 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\frac{I_b}{L_b} = \frac{7,761 \cdot 10^8}{8000} = 97012 \text{ mm}^3$$

$$G = \frac{2 \cdot \left(\frac{I_c}{L_c} \right)}{2 \cdot \left(\frac{I_b}{L_b} \right)} = \frac{2 \times 858646,25}{2 \times 97012,5} = 8,851$$

Dari nomogram panjang efektif yang dibuat oleh *Jackson dan Morreland* untuk struktur tak bergoyang didapat nilai $k = 0,965$.

$$k_x \cdot l_x = k_y \cdot L_y = 0,965 \times 4000 = 3860 \text{ mm}$$

4.4.2 Mencari kekuatan nominal kolom komposit (Mn)

$$\text{Luas total tulangan longitudinal diambil D22} = 4 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2 = 1519 \text{ mm}^2$$

$$F_c = 25 \text{ Mpa} = 25 \text{ N/mm}^2$$

Luas transformasi (At):

$$A_t = 400 \times 450 = 180000 \text{ mm}^2$$

Luasan beton (Ac):

$$A_c = A_t - A_s - A_{tul} = 180000 - 12709,652 - 1519 = 165771,348 \text{ mm}^2$$

Syarat kolom dihitung komposit :

$$\frac{A_s}{A_t} > 4\%$$

$$\frac{A_s}{A_t} = \frac{12709,652}{180000} = 0,07 > 4\% \dots \dots \dots \text{ok}$$

$$\begin{aligned} F_{my} &= F_y + 0,7F_{yr} \left(\frac{A_r}{A_s} \right) + 0,6\Gamma_c \frac{A_c}{A_s} \\ &= 248,22 + 0,7 \cdot 379,225 \cdot \frac{1519}{12709,652} + 0,6 \cdot 25 \cdot \frac{165711}{12709,652} \\ &= 195.644 \text{ N / mm}^2 \end{aligned}$$

$$E_c = 25278,7 \text{ Mpa}$$

$$E_m = E_s + 0,2 \cdot E_c \frac{A_c}{A_s} = 2 \cdot 10^5 + 0,2 \cdot 25278,7 \cdot \frac{165771}{12709,652} = 265941,623 \text{ Mpa}$$

$$r_y = 62,484 \text{ mm (jari-jari girasi)}$$

$$r_m = r_y = 62,484 \leq 0,3 \times b = 0,3 \times 400 = 120 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ok}$$

$$\text{Dipakai } r_m = 120 \text{ mm}$$

$$\lambda_c = \frac{k \cdot l}{r_m \cdot \pi} \sqrt{\frac{F_{my}}{E_m}} = \frac{0,965 \cdot 4000}{120 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{195,644}{265941,623}} = 0,277 < 0,75 \text{ sehingga :}$$

$$F_{cr} = \left(0,658^{\lambda_c^2} \right) F_{my} = \left(0,658^{(0,277)^2} \right) 195,644 = 189,46 \text{ Mpa.}$$

$$\phi P_n = \phi \cdot A_s \cdot F_{cr} = 0,85 \cdot 12709,652 \cdot 189,46 = 2046775,066 \text{ N} = 2046,775 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 2046,775 \geq P_u = 1350,84 + 613,527 = 1964,367 \text{ kN}$$

Direncanakan struktur akan didesain sebagai *Strong Coloumn Weak Beam* , kolom kuat balok lemah dimana pada saat balok sudah mencapai titik runtuh, kolom masih kuat sehingga struktur tidak runtuh terlebih dahulu.

Adapun mekanisme *Strong Coloumn Weak Beam* adalah sebagai berikut :

Untuk mekanisme *Strong Coloumn Weak Beam* hanya dihitung untuk kolom pada lantai 1 saja.

a. Untuk portal as 6 dan portal as E

Didesain berdasarkan *strong coloumn weak beam* :

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} \geq 1$$

$$\sum M_{pc} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{N_{uc}}{A_g} \right)$$

Dari table AISC – LRFD untuk kolom W 16 X 67 didapat :

$$A_g = 19,7 \text{ in}^2 = 12709,652 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 3,97085 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 ; \text{ dimensi kolom} = 400 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$$

$$I_k = I_x + I_c = 3,97085 \cdot 10^8 + 1/12 \cdot 400 \cdot 450^3 = 3434585000 \text{ mm}^4$$

$$Y = 450 / 2 = 225 \text{ mm}$$

$$Z_c = I_k / Y = 3434585000 / 225 = 15264822,22 \text{ mm}^3$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi} = 248,22 \text{ Mpa}$$

$$N_{u1} (7) = 1,2 D + 1,6 L = 1,2 \cdot 795,773 + 1,6 \cdot 246,697 = 1350,84 \text{ kN}$$

$$N_{u2} (7) = 1,2 D + 1,6 L = 1,2 \cdot 372,803 + 1,6 \cdot 103,852 = 613,527 \text{ kN}$$

$$\sum M_{pc1} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{N_{uc}}{A_g} \right) = 15264822,22 \left(248,22 - \frac{1350,84 \cdot 10^3}{12709,652} \right)$$

$$\sum M_{pc1} = 2166,6 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pc2} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{N_{uc}}{A_g} \right) = 15264822,22 \left(248,22 - \frac{613,527 \cdot 10^3}{12709,652} \right)$$

$$\sum M_{pc2} = 3052,16 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pc} = 2166,6 + 3052,16 = 5218,76 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pb} = \sum (1,1 \cdot R_y \cdot I_y \cdot Z + M_y)$$

$$Z_x = 72,9 \text{ in}^3 = 1194616,966 \text{ mm}^3 \text{ (balok W 16 x 40)}$$

$$Z_x = 21,6 \text{ in}^3 = 353960,58 \text{ mm}^3 \text{ (balok W10 x 19)}$$

$$M_y = 0 \text{ (diabaikan)}$$

$$R_y = 1,5$$

$$\sum M_{pb} = \sum (1,1 \cdot R_y \cdot F_y \cdot Z + M_y) = 2(1,1 \cdot 1,5 \cdot 248,22 \cdot 353960,58 + 0)$$

$$\sum M_{pb} = 289,94 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pb} = \sum (1,1 \cdot R_y \cdot F_y \cdot Z + M_y) = 2(1,1 \cdot 1,5 \cdot 248,22 \cdot 1194616,966 + 0)$$

$$\sum M_{pb} = 978,54 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pb} = 289,94 + 978,54 = 1268,48 \text{ kN.m}$$

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} = \frac{5218,76}{1268,48} = 4,11 \geq 1 \dots\dots\dots OK$$

b. Untuk portal as 6 dan portal as B

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} \geq 1$$

$$\sum M_{pc} = \sum Z_c \left(I_{yc} - \frac{Nuc}{Ag} \right)$$

Dari table AISC – LRFD untuk kolom W 16 X 67 didapat :

$$A_g = 19,7 \text{ in}^2 = 12709,652 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 3,97085 \cdot 10^8 \text{ mm}^4 ; \text{ dimensi kolom} = 400 \text{ mm} \times 450 \text{ mm}$$

$$I_k = I_x + I_c = 3,97085 \cdot 10^8 + 1/12 \cdot 400 \cdot 450^3 = 3434585000 \text{ mm}^4$$

$$Y = 450 / 2 = 225 \text{ mm}$$

$$Z_c = I_k / Y = 3434585000 / 225 = 15264822,22 \text{ mm}^3$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi} = 248,22 \text{ Mpa}$$

$$Nu_1 (7) = 1,2 D + 1,6 L = 1,2 \cdot 796,773 + 1,6 \cdot 246,697 = 1350,8 \text{ kN}$$

$$Nu_2 (2) = 1,2 D + 1,6 L = 1,2 \cdot 130,186 + 1,6 \cdot 25,885 = 197,64 \text{ kN}$$

$$\sum M_{pc_1} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{N_{uc}}{A_g} \right) = 15264822,22 \left(248,22 - \frac{1350,8 \cdot 10^3}{12709,652} \right)$$

$$\sum M_{pc_1} = 2166,67 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pc_2} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{N_{uc}}{A_g} \right) = 15264822,22 \left(248,22 - \frac{197,64 \cdot 10^3}{12709,652} \right)$$

$$\sum M_{pc_2} = 3551,66 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pc} = 2166,67 + 3551,66 = 5178,33 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pb} = \sum (1,1 \cdot R_y \cdot I_y \cdot Z + M_y)$$

$$Z_x = 21,6 \text{ in}^3 = 353960,58 \text{ mm}^3 \text{ (balok W10 x 19)}$$

$$Z_x = 72,9 \text{ in}^3 = 1194616,966 \text{ mm}^3 \text{ (balok W16 x 40)}$$

$$M_y = 0 \text{ (diabaikan)}$$

$$R_y = 1,5$$

$$\sum M_{pb} = \sum (1,1 \cdot R_y \cdot F_y \cdot Z + M_y) = (1,1 \cdot 1,5 \cdot 248,22 \cdot 353960,58 + 0)$$

$$\sum M_{pb} = 144,969 \text{ kN.m}$$

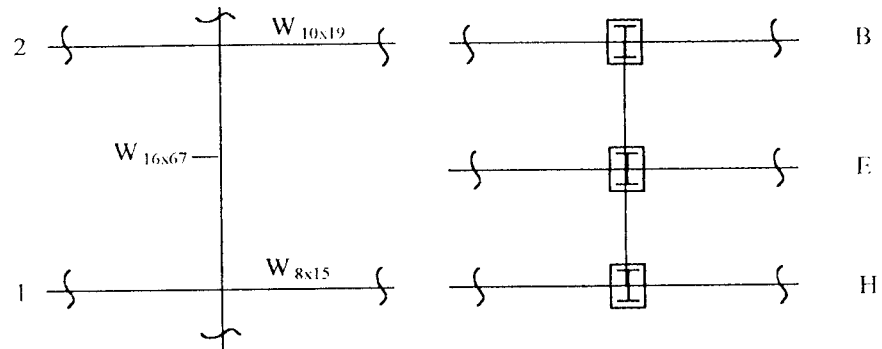
$$\sum M_{pb} = \sum (1,1 \cdot R_y \cdot F_y \cdot Z + M_y) = 2(1,1 \cdot 1,5 \cdot 248,22 \cdot 1194616,966 + 0)$$

$$\sum M_{pb} = 978,54 \text{ kN.m}$$

$$\sum M_{pb} = 144,969 + 978,54 = 1123,509 \text{ kN.m}$$

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} = \frac{5178,33}{1123,509} = 4,609 \geq 1 \dots \dots \dots OK$$

4.4.3 Hubungan Interaksi Balok kolom



Gambar 4.26 Tinjauan interaksi aksial dan geser

Untuk perhitungan interaksi ini, hanya dihitung pada analisa untuk kolom pada lantai 2 portal E, dikarenakan perhitungannya adalah tipikal (sama). Adapun analisisnya adalah sebagai berikut :

Diketahui N_u dan M_u adalah hasil output dari SAP 90 :

$$M_u = 1,2 (39,598) + 1,6 (11,406) = 65,77 \text{ kN-m}$$

$$N_u = 1,2 (266,842) + 1,6 (73,309) = 437,50 \text{ kN-m}$$

$$\text{Cek } \frac{N_u}{\phi \cdot N_n} \geq 0,2 :$$

$$\frac{437,5}{2044,39} = 0,214 \geq 0,2$$

Karena $\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} \geq 0,2$, maka hubungan interaksi gaya aksial dan

lentur adalah sebagai berikut :

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8 M_u}{9 \phi \cdot M_n} \leq 1,0$$

$$\frac{437,5}{2044,39} + \frac{8 \cdot 65,77}{9 \cdot 79,08} = 0,214 + 0,74 = 0,954 \leq 1,0 \dots\dots\dots (\text{Aman})$$

4.5 Perencanaan Sambungan Baut

Desain untuk sambungan kolom ke balok direncanakan menggunakan sambungan baut dengan pertimbangan lebih efisien dan lebih mudah dalam pengerjaannya. Perhitungan untuk sambungan baut pada redesain ini dihitung hanya pada sambungan antara kolom dengan balok pada portal As 6 untuk lantai 1, 2, 3, dan 4, hal ini dikarenakan perhitungan untuk sambungan yang lain adalah typical. Adapun desainnya adalah sebagai berikut :

4.5.1 Sambungan baut pada lantai satu (1)

Dipakai profil baja untuk kolom adalah W 16 X 67, dengan *section properties* :

$$A_s = 12709,652 \text{ mm}^2$$

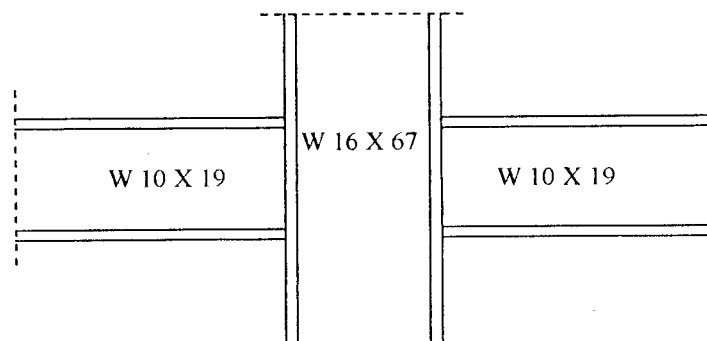
$$b_f = 259,969 \text{ mm}$$

$$t_w = 10,033 \text{ mm}$$

$$t_f = 16,891 \text{ mm}$$

$$d = 414,782 \text{ mm}$$

a. Sambungan Kolom-Balok , sayap balok menerima gaya tarik



Gambar 4.26 Analisis sambungan balok – ke kolom

Dipakai profil baja untuk balok adalah W 10 X 19 , dengan section properties :

$$A_s = 3625,799 \text{ mm}^2$$

$$b_f = 102,108 \text{ mm}$$

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

$$t_f = 10,033 \text{ mm}$$

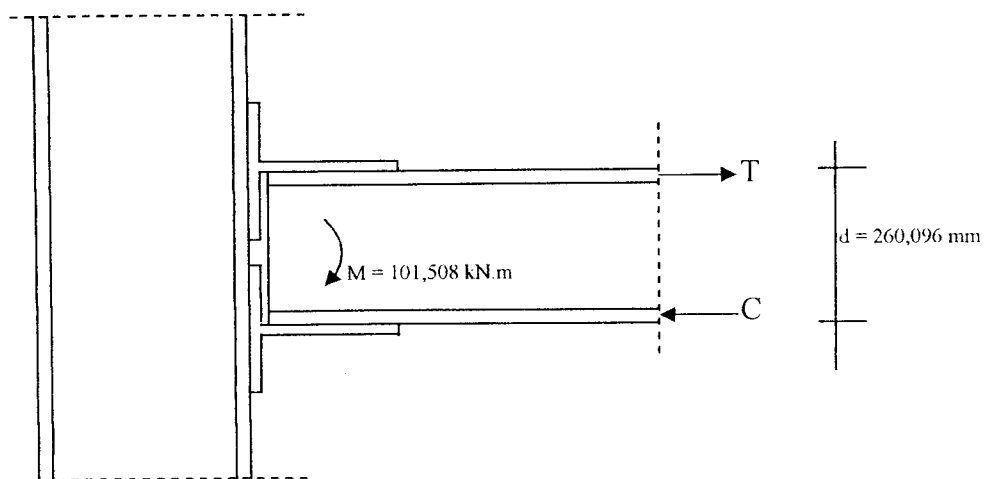
$$d = 260,096 \text{ mm}$$

Dari penampang balok komposit yang tersedia didapat momen nominal dan gaya geser nominal untuk perencanaan sambungan adalah sebagai berikut :

$$M (W 10 X 19) = 106,631 \text{ kN.m}$$

$$V (W 10 X 19) = 226,982 \text{ kN.}$$

Direncanakan sambungan baut menggunakan pelat sambung dari profil *Tees Structure* .



Gambar 4.27 Analisa sambungan menahan gaya tarik pada sayap balok

Mencari kuat tarik yang terjadi (T) :

$$T = \frac{M}{0,95d} = \frac{10,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 260,096} = 410,82 \text{ kN}$$

Dipakai baut dengan \varnothing baut = $\frac{3}{4}$ in = 19,05 mm

$$\text{Ø lubang} = \frac{3}{4} \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} = \frac{7}{8} \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari } \% \frac{A_n}{A_g} &= \frac{(bf \cdot tf) - (2 \cdot \phi_{\text{lubang}} \cdot tw)}{(bf \cdot tf)} = \frac{(102,108 \cdot 10,033) - (2 \cdot 22,225 \cdot 10,033)}{(102,108 \cdot 10,033)} \\ &= 0,565 \approx 55\% \end{aligned}$$

Jadi deduksi = 45% - 15% = 30% , sehingga kapasitas flens tariknya menjadi 0,70 T.

$$A_g = \frac{T}{\phi_t \cdot F_y} = \frac{0,70 \cdot 410,82 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 1287,272 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{T}{\phi_t \cdot F_u} = \frac{0,70 \cdot 410,82 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 958,795 \text{ mm}^2$$

Tebal badan (tw) minimum plat sambung yang digunakan :

$$tw_{\min} = \frac{A_g}{bf} = \frac{1287,272}{102,108} = 12,606 \text{ mm}$$

Dicoba Tees Structure dari table AISC – LRFD :

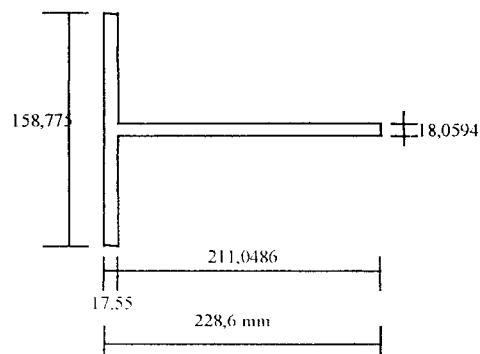
ST 9 X 35 dengan : tw = 18,0594 mm

$$tf = 17,5514 \text{ mm}$$

$$bf = 158,775 \text{ mm}$$

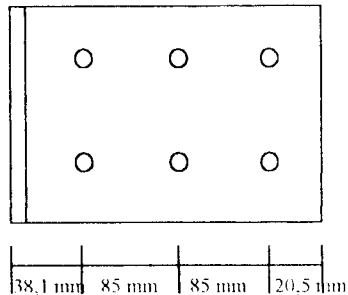
$$d = 228,6 \text{ mm}$$

$$k = 38,1 \text{ mm}$$



$$A_g = b_f \times t_w = 102,108 \times 18,0594 = 1844,009 \text{ mm}^2$$

Dicoba komposisinya =



$$U = 1 - \frac{x}{l} = 1 - \frac{38,1}{170} = 0,776$$

$$A_e = U \times A_n$$

$$A_e = U \times (A_g - n \cdot d \cdot t)$$

$$958,795 = 0,776 (A_g - 2 \cdot 22,225 \cdot 6,35)$$

$$958,795 = 0,776 A_g - 219,031$$

$$A_g = 1517,817 \text{ mm}^2 < A_g = 1844,009 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{ok.}$$

Kekuatan baut :

Dalam geser :

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,5 \cdot F_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 88,435 \text{ kN}$$

Berdasar kekuatan tumpu :

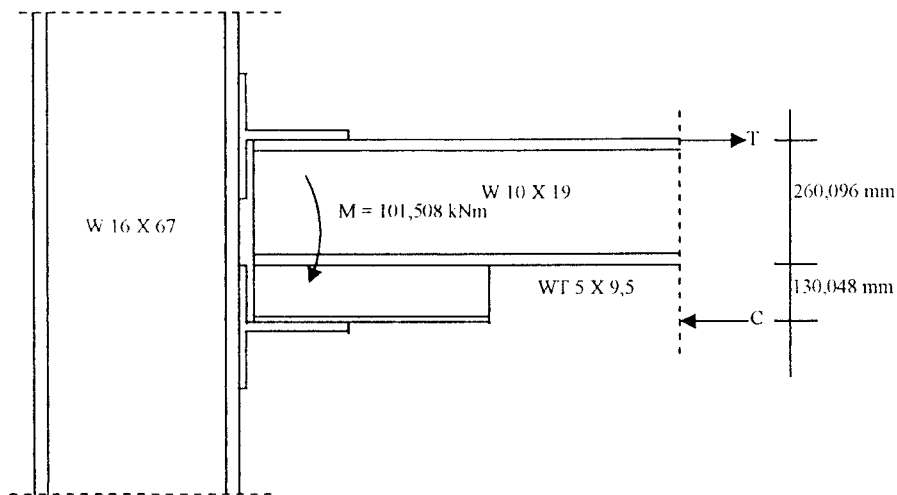
$$\phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot F_u^h \cdot A_b = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 399,91 \cdot 19,05 \cdot 6,35 = 87,077 \text{ kN}$$

Kekuatan baut yang menentukan adalah $\phi R_n = 87,077 \text{ kN}$.

Jumlah baut yang diperlukan adalah :

$$n = \frac{T}{\phi R_n} = \frac{410,82}{87,077} = 4,7 \text{ buah} \dots \dots \dots \text{diambil jumlah baut} = 6 \text{ buah}$$

Dikarenakan tinggi (d) balok tidak memenuhi untuk perencanaan dalam menahan gaya geser pada badan maka untuk memperoleh peningkatan kapasitas maka dibawahnya balok utama ditambah dengan profil – T potongan. Dalam perencanaan sambungan ini digunakan profil WT 5 X 9,5 dengan d = 130,144 mm.



Gambar 4.28 Penampang sambungan dengan tambahan profil T.

Gaya tarik yang terjadi akibat penambahan profil T adalah :

$$T = \frac{M}{0,95d} = \frac{101,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 390,144} = 273,874 \text{ kN}$$

Mencari luas perlu berdasarkan keadaan leleh dan fraktur.

$$A_g = \frac{T}{\phi_t F_y} = \frac{0,70 \cdot 273,874 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 858,16 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{T}{\phi_t F_u} = \frac{0,70 \cdot 273,874 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 639,183 \text{ mm}^2$$

Tebal badan (tw) minimum plat sambung yang digunakan :

$$t_{w \min} = \frac{A_g}{bf} = \frac{858,16}{102,108} = 8,4 \text{ mm}$$

Dicoba Tees Structure dari table AISC -- LRFD :

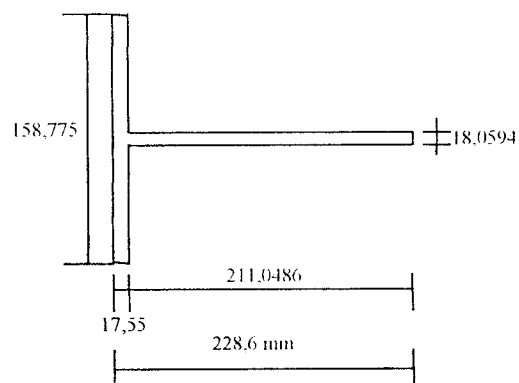
ST 9 X 35 dengan : $t_w = 18,0594 \text{ mm}$

$$t_f = 17,5514 \text{ mm}$$

$$b_f = 158,775 \text{ mm}$$

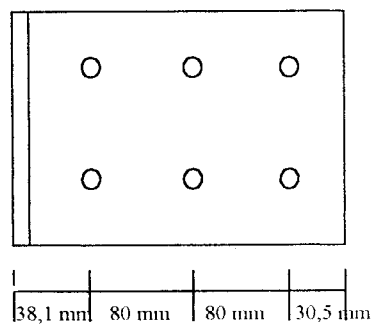
$$d = 228,6 \text{ mm}$$

$$k = 38,1 \text{ mm}$$



$$A_g = b_f \times t_w = 102,108 \times 18,0594 = 1844,009 \text{ mm}^2$$

Dicoba komposisinya =



$$U = 1 - \frac{x}{l} = 1 - \frac{38,1}{160} = 0,761$$

$$A_e = U \times A_n$$

$$A_e = U \times (A_g - n \cdot d \cdot t)$$

$$639,183 = 0,761 (A_g - 2 \cdot 22,225 \cdot 6,35)$$

$$639,183 = 0,761 A_g - 214,797$$

$$A_g = 1122 \text{ mm}^2 < A_g = 1844,009 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{ok.}$$

Kekuatan baut dalam geser :

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 0,5 \cdot F_u^b \cdot m \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 1 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 88,435 \text{ kN}$$

Kekuatan baut dalam tumpu :

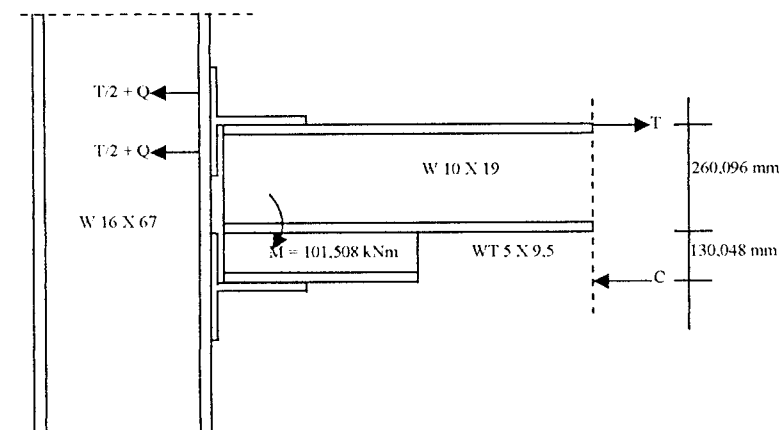
$$\phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot I_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 399,91 \cdot 19,05 \cdot 0,635 = 87,077 \text{ kN}$$

Didapat kekuatan baut yang menentukan adalah $\phi R_n = 87,077 \text{ kN}$.

Jumlah baut yang diperlukan (n) adalah :

$$n = \frac{T}{\phi R_n} = \frac{273,874}{87,077} = 3,145 \text{ buah} \dots \dots \dots \text{diambil jumlah baut} = 6 \text{ buah}$$

b. Sambungan Menahan Tarik dan Prying Force Pada Sayap Kolom



Gambar 4.29 Analisa sambungan menahan tarik pada sayap kolom

Kuat tarik yang terjadi akibat adanya momen adalah :

$$T = \frac{M}{0,95d} = \frac{101,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 390,144} = 273,874 \text{ kN}$$

$$A_g = \frac{T}{\phi t \cdot F_y} = \frac{0,70 \cdot 273,874 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 858,16 \text{ mm}^2$$

$$\Lambda_e = \frac{T}{\phi t F_u} = \frac{0,70.273,874.10^3}{0,75.399,91} = 639,183 \text{ mm}^2$$

Tebal badan (t_w) minimum plat sambung yang digunakan :

$$t_{w_{\min}} = \frac{\Lambda_g}{b_f} = \frac{858,16}{102,108} = 8,4 \text{ mm}$$

Dicoba Tees Structure dari table AISC – LRFD :

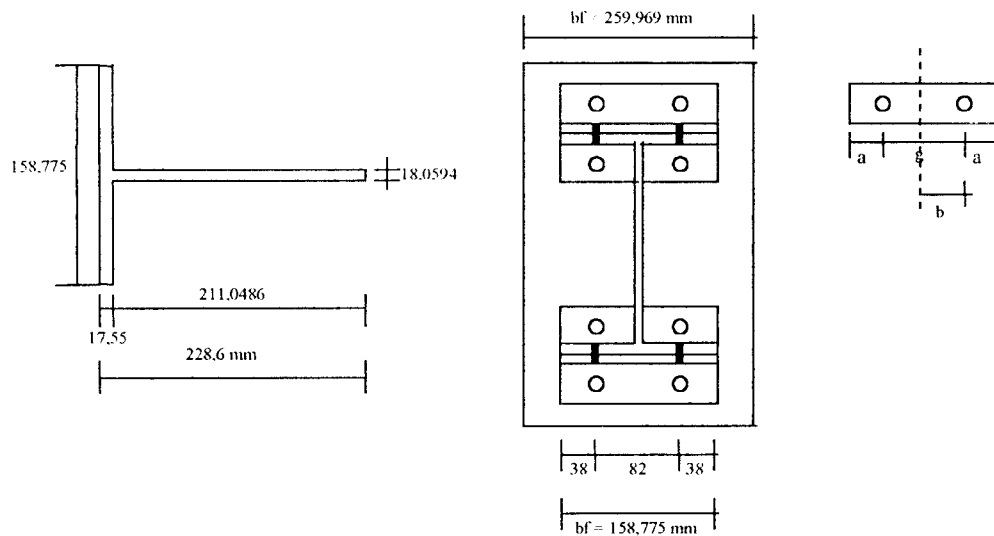
ST 9 X 35 dengan : $t_w = 18,0594 \text{ mm}$

$$t_f = 17,5514 \text{ mm}$$

$$b_f = 158,775 \text{ mm}$$

$$d = 228,6 \text{ mm}$$

$$k = 38,1 \text{ mm}$$



Gambar 4.30 Penampang sambungan pada sambungan pada sayap kolom

$$a = \frac{b_f - g}{2} ; \text{ dan } b = \frac{g}{2}$$

$$a' = a + \frac{d}{2} = \frac{b_f - g}{2} + \frac{d}{2} = \frac{158,775 - 82}{2} + \frac{22,225}{2} = 49,5 \text{ mm}$$

$$b' = b - \frac{d}{2} = \frac{g}{2} - \frac{tw}{2} - \frac{d}{2} = \frac{82}{2} - \frac{6,35}{2} - \frac{22,225}{2} = 26,7125 \text{ mm}$$

Checking :

Diambil jarak $a = 38 \text{ mm}$; dan $b = 41 \text{ mm}$

$$a \leq 1,25 b$$

$$38 \text{ mm} \leq 1,25 \cdot 41 \text{ mm} = 51,25 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ok.}$$

$$\delta = \frac{bf - 2d}{bf} = \frac{158,775 - 2 \cdot 22,225}{158,775} = 0,72$$

$$\beta = \left(\frac{B}{T} - 1 \right) \times \left(\frac{a'}{b'} \right) ; \text{ dimana : } B = \varnothing \text{ Rn baut } \left(\frac{3}{4} \right) = 132,653 \text{ kN}$$

T = Kekuatan satu baut

$$T = \frac{T}{n} = \frac{273,877}{4} = 68,4685 \text{ kN}$$

n = Jumlah baut

$$\beta = \left(\frac{132,653}{68,4685} - 1 \right) \times 1,25 = 1,17 > 1$$

diambil $\alpha = 1$

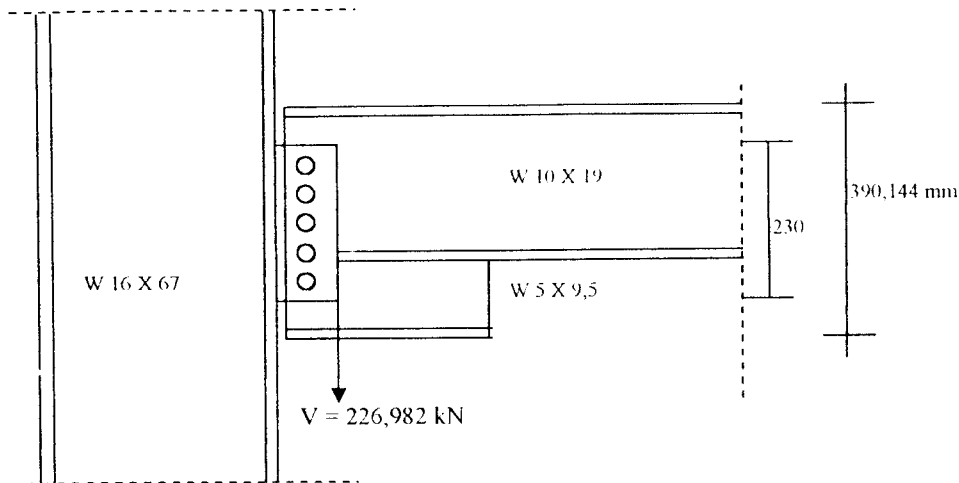
$$\alpha \cdot \delta = 1 \cdot 0,72 = 0,72$$

$$Q = T \left(\frac{\alpha \delta}{1 + \alpha \delta} \right) \times \left(\frac{b'}{a'} \right) = T \left(\frac{0,72}{1 + 0,72} \right) \times \left(\frac{26,7125}{49,5} \right) = 0,226 T$$

$$T + Q = T + 0,226 T = 1,226 T$$

$$1,226 T = 1,226 \cdot 68,4685 = 83,942 \text{ kN} < 132,653 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{ok.}$$

c. Sambungan Baut Menahan Geser pada Badan Balok.



Gambar 4.31 Analisa sambungan menahan gaya geser pada badan balok

Dipakai baut dengan \varnothing baut = $\frac{3}{4}$ in = 19,05 mm

$$\varnothing \text{ lubang} = \frac{3}{4} \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_n}{A_g} &= \frac{(d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w - (5 \cdot \phi_{\text{lubang}} \cdot t_w)}{(d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w} = \frac{(390,144 - 2 \cdot 10,033) \cdot 6,35 - (5 \cdot 22,225 \cdot 6,35)}{(390,144 - 2 \cdot 10,033)} \\ &= 0,699 \approx 70 \% \end{aligned}$$

Deduksi = 30 % - 15 % = 15 % ; sehingga kapasitas gesernya = 0,85 V

$$A_g = \frac{V}{\phi_t \cdot F_y} = \frac{0,85 \cdot 226,982 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 863,637 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{V}{\phi_t \cdot F_u} = \frac{0,85 \cdot 226,982 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 643,26 \text{ mm}^2$$

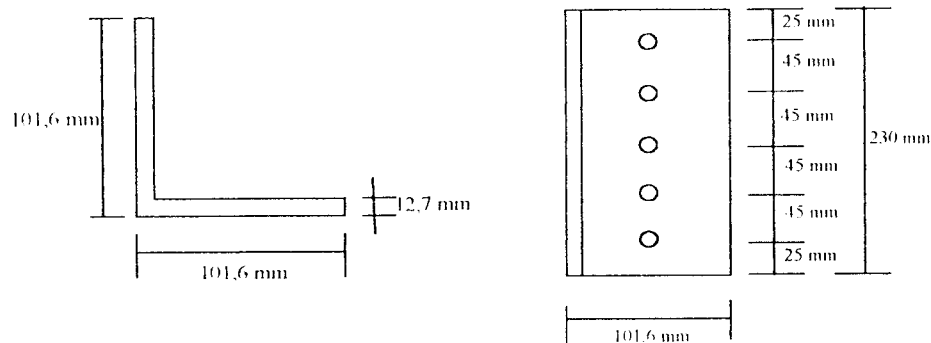
Tebal badan (t_w) minimum plat sambung yang digunakan :

$$t_{w_{\min}} = \frac{A_g}{b_f} = \frac{863,637}{102,108} = 8,458 \text{ mm}$$

Dicoba profil L dari table AISC – LRFD :

$$L \ 4'' \times 4'' \times \frac{1}{2}'' = 101,6 \text{ mm} \times 101,6 \text{ mm} \times 12,7 \text{ mm}$$

Dengan komposisi baut :



Gambar 4.32 Penampang sambungan baut menahan geser.

$$A_g = 101,6 \times 2 \times 12,7 = 2580,64 \text{ mm}^2$$

$$U = 1 - \frac{x}{l} = 1 - \frac{25}{180} = 0,861$$

$$A_e = U \times A_n$$

$$A_e = U \times (A_g - n \cdot d \cdot t)$$

$$643,26 = 0,861 (A_g - 5 \cdot 22,225 \cdot 6,35)$$

$$643,26 = 0,861 A_g - 607,559$$

$$A_g = 1452,751 \text{ mm}^2 < A_g = 2580,64 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{ok.}$$

Kekuatan baut dalam geser :

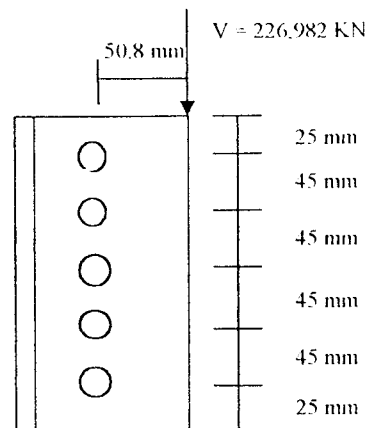
$$\phi R_n = 0,75 \cdot r_1 \cdot F_u^b \cdot m \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

Kekuatan baut dalam tumpu :

$$\phi R_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot F_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 399,91 \cdot 19,05 \cdot 6,35 = 87,077 \text{ kN}$$

Analisis pada sambungan menahan geser ini digunakan metode elastis sebagai control hasil perhitungan menggunakan perhitungan LRFD. Analisisnya adalah kekuatan kelompok sambungan dengan cara LRFD, dan analisis kekuatan satu baut berdasarkan cara elastis.

Dengan cara elastis



$$\text{Eksentrisitas (e)} = 0.058 \text{ m}$$

$$M = P \cdot e = 226,982 \cdot 0,058 = 13,165 \text{ KN-m}$$

$$\begin{aligned} \sum d^2 &= \sum h^2 + \sum v^2 \\ &= 2 \cdot 0,045^2 + 2 \cdot 0,09^2 = 0,02025 \end{aligned}$$

$$H = \frac{M \cdot v}{\sum d^2} = \frac{13,165 \cdot 0,09}{0,02025} = 58,51 \text{ kN}$$

$$V = \frac{M \cdot h}{\sum d^2} = \frac{13,165 \cdot 0}{0,02025} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{\text{baut}} = \frac{P}{n} = \frac{226,982}{5} = 45,3964 \text{ kN}$$

Resultan gaya yang bekerja pada satu baut = R

$$R = \sqrt{H^2 + (V + V_1)^2} = \sqrt{58,51^2 + 45,3964^2} = 74,06 \text{ kN}$$

Kapasitas kekuatan untuk satu baut dengan diameter baut $\frac{3}{4}$ in adalah :

$$\phi v R_{nv} = 0,75 \cdot (0,5 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,75 (0,5 \cdot 827,4) \cdot 2,1 / 4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

$$\phi R_n = \phi (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19,05 \cdot 7,747 \cdot 399,91 = 106,233 \text{ kN}$$

$$\phi R_{n_v} = 106,233 \text{ kN} > R_{1 \text{ baut}} = 74,06 \text{ kN} \dots\dots\dots (\text{Aman})$$

Dengan metode LRFD

Analisis Kekuatan Kelompok Sambungan Baut dalam menahan gaya geser yang terjadi (1,5)

Iterasi 1

No. Baut	$X_i =$ ro	Y_i	D_i	e_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	0.5	3.544	3.57909709	0.34	36.424812	5.08854762	130.367939
2	0.5	1.772	1.84119092	0.17490582	33.4088853	9.07262928	61.5121362
3	0.5	0	0.5	0.04749801	21.7365282	21.7365282	10.8682641
		-					
4	0.5	1.772	1.84119092	0.17490582	33.4088853	9.07262928	61.5121362
		-					
5	0.5	3.544	3.57909709	0.34	36.424812	5.08854762	130.367939
						50.058882	394.628414

$$P_n 1 = 50.058882$$

$$P_n 2 = \sum R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 157.851366$$

Iterasi 2

No. Baut	$X_i =$ ro	Y_i	D_i	e_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	3	3.544	4.64326781	0.34	36.424812	23.5339507	169.130157
2	3	1.772	3.48424798	0.25513159	35.4905242	30.5579778	123.657787
3	3	0	3	0.21967288	34.7821368	34.7821368	104.34641
		-					
4	3	1.772	3.48424798	0.25513159	35.4905242	30.5579778	123.657787
		-					
5	3	3.544	4.64326781	0.34	36.424812	23.5339507	169.130157
						142.965994	689.9223

$$P_n 1 = 142.965994$$

$$P_n 2 = \sum R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 137.98446$$

Iterasi 3

No. Baut	$X_i =$ ro	Y_i	D_i	e_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	2	3.544	4.06939013	0.34	36.424812	17.901853	148.22677
2	2	1.772	2.67207485	0.22325347	34.8662075	26.0967297	93.1651162
3	2	0	2	0.16710121	33.0936057	33.0936057	66.1872114
		-					
4	2	1.772	2.67207485	0.22325347	34.8662075	26.0967297	93.1651162
		-					
5	2	3.544	4.06939013	0.34	36.424812	17.901853	148.22677
						121.090771	548.970984

$$P_n 1 = 121.090771$$

$$P_n 2 = \sum R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 137.242746$$

Iterasi 4

No. Baut	$X_i = r_o$	Y_i	D_i	e_i	R_i	$(R_i \cdot X_i) / d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	2.5	3.544	4.33704231	0.34	36.424812	20.9963435	157.975951
2	2.5	1.772	3.06430808	0.24022471	35.2243253	28.7375848	107.938185
3	2.5	0	2.5	0.1959861	34.1377668	34.1377668	85.3444169
		-					
4	2.5	1.772	3.06430808	0.24022471	35.2243253	28.7375848	107.938185
		-					
5	2.5	3.544	4.33704231	0.34	36.424812	20.9963435	157.975951
						133.605623	617.172688

$$P_n 1 = 133.605623$$

$$P_n 2 = \frac{\sum R_i \cdot d_i}{\sum X_i + e} = 137.149486$$

Iterasi 5

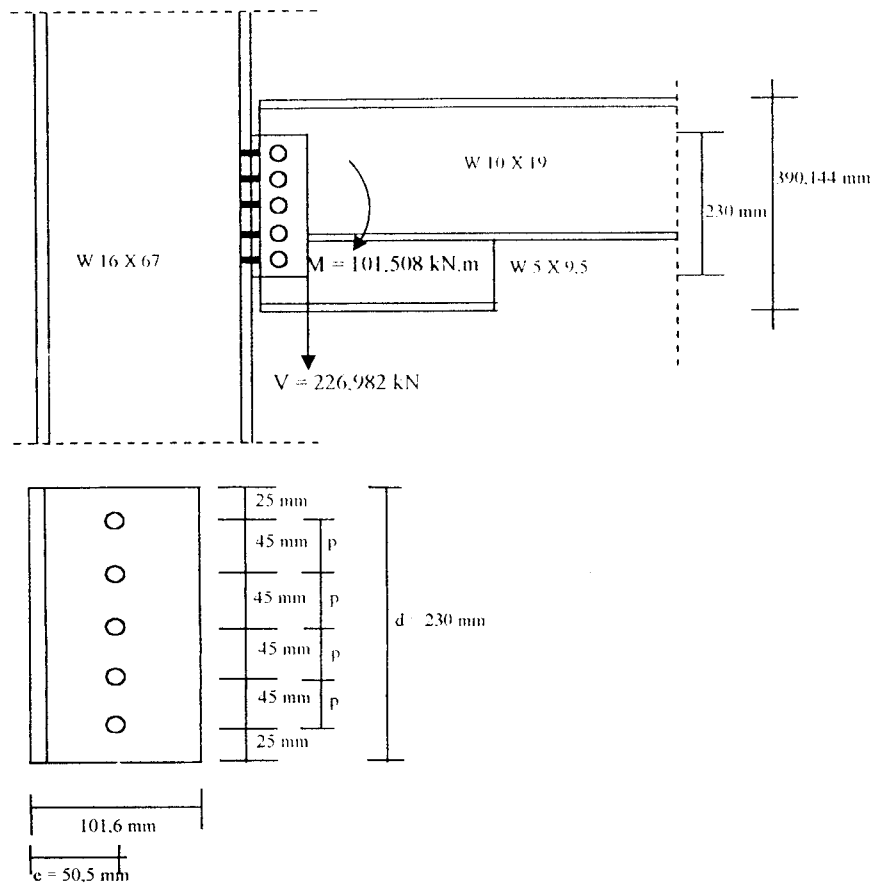
No. Baut	$X_i = r_o$	Y_i	D_i	e_i	R_i	$(R_i \cdot X_i) / d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	2.685	3.544	4.44625247	0.34	36.424812	21.9961914	161.95391
2	2.685	1.772	3.21701865	0.24600185	35.3324216	29.4892764	113.665059
3	2.685	0	2.685	0.20531898	34.411214	34.411214	92.3941095
		-					
4	2.685	1.772	3.21701865	0.24600185	35.3324216	29.4892764	113.665059
		-					
5	2.685	3.544	4.44625247	0.34	36.424812	21.9961914	161.95391
						137.382149	643.632049

$$P_n 1 = 137.382149$$

$$P_n 2 = \frac{\sum R_i \cdot d_i}{\sum X_i + e} = 137.38144$$

Didapat P_n maksimum yang dapat ditahan untuk eksentrisitas sebesar 2 inci (50,8 mm) adalah 137,38 Kips. Atau sebanding dengan $P_n = 611,066$ kN. Harga R_i ini tidak boleh melebihi $R_n = 0,6 \cdot F_u \cdot A_b = 0,6 \cdot 120 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 3/4^2 = 31,8$ Kips . Maka P_n harus direduksi dalam proporsi 31,8 Kips, menjadi $P_n = 137,38 \cdot (31,8/36,425) = 119,936$ Kips. Untuk baut A-325-x harga ini harus dikali 0,7 dan 2 untuk geser ganda dan kemungkinan ada ulir dalam bidang geser. Sehingga $\phi P_n = 0,65 \cdot 0,7 \cdot 2 \cdot 119,936 = 109,14$ Kips. Atau ϕP_n sebanding dengan 485,46 kN, lebih besar dari gaya geser yang bekerja pada sambungan yaitu 226,982 kN. Sehingga kelompok sambungan masih dapat menahan gaya geser yang terjadi (Aman)

d. Sambungan Menahan Tarik dan Geser pada Badan Pelat .



Gambar 4.33 Analisis sambungan menahan geser dan tarik

Untuk Geser :

$$\phi_v R_{nv} = 0,75 \cdot (0,5 \cdot f_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,75(0,5 \cdot 827,4) \cdot 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

Untuk Tarik :

$$\phi_t R_{nt} = 0,75 \cdot (0,75 \cdot f_u^b) \cdot A_b = 0,75(0,75 \cdot 827,4) \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 132,585 \text{ kN}$$

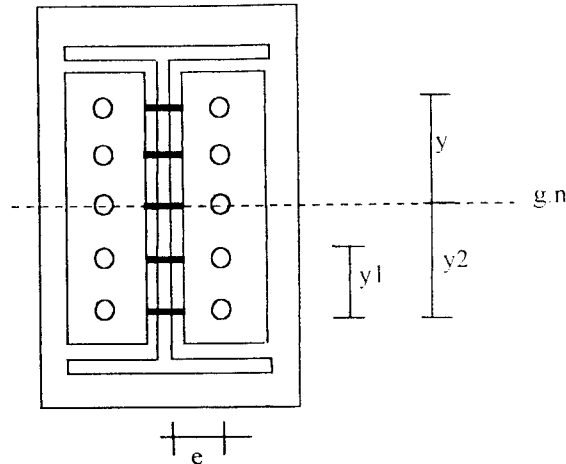
Untuk tarik :

$$n = \sqrt{\frac{6M}{R \cdot p}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 101,508 \cdot 10^3}{132,585 \cdot 180}} = 5,05$$

Untuk geser :

$$n = \frac{P}{2R} = \frac{226,982}{2 \cdot 176,87} = 0,641$$

Dicoba 10 buah baut (5 baut per baris) :



$$\sum y^2 = 4(y_1^2 + y_2^2) = 4(45^2 + 90^2) = 40500 \text{ mm}^2$$

$$R_{ut} = \frac{T}{\sum y^2} = \frac{273,874}{40500} = 30,734 \text{ kN} < 132,585 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

$$R_{uv} = \frac{V}{\sum n} = \frac{226,982}{10} = 22,6982 \text{ kN} < 176,87 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

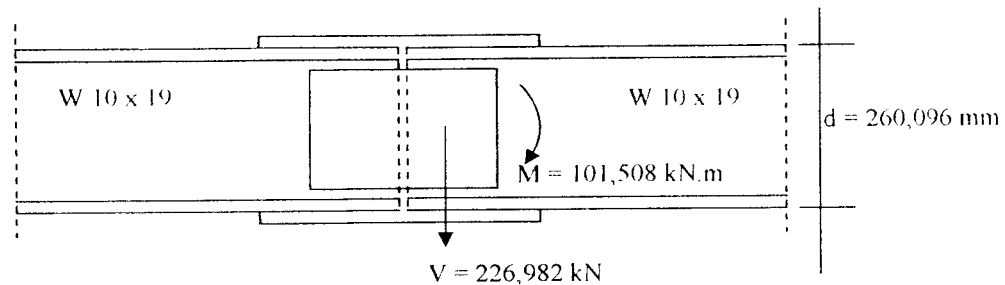
Interaksi Geser dan Tarik :

$$\text{Cek : } 590 - 1,8 \cdot f_{uv} < 490$$

$$f_{uv} = \frac{R_{uv}}{A_b} = \frac{22,6982 \cdot 10^3}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2} = 79,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$590 - 1,8 \cdot 79,7 = 446,54 < 490 \dots \text{ok.}$$

e. Sambungan Balok dengan Balok Menerus.



Gambar 4.34 Analisa sambungan balok

1. Pelat Badan Menahan Gaya Geser.

Dipakai baut dengan \varnothing baut = $\frac{3}{4}$ in = 19,05 mm

$$\varnothing \text{ lubang} = \frac{3}{4} \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$$m = 2 \text{ (Geser rangkap)}$$

$$\phi R_n = \phi(r_1 F_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,5827 \cdot 4,2 \cdot 1 / 4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

$$\phi R_n = \phi(2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19,05 \cdot 6,35 \cdot 399,91 = 87,077 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = n = \frac{V}{\phi R_n} = \frac{226,982 \text{ kN}}{87,077 \text{ kN}} = 2,6 \dots \dots \dots \text{diambil 3 baut.}$$

Karena tiga buah baut untuk menahan geser saja ,dan pelat badan juga menahan sebagian momen lentur maka :

Dicoba : 2 baris (masing – masing baris 2 baut) ,dengan kedalaman (d) pelat sambung diambil 200 mm.

Tebal pelat sambung pada badan (t) yang diperlukan :

$$A_{ns} = \frac{Vu}{\phi(0,6F_u)} = \frac{226,982 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 0,6 \cdot 399,91} = 1261,294 \text{ mm}^2$$

$$t_{perlu} = \frac{A_{ns}}{2 \cdot (d - 2(\frac{3}{4} + \frac{1}{8}))} = \frac{1261,294}{2(200 - (2 \cdot 22,225))} = 4,054 \text{ mm}$$

Diambil $t = \frac{1}{4}$ in = 6,35 mm

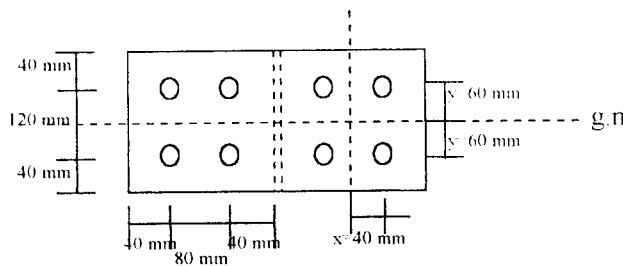
Dicoba : 2 PLs - ¼ in x 7,87 in = 6,35 mm x 200 mm

Momen yang ditahan oleh pelat badan :

$$\phi Mu = \phi \left(\frac{t \cdot d^2}{6} \right) f_y = 0,9 \left(\frac{6,35 \cdot 200^2}{6} \right) 248,22 = 9457,182 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

Dicoba komposisi baut :

$$\sum x^2 + \sum y^2 = 4(40^2) + 4(60^2) = 20800 \text{ mm}^2$$



$$R_{ux} = \frac{M \cdot y}{\sum x^2 + \sum y^2} = \frac{9457,182 \cdot 60}{20800} = 27,28 \text{ kN}$$

$$R_{uy} = \frac{M \cdot x}{\sum x^2 + \sum y^2} = \frac{9457,182 \cdot 40}{20800} = 18,187 \text{ kN}$$

$$R_{uv} = \frac{V}{\sum n} = \frac{226,982}{4} = 56,7455 \text{ kN}$$

$$R_u = \sqrt{(R_{uy} + R_{uv})^2 + R_{ux}^2} = \sqrt{(18,187 + 56,7455)^2 + 27,28^2} = 79,744 \text{ kN}$$

$$R_u = 79,744 \text{ kN} < \phi R_n = 87,077 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{OK.}$$

2. Pelat Flens Menahan Tarik.

Diambil lebar pelat (b) = 100 mm < bf balok = 102,108 mm

$$T = \frac{M}{0,95 \cdot d} = \frac{101,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 260,096} = 410,8118 \text{ kN}$$

Cek Block Shear :

$$A_g = \frac{T}{\phi \cdot F_y} = \frac{410,8118 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 1838,923 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{T}{\phi \cdot F_u} = \frac{410,8118 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 1369,68 \text{ mm}^2$$

$$A_{g_{\min}} = \frac{A_e}{0,85} = \frac{1369,68}{0,85} = 1611,4 \text{ mm}^2$$

$$t_{\text{perlu}} = \frac{A_e}{(b - 2(3/4 + 1/8))} = \frac{1369,68}{(100 - (2 \cdot 22,225))} = 24,6 \text{ mm}$$

Diambil $t = 1 \text{ in} = 25,4 \text{ mm}$

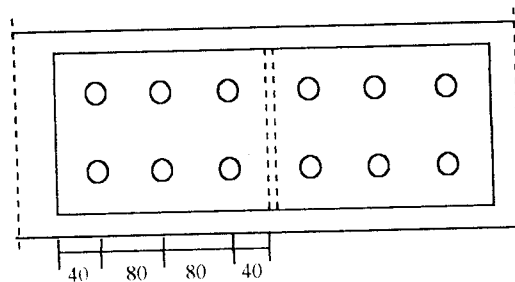
Dicoba : 2 PLs – 1 in x 3,94 in = 25,4 mm x 100 mm

$$\phi R_n = \phi(0,50 \cdot t_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 1 \cdot 1 / 4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

$$\phi R_n = \phi(2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 10,033 \cdot 19,05 \cdot 399,91 = 137,581 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = n = \frac{T}{\phi R_n} = \frac{431,545 \text{ kN}}{137,581 \text{ kN}} = 3,13 \dots \dots \dots \text{diambil 6 baut}$$

Dicoba : 2 baris (masing – masing baris 3 baut) , dengan komposisi baut :



Cek baut flens sebanding dengan kekuatan baut pada badan :

$$\text{Gaya horizontal flens} = 2 \cdot \phi R_n = 2 \cdot 137,581 = 275,162 \text{ kN}$$

$$R_{ux} = \phi R_n \cdot \frac{y}{(2 \cdot 80)} = 137,581 \cdot \frac{60}{160} = 51,593 \text{ kN} > 27,28 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{OK}$$

4.5.2 Sambungan Baut pada lantai 2,3 dan 4

Desain sambungan pada balok kolom untuk lantai 2,3,dan 4 adalah sebagai berikut :

Dipakai profil baja untuk kolom adalah W 16 X 67, dengan section properties :

$$A_s = 12709,652 \text{ mm}^2$$

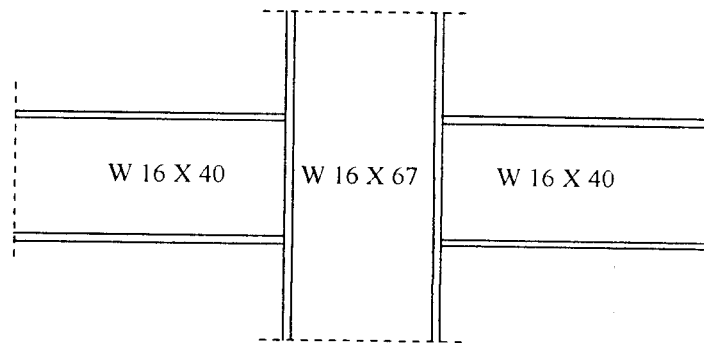
$$b_f = 259,969 \text{ mm}$$

$$t_w = 10,033 \text{ mm}$$

$$t_f = 16,891 \text{ mm}$$

$$d = 414,782 \text{ mm}$$

a. Sambungan Kolom-Balok , sayap balok menerima tarik



Gambar 4.35 Analisis sambungan balok ke kolom

Dipakai profil baja untuk balok adalah W 16 X 40 , dengan *section properties* dari profil W 16 X 40 adalah sebagai berikut ::

$$A_s = 7612,888 \text{ mm}^2$$

$$b_f = 177,673 \text{ mm}$$

$$t_w = 7,747 \text{ mm}$$

$$t_f = 12,827 \text{ mm}$$

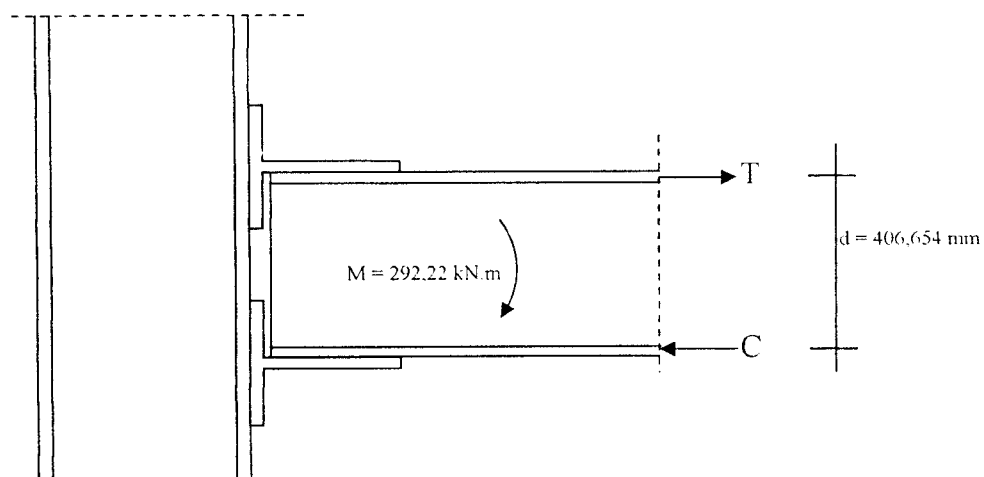
$$d = 406,654 \text{ mm}$$

Dari penampang balok komposit yang tersedia didapat momen nominal dan gaya geser nominal untuk perencanaan sambungan adalah sebagai berikut :

$$M (W 16 X 40) = 292,220 \text{ kN.m}$$

$$V (W 16 X 40) = 439,553 \text{ kN.}$$

Direncanakan sambungan baut menggunakan pelat sambung dari profil *Tees Structure*.



Gambar 4.36 Analisa sambungan menahan gaya tarik pada sayap balok

Jika semua momen lentur ditahan oleh penampang t , maka gaya tarik terfaktor dari kopel internal adalah :

$$T = \frac{M}{0,95d} = \frac{292,22 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 406,654} = 756,417 \text{ kN}$$

Dicoba memakai baut dengan \emptyset baut = $3/4 \text{ in} = 19,05 \text{ mm}$

$$\emptyset \text{ lubang} = 3/4 \text{ in} + 1/8 \text{ in} = 7/8 \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari } \% \frac{A_n}{A_g} &= \frac{(bf \cdot tf) - (2 \cdot \phi_{\text{lubang}} \cdot tw)}{(bf \cdot tf)} = \frac{(177,88 \cdot 12,7) - (2 \cdot 22,225 \cdot 12,7)}{(177,88 \cdot 12,7)} \\ &= 0,75 \approx 75 \% \end{aligned}$$

Jadi deduksinya adalah = 25% - 15% = 10 %, sehingga kapasitas flens tariknya menjadi 0,90 T.

$$A_g = \frac{T}{\phi_t \cdot F_y} = \frac{0,90 \cdot 756,417 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 3047,365 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{T}{\phi_t \cdot F_u} = \frac{0,90 \cdot 756,417 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 2269,76 \text{ mm}^2$$

Tebal badan (tw) minimum plat sambung yang digunakan :

$$t_{w_{\min}} = \frac{A_g}{b_f} = \frac{3047,365}{177,88} = 17,13 \text{ mm}$$

Dicoba Tees Structure dari table AISC – LRFD :

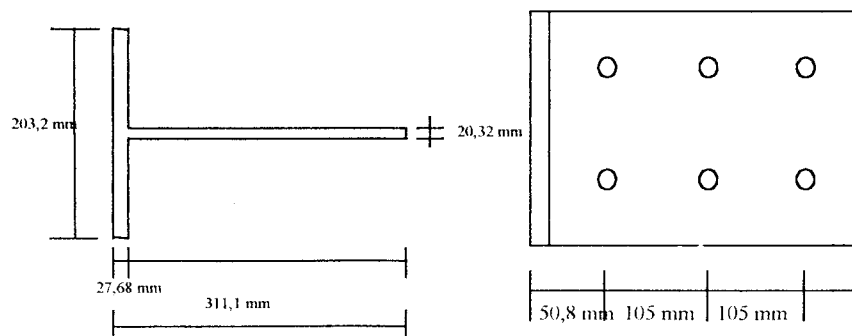
ST 12 X 60,5 dengan :

$$t_w = 20,32 \text{ mm}$$

$$t_f = 27,68 \text{ mm}$$

$$b_f = 203,2 \text{ mm}$$

$$d = 311,1 \text{ mm}$$



Gambar 4.37. Rencana penempatan baut:

$$A_e = U \times A_n$$

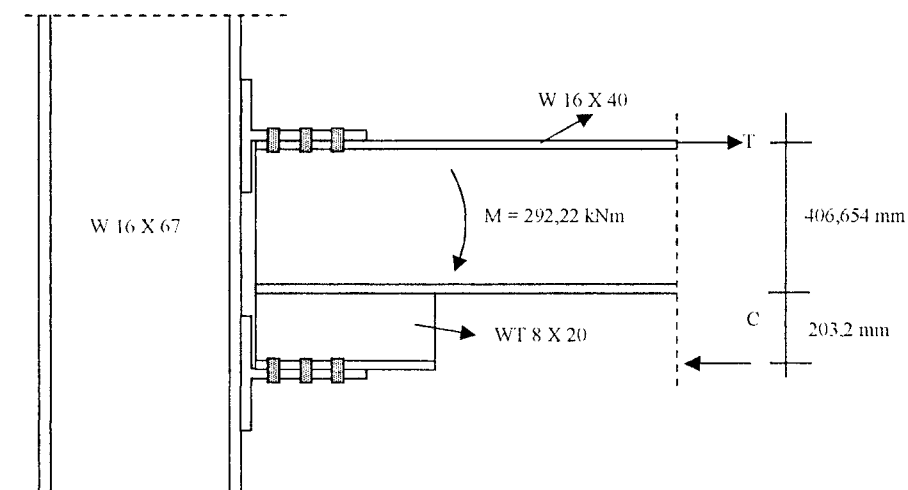
$$A_e = U \times (A_g - n \cdot d \cdot t)$$

$$U = 1 - 50,8/210 = 0,76$$

$$2269,76 = 0,76 (A_g - 2 \cdot 22,225 \cdot 20,32)$$

$$A_{g_{p2}} = 3889,75 \text{ mm}^2 > A_g \text{ tersedia} = 3610,30 \text{ mm}^2$$

Dikarenakan luasan profil yang tersedia kurang dari luas minimum perlu, maka dicoba dengan profil lain yang lebih besar. Akan tetapi jika dipakai profil yang lebih besar maka tempat dari profil siku menjadi terbatas. Untuk itu sebagai solusinya dipilih alternative untuk menambah kapasitas d (tinggi profil balok) pada balok tepi dengan tujuan untuk memperkecil gaya tarik terfaktor yang terjadi. Sehingga diharapkan profil yang tersedia masih mampu menahan gaya tarik terfaktor yang baru. Dicoba untuk menambah profil WT 8 x 20 (profil ini adalah potongan dari profil W 16 x 40 sehingga dari *section properties* sudah sama dengan profil pada balok, hanya berbeda pada tinggi d , yaitu = 203,2 mm.



Gambar 4.38 Penampang sambungan dengan tambahan profil T

Gaya tarik yang terjadi akibat penambahan profil T adalah :

$$T = \frac{M}{0,95d} = \frac{292,22 \cdot 10^3}{0,95 \cdot (406,654 + 203,2)} = 504,383 \text{ kN}$$

$$A_{g_p} = \frac{T}{\phi_t F_y} = \frac{0,90.504,383.10^3}{0,9.248,22} = 2031,99 \text{ mm}^2$$

$$A_{e_p} = \frac{T}{\phi_t F_u} = \frac{0,90.504,383.10^3}{0,75.399,91} = 1513,489 \text{ mm}^2$$

Dari komposisi penempatan baut didapat :

$$U = 1 - \frac{x}{l} = 1 - \frac{50,8}{210} = 0,76$$

$$A_e = U \times A_n$$

$$A_e = U \times (A_g - n.d.t)$$

$$1513,489 = 0,76 (A_g - 2.22,225.20,32)$$

$$A_{g_p2} = 2894,66 \text{ mm}^2 < A_g = 3610,3 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{ok.}$$

Kekuatan baut dalam geser:

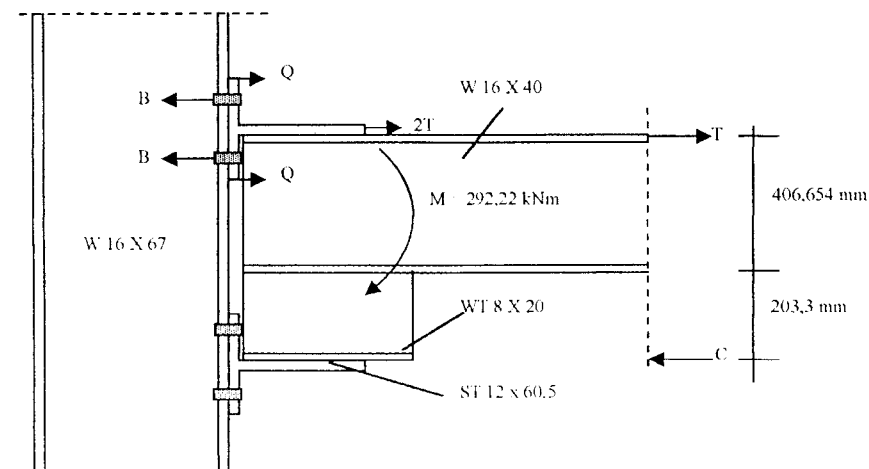
$$\phi R_n = 0,75.0,5.F_u^b.m.A_b = 0,75.0,5.827,4.1.1/4.\pi.19,05^2 = 88,435 \text{ kN}$$

Kekuatan baut dalam tumpu:

$$\phi R_n = 0,75.2,4.F_u^b.d.t = 0,75.2,4.399,91.22,225.12,827 = 205,211 \text{ kN}$$

$$n = \frac{T}{\phi R_n} = \frac{504,383}{88,435} = 5,703 \text{ buah} \dots\dots\dots \text{diambil jumlah baut} = 6 \text{ buah}$$

b. Sambungan menahan tarik dan prying force pada sayap kolom.



Jika semua momen lentur ditahan oleh penampang t, maka gaya tarik terfaktor dari kopel internal adalah :

$$T = \frac{M}{0,95d} = \frac{292,22 \cdot 10^3}{0,95 \cdot (406,654 + 203,2)} = 504,383 \text{ kN}$$

Dicoba memakai baut dengan \emptyset baut = 3/4 in = 19,05 mm

$$\emptyset \text{ lubang} = 3/4 \text{ in} + 1/8 \text{ in} = 7/8 \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari } \% \frac{A_n}{A_g} &= \frac{(bf \cdot tf) - (2 \cdot \phi_{\text{lubang}} \cdot tw)}{(bf \cdot tf)} = \frac{(259,969 \cdot 16,891) - (2 \cdot 22,225 \cdot 16,891)}{(259,969 \cdot 16,891)} \\ &= 0,83 \approx 83 \% \end{aligned}$$

Jadi deduksinya adalah = 17% - 15% = 2 %, sehingga kapasitas flens tariknya menjadi 0,98 T.

$$A_g = \frac{T}{\phi_t \cdot F_y} = \frac{0,98 \cdot 504,383 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 2212,622 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{T}{\phi_t \cdot F_u} = \frac{0,98 \cdot 504,383 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 1648,02 \text{ mm}^2$$

Dicoba profil *Tees Structure* dari table AISC – LRFD :

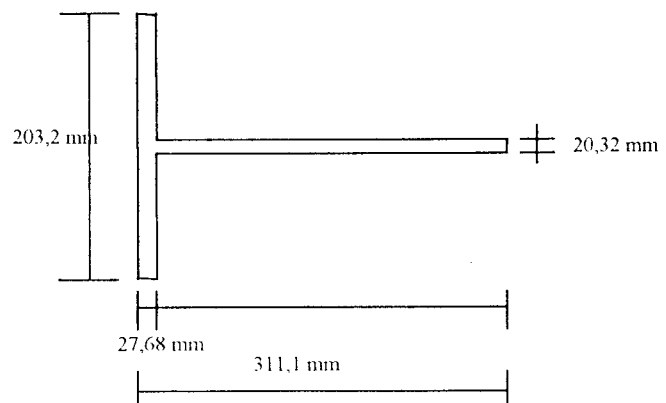
ST 12 X 60,5 dengan :

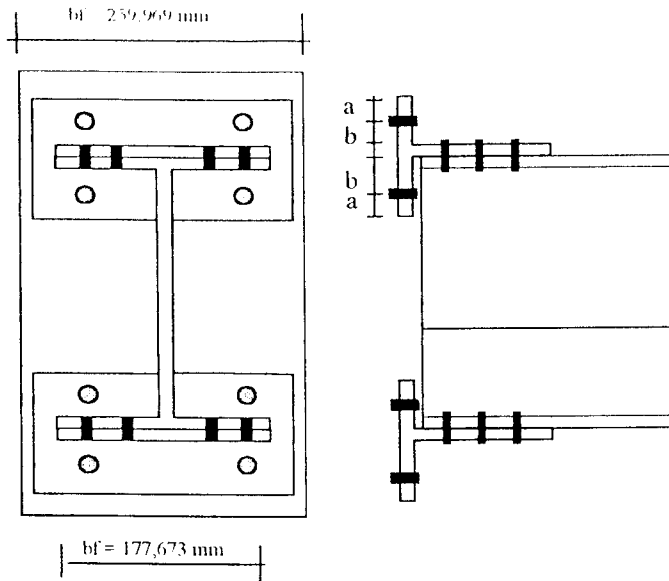
$$tw = 20,32 \text{ mm}$$

$$tf = 27,68 \text{ mm}$$

$$bf = 203,2 \text{ mm}$$

$$d = 311,1 \text{ mm}$$





Gambar 4.39 Penampang sambungan pada sambungan pada sayap kolom

$$a = \frac{bf - g}{2} ; \text{ dan } b = \frac{g}{2} - \frac{tw}{2}$$

$$a' = a + \frac{d}{2} = \frac{bf - g}{2} + \frac{d}{2} = \frac{203,2 - 103}{2} + \frac{19,05}{2} = 59,625 \text{ mm}$$

$$b' = b - \frac{d}{2} = \frac{g}{2} - \frac{tw}{2} - \frac{d}{2} = \frac{103}{2} - \frac{20,32}{2} - \frac{19,05}{2} = 31,815 \text{ mm}$$

Checking :

Diambil jarak $a = 50 \text{ mm}$; dan $b = 41,3 \text{ mm}$

$$a \leq 1,25 b$$

$$50 \text{ mm} \leq 1,25 \cdot 41,3 \text{ mm} = 51,625 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{ok.}$$

$$\delta = \frac{bf - 2d}{bf} = \frac{203,2 - 2 \cdot 22,225}{203,2} = 0,78$$

$$\beta = \left(\frac{B}{T} - 1 \right) \times \left(\frac{a'}{b'} \right) ; \text{ dimana : } B = \phi R_n \text{ baut } \left(\frac{3}{4} \right) = 132,653 \text{ kN}$$

T = Kekuatan satu baut

$$T = \frac{T}{n} = \frac{504,383}{4} = 126,096 \text{ kN}$$

n = Jumlah baut

$$\beta = \left(\frac{132,653}{126,096} - 1 \right) \times 1,25 = 0,065 < 1$$

sehingga : $\alpha = \frac{1}{\delta} \left(\frac{\beta}{1-\beta} \right) = \frac{1}{0,78} \left(\frac{0,065}{1-0,065} \right) = 0,09$

diambil $\alpha = 0,09$

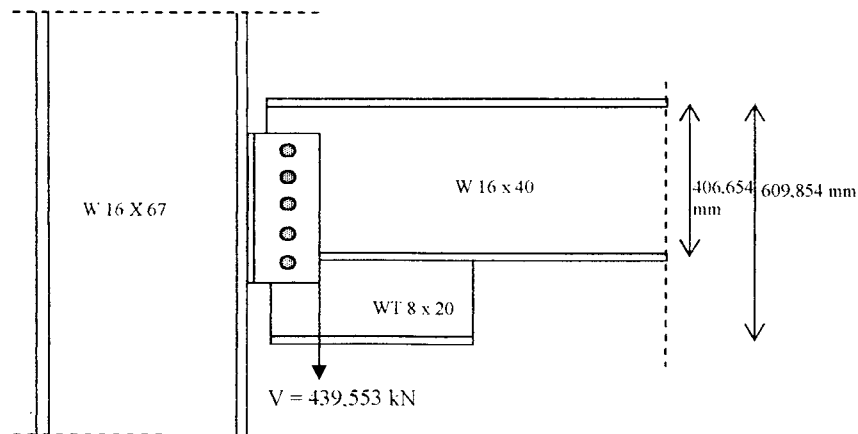
$$\alpha \cdot \delta = 0,09 \cdot 0,78 = 0,07$$

$$Q = T \left(\frac{\alpha \delta}{1 + \alpha \delta} \right) \times \left(\frac{b'}{a'} \right) = T \left(\frac{0,07}{1 + 0,07} \right) \times \left(\frac{31,815}{59,625} \right) = 0,035 T$$

$$T + Q = T + 0,035 T = 1,035 T$$

$$1,035 T = 1,035 \cdot 126,096 = 130,51 \text{ kN} < 132,653 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{ok.}$$

c. Sambungan Baut Menahan Geser pada Badan Balok.



Gambar 4.40 Analisa sambungan menahan gaya geser pada badan balok

Dipakai baut dengan \varnothing baut = $\frac{3}{4}$ in = 19,05 mm

$$\varnothing \text{ lubang} = \frac{3}{4} \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$$\% \frac{A_n}{A_g} = \frac{(d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w - (5 \cdot \phi_{\text{lubang}} \cdot t_w)}{(d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w} = \frac{(609,854 - 2 \cdot 12,827) \cdot 7,747 - (5 \cdot 22,225 \cdot 7,747)}{(609,854 - 2 \cdot 12,827) \cdot 7,747}$$

$$= 0,8 \approx 80\%$$

Deduksi = 19 % - 15 % = 4 % : sehingga kapasitas gesernya = 0,95 V

$$A_g = \frac{V}{\phi_t \cdot F_y} = \frac{0,95 \cdot 439553}{0,9 \cdot 248,22} = 1869,2 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{V}{\phi_t \cdot F_u} = \frac{0,95 \cdot 439553}{0,75 \cdot 399,91} = 1392,23 \text{ mm}^2$$

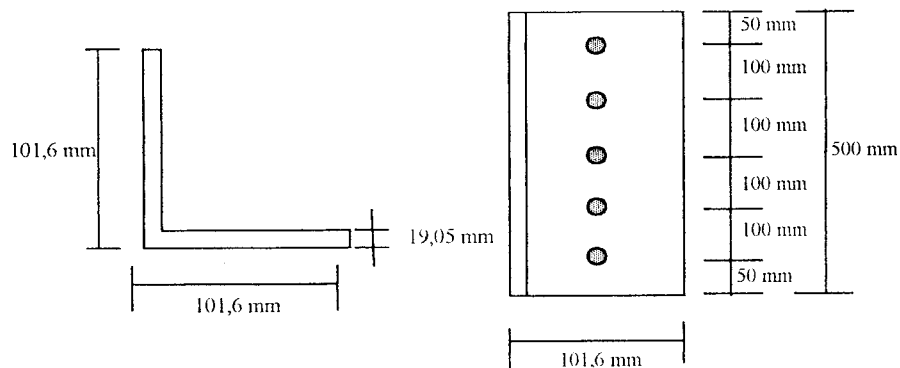
Tebal badan (t_w) minimum plat sambung yang digunakan :

$$t_{w_{\min}} = \frac{A_g}{b_f} = \frac{1869,2}{125,7} = 14,87 \text{ mm}$$

Dicoba profil L dari table AISC – LRFD :

L 4" x 4" x 3/4" = 101,6 mm x 101,6 mm x 19,05 mm

Dengan komposisi baut :



$$A_g = 101,6 \times 2 \times 19,05 = 3870,96 \text{ mm}^2$$

$$U = 1 - \frac{x}{l} = 1 - \frac{32,3}{400} = 0,92$$

$$A_e = U \times A_n$$

$$A_e = U \times (A_g - n \cdot d \cdot t)$$

$$1392,23 = 0,92 (A_g - 1.22,225.7,747)$$

$$1392,23 = 0,92 A_g - 158,40$$

$$A_g = 1700,44 \text{ mm}^2 < A_g = 3870,96 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{ok.}$$

Kekuatan baut dalam geser :

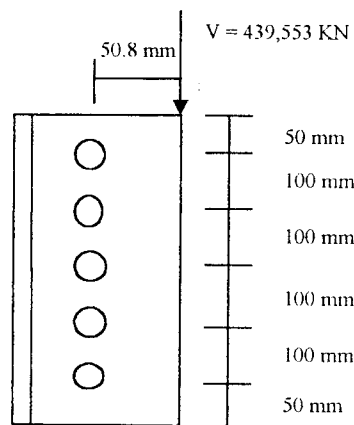
$$\phi V_n = 0,75 r_u F_u^b m A_b = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

Kekuatan baut dalam tumpu :

$$\phi V_n = 0,75 \cdot 2,4 \cdot F_u^b \cdot d \cdot t = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 399,91 \cdot 19,05 \cdot 7,747 = 106,233 \text{ kN}$$

Analisis pada sambungan menahan geser ini digunakan metode elastis sebagai control hasil perhitungan menggunakan perhitungan LRFD. Analisisnya adalah kekuatan kelompok sambungan dengan cara LRFD, dan analisis kekuatan satu baut berdasarkan cara elastis.

Dengan cara elastis :



$$\text{Eksentrisitas (e)} = 0.058 \text{ m}$$

$$M = P \cdot e = 439,553 \cdot 0,058 = 25,494 \text{ KN-m}$$

$$\begin{aligned} \sum d^2 &= \sum h^2 + \sum v^2 \\ &= 2 \cdot 0,1^2 + 2 \cdot 0,2^2 = 0,1 \end{aligned}$$

$$H = \frac{M.v}{\sum d^2} = \frac{25,494 \cdot 0,2}{0,1} = 50,988 \text{ kN}$$

$$V = \frac{M.h}{\sum d^2} = \frac{25,494 \cdot 0}{0,1} = 0 \text{ kN}$$

$$V_{\text{baut}} = \frac{P}{n} = \frac{439,553}{5} = 87,910 \text{ kN}$$

Resultan gaya yang bekerja pada satu baut = R

$$R = \sqrt{H^2 + (V + V_1)^2} = \sqrt{50,988^2 + 87,910^2} = 101,62 \text{ kN}$$

Kapasitas kekuatan untuk satu baut dengan diameter baut $\frac{3}{4}$ in adalah :

Dalam geser :

$$\phi v R n v = 0,75 \cdot (0,5 \cdot f_u^h) \cdot m \cdot A_b = 0,75 (0,5 \cdot 827,4) \cdot 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

Dalam tumpu :

$$\phi R n = \phi (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19,05 \cdot 7,747 \cdot 399,91 = 106,233 \text{ kN}$$

$$\phi R n_v = 106,233 \text{ kN} > R_{1 \text{ baut}} = 101,62 \text{ kN} \dots \dots \dots (\text{Aman})$$

Menurut cara LRFD

Analisis Kekuatan Kelompok Sambungan Baut dalam menahan gaya geser yang terjadi (2,3,4)
Iterasi 1

No. Baut	$X_i = r_o$	Y_i	d_i	Δ_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	0.5	7.874	7.88985906	0.34	36.424812	2.30833097	287.386633
2	0.5	3.937	3.96862306	0.17102103	33.2553339	4.18978237	131.977885
3	0.5	0	0.5	0.02154665	15.0519297	15.0519297	7.52596487
		-					
4	0.5	3.937	3.96862306	0.17102103	33.2553339	4.18978237	131.977885
		-					
5	0.5	7.874	7.88985906	0.34	36.424812	2.30833097	287.386633
						28.0481564	846.255001

$$P_n 1 = 28.0481564$$

$$P_n 2 = \sum R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 338.502$$

Iterasi 2

No. Baut	$X_i = r_0$	Y_i	d_i	Δ_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	3	7.874	8.42614242	0.34	36.424812	12.968501	306.920653
2	3	3.937	4.94974434	0.19972521	34.2506097	20.7590175	169.531761
3	3	0	3	0.12105183	30.5475075	30.5475075	91.6425226
		-					
4	3	3.937	4.94974434	0.19972521	34.2506097	20.7590175	169.531761
		-					
5	3	7.874	8.42614242	0.34	36.424812	12.968501	306.920653
						98.0025443	1044.54735

$$P_n 1 = 98.0025443$$

$$P_n 2 = \Sigma R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 208.90947$$

Iterasi 3

No. Baut	$X_i = r_0$	Y_i	d_i	Δ_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	10	7.874	12.7279172	0.34	36.424812	28.618046	463.611991
2	10	3.937	10.7470912	0.28708633	35.939749	33.4413734	386.247759
3	10	0	10	0.26712933	35.6767708	35.6767708	356.767708
		-					
4	10	3.937	10.7470912	0.28708633	35.939749	33.4413734	386.247759
		-					
5	10	7.874	12.7279172	0.34	36.424812	28.618046	463.611991
						159.79561	2056.48721

$$P_n 1 = 159.79561$$

$$P_n 2 = \Sigma R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 171.373934$$

Iterasi 4

No. Baut	$X_i = r_0$	Y_i	d_i	Δ_i	R_i	$(R_i \cdot X_i)/d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	14	7.874	16.0623745	0.34	36.424812	31.747944	585.068973
2	14	3.937	14.5430385	0.30783948	36.1616547	34.8113749	525.900337
3	14	0	14	0.29634473	36.0445907	36.0445907	504.62427
		-					
4	14	3.937	14.5430385	0.30783948	36.1616547	34.8113749	525.900337
		-					
5	14	7.874	16.0623745	0.34	36.424812	31.747944	585.068973
						169.163229	2726.56289

$$P_n 1 = 169.163229$$

$$P_n 2 = \Sigma R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 170.410181$$

Iterasi 5

No. Baut	$X_i = r_o$	Y_i	d_i	Δ_i	R_i	$(R_i \cdot X_i) / d_i$	$R_i \cdot d_i$
1	14.875	7.874	16.8304932	0.34	36.424812	32.1927036	613.04755
2	14.875	3.937	15.3871893	0.3108432	36.1900445	34.9853961	556.863065
3	14.875	0	14.875	0.30049624	36.0884669	36.0884669	536.815944
4	14.875	3.937	15.3871893	0.3108432	36.1900445	34.9853961	556.863065
5	14.875	7.874	16.8304932	0.34	36.424812	32.1927036	613.04755
						170.444666	2876.63717

$$P_n 1 = 170.444666$$

$$P_n 2 = \sum R_i \cdot d_i / (X_i + e) = 170.467388$$

Didapat P_n maksimum yang dapat ditahan untuk eksentrisitas sebesar 2 inci

(50,8 mm) adalah 170,4 Kips. Atau sebanding dengan $P_n = 757,939$ kN.

Harga R_i ini tidak boleh melebihi $R_n = 0,6 \cdot F_u \cdot A_b = 0,6 \cdot 120 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 3/4^2 =$

31,8 Kips. Maka P_n harus direduksi dalam proporsi 31,8 Kips, menjadi :

$P_n = 170,40 \cdot (31,8 / 36,425) = 148,76$ Kips. Untuk baut A-325-x harga ini

harus dikali 0,7 dan 2 untuk geser ganda dan kemungkinan ada ulir dalam

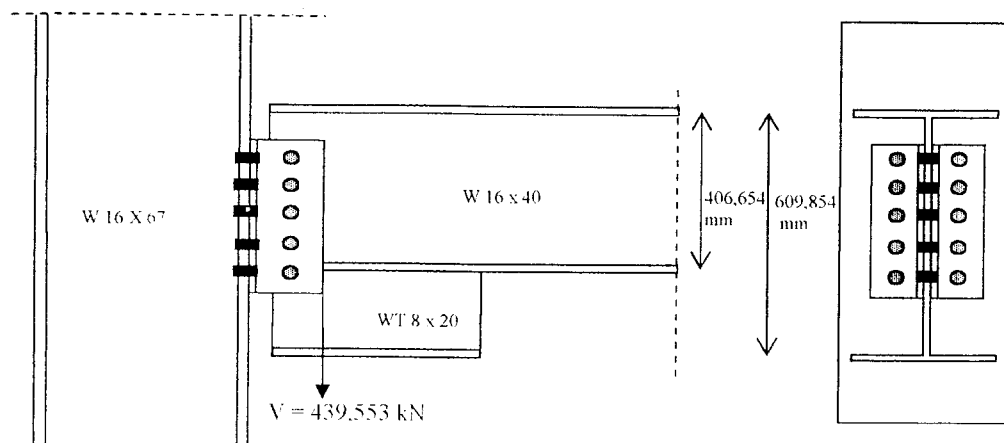
bidang geser. Sehingga $\phi P_n = 0,65 \cdot 0,7 \cdot 2 \cdot 148,760 = 135,37$ Kips. Atau ϕP_n

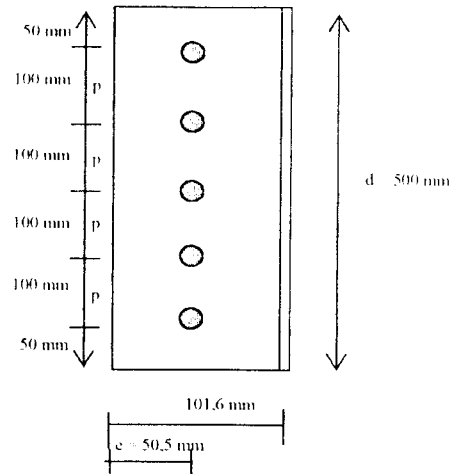
sebanding dengan 602,148 kN, lebih besar dari gaya geser yang bekerja

pada sambungan yaitu 439,553 kN. Sehingga kelompok sambungan masih

dapat menahan gaya geser yang terjadi (Aman)

d. Sambungan Menahan Tarik dan Geser pada Badan Pelat .





Gambar 4.41 Analisis sambungan menahan geser dan tarik

Untuk Geser :

$$\phi_v R_{nv} = 0,75 \cdot (0,5 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,75(0,5 \cdot 827,4) \cdot 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

Untuk Tarik :

$$\phi_t R_{nt} = 0,75 \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b = 0,75(0,75 \cdot 827,4) \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 132,653 \text{ kN}$$

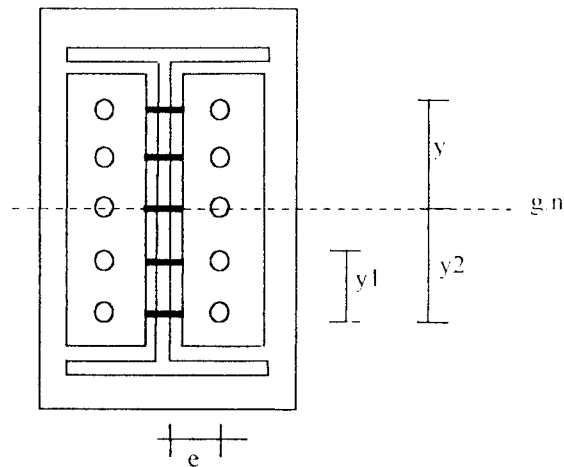
Untuk tarik :

$$n = \sqrt{\frac{6M}{R \cdot p}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 292,22 \cdot 10^3}{132,653 \cdot 100}} = 11,49$$

Untuk geser :

$$n = \frac{p}{2R} = \frac{439553}{2 \cdot 176870} = 1,25$$

Dicoba 10 buah baut (5 baut per baris) :



$$\sum y^2 = 4(y_1^2 + y_2^2) = 4(100^2 + 200^2) = 200000 \text{ mm}^2$$

$$R_{ut} = \frac{T}{\sum y^2} = \frac{504,383 \cdot 10^3}{200000} = 25,622 \text{ kN} < 132,653 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

$$R_{uv} = \frac{V}{\sum n} = \frac{439553}{10} = 43,9553 \text{ kN} < 176,87 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

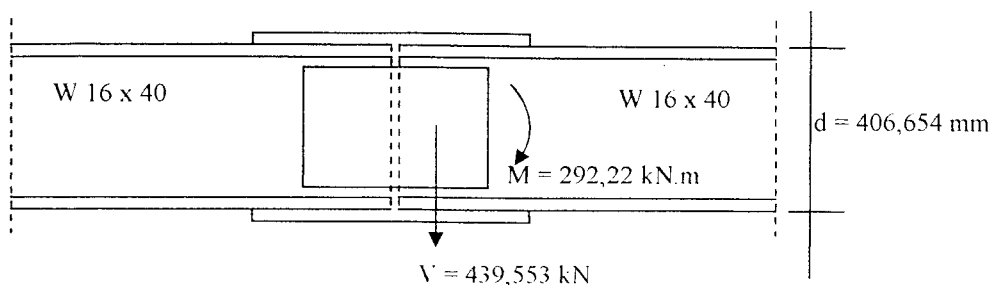
Interaksi Geser dan Tarik :

$$\text{Cek : } 590 - 1,8 f_{uv} \leq 490$$

$$f_{uv} = \frac{R_{uv}}{A_b} = \frac{43956}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19,05^2} = 154,23 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$590 - 1,8 \cdot 154,23 = 312,38 \leq 470 \text{ (OK)}$$

e. Sambungan Balok dengan Balok Menerus.



Gambar 4.42 Analisa sambungan balok.

1. Pelat Badan Menahan Gaya Geser.

Dipakai baut dengan \varnothing baut = $\frac{3}{4}$ in = 19,05 mm

$$\varnothing \text{ lubang} = \frac{3}{4} \text{ in} + \frac{1}{8} \text{ in} = 22,225 \text{ mm}$$

$m = 2$ (Geser rangkap)

$$\phi R_n = \phi(0,50.F_u^b).m.A_b = 0,75.0,5.827,4.2.1/4.\pi.19,05^2 = 176,87 \text{ kN}$$

$$\phi R_n = \phi(2,4.d.t.F_u^c) = 0,75.2,4.19,05.7,747.399,91 = 106,233 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = n = \frac{V}{\phi R_n} = \frac{439,553 \text{ kN}}{106,233 \text{ kN}} = 4,13 \dots \dots \dots \text{diambil 5 baut.}$$

Karena 5 buah baut untuk menahan geser saja, dan pelat badan juga menahan sebagian momen lentur maka :

Dicoba : 5 baris (masing – masing baris 2 baut), dengan kedalaman (d) pelat sambung diambil 360 mm.

Tebal pelat badan (t) yang diperlukan :

$$A_{ns} = \frac{V_u}{\phi(0,6F_u)} = \frac{439,553.10^3}{0,75.0,6.399,91} = 2442,51 \text{ mm}^2$$

$$t_{\text{perlu}} = \frac{A_{ns}}{2.(d - 2(\frac{3}{4} + \frac{1}{8}))} = \frac{2442,51}{2(360 - (5.22,225))} = 4,907 \text{ mm}$$

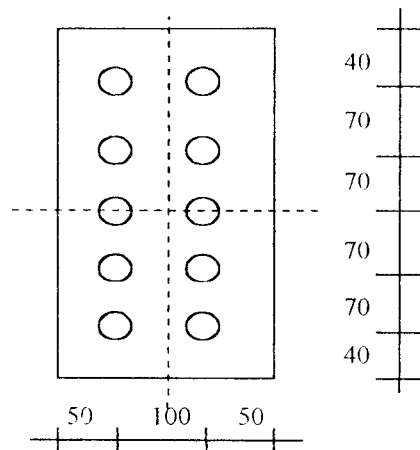
Diambil $t = \frac{1}{4}$ in = 6,35 mm

Dicoba : 2 PLs – $\frac{1}{4}$ in x 14,2 in = 6,35 mm x 360 mm

Momen yang ditahan oleh pelat badan :

$$\phi M_u = \phi \left(\frac{t.d^2}{6} \right) F_y = 0,9 \left(\frac{6,35.360^2}{6} \right) 248,22 = 30641,27 \text{ kN.mm}$$

Dicoba komposisi baut :



$$\sum x^2 + \sum y^2 = 8(50^2) + (4 \cdot 70^2 + 4 \cdot 140^2) = 118000 \text{ mm}^2$$

$$R_{ux} = \frac{M \cdot y}{\sum x^2 + \sum y^2} = \frac{30641,27 \cdot 140}{118000} = 36,35 \text{ kN}$$

$$R_{uy} = \frac{M \cdot x}{\sum x^2 + \sum y^2} = \frac{30641,41 \cdot 50}{118000} = 12,98 \text{ kN}$$

$$R_{uv} = \frac{V}{\sum n} = \frac{439,553}{10} = 43,9553 \text{ kN}$$

$$R_u = \sqrt{(R_{uy} + R_{uv})^2 + R_{ux}^2} = \sqrt{(12,98 + 43,9553)^2 + 36,35^2} = 67,55 \text{ kN}$$

$$R_u = 67,550 \text{ kN} < \phi R_n = 106,230 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{OK.}$$

2. Pelat Flens Menahan Tarik.

Diambil lebar pelat (b) = 160 mm < bf balok = 177,673 mm

$$T = \frac{M}{0,95 \cdot d} = \frac{292,22 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 406,654} = 756,417 \text{ kN}$$

Cek Block Shear :

$$A_g = \frac{T}{\phi \cdot F_y} = \frac{756,417 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 248,22} = 3385,96 \text{ mm}^2$$

$$A_e = \frac{T}{\phi \cdot F_u} = \frac{756,417 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 399,91} = 2521,96 \text{ mm}^2$$

$$A_{g_{\min}} = \frac{A_e}{0,85} = \frac{2521,96}{0,85} = 2967,01 \text{ mm}^2$$

$$t_{\text{perlu}} = \frac{A_e}{(b - 2(3/4 + 1/8))} = \frac{2521,96}{(160 - (2 \cdot 22,225))} = 21,83 \text{ mm}$$

Diambil $t = 1 \text{ in} = 25,4 \text{ mm}$

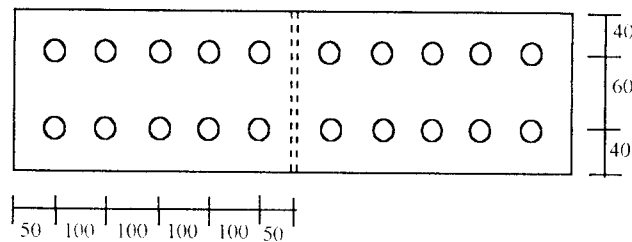
Dicoba : 2 PLs – 1 in x 3,94 in = 25,4 mm x 160 mm

$$\phi R_n = \phi(0,5 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 1 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 19,05^2 = 88,435 \text{ kN}$$

$$\phi R_n = \phi(2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u) = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 12,827 \cdot 19,05 \cdot 399,91 = 175,895 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = n = \frac{T}{\phi R_n} = \frac{756,417 \text{ kN}}{88,435 \text{ kN}} = 8,5 \dots \dots \dots \text{diambil 10 baut}$$

Dicoba : 2 baris (masing – masing baris 5 baut) ,dengan komposisi baut :



Cek baut flens sebanding dengan kekuatan baut pada badan :

$$\text{Gaya horizontal flens} = 2 \cdot \phi R_n = 2 \cdot 132,653 = 265,306 \text{ kN.}$$

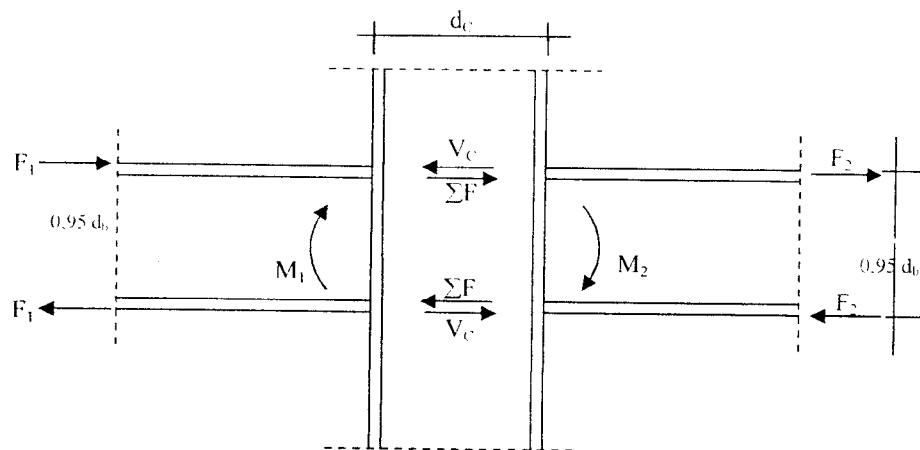
$$R_{ux} = \phi R_n \cdot \frac{y}{(2 \cdot 100)} = 106,23 \cdot \frac{100}{2 \cdot 100} = 53,113 \text{ kN} > 36,35 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{OK}$$

Gambar seluruh sambungan baut untuk lantai 1, 2, 3, dan 4 dapat dilihat pada lampiran 9,10, dan 11.

4.6 Analisis Geser Pada Panel Zone

Untuk analisis geser pada daerah pertemuan atau joint (Panel Zone) hanya dihitung untuk lantai 1 .

4.6.1 Analisis Geser Pada Join (Panel Zone) Portal 6 dan Portal E untuk Lantai 1



Gambar 4.43 Gaya yang bekerja pada daerah panel zone.

Direncanakan profil untuk balok dan kolom sebagai berikut :

Balok : W 10 x 19

Kolom : W 16 x 67

$M_1 = M_2 = 101,508 \text{ kN.m}$

$d_b = 260,096 \text{ mm}$

$d_c = 414,782 \text{ mm}$

$h = 4000 \text{ mm}$

$k \text{ (kolom)} = 1,37 \text{ in} = 4,925 \text{ mm}$.

$L_1 = L_2 = 8000 \text{ mm}$ (Panjang balok bersih)

$Lc_1 = Lc_2 = 7550 \text{ mm}$ (Panjang balok sampai ujung kolom)

$F_y = 248,22 \text{ Mpa}$

$$h - 0,95 \cdot d_b \left(\frac{L_1}{L_{c_1}} \right) = 4000 - 0,95 \cdot 260,096 \left(\frac{8000}{7550} \right) = 3738,18 \text{ mm}$$

$$V_w = \frac{\left[h - 0,95 \cdot d_b \left(\frac{L_1}{L_{c_1}} \right) \right] M_1 + \left[h - 0,95 \cdot d_b \left(\frac{L_2}{L_{c_2}} \right) \right] M_2}{0,95 \cdot d_b \cdot h} = \frac{2.3738,18 \cdot 101,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 260,096 \cdot 4000}$$

$$V_w = 767,844 \text{ kN.}$$

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_{cw} \left[1 + \frac{3b_{cf} \cdot t_{cf}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{cw}} \right] \\ &= 0,6 \cdot 248,22 \cdot 414,782 \cdot 10,033 \left[1 + \frac{3 \cdot 259,969 \cdot 16,891^2}{260,096 \cdot 414,782 \cdot 10,033} \right] \end{aligned}$$

$$V_n = 747192,96 \text{ N}$$

$$V_u = \phi V_n = 0,8 \cdot 747,192 = 597,754 \text{ kN} < 0,8 V_w = 614,2752 \text{ kN.}$$

Jadi dipakai Doubler Plate.

Cek tebal badan profil kolom yang diperlukan:

$$P_{br} = \frac{M}{0,95 \cdot d_b} = \frac{101,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 260,096} = 410,8118 \text{ kN.}$$

$$t_w + t_{dp} \geq \frac{P_{br}}{F_y(t_{fb} + 5k)} \geq \frac{410,8118 \cdot 10^3}{248,22(10,033 + 5 \cdot 34,925)} \geq 8,96 \text{ mm}$$

$$t_w = 10,033 \text{ mm} \geq 8,96 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{4100 \cdot (t_{cw})^3 \sqrt{F_y}}{d_c} = \frac{4100 \cdot 10,033^3 \sqrt{248,22}}{414,782} = 157,280 \text{ kN.}$$

$$\phi R_n = 0,9 (157,280) = 141,532 \text{ kN.}$$

$$t_z > \frac{(d_z + w_z)}{90} \quad ; \text{ di mana : } d_z = d_b - t_z = 260,096 - 10,033 = 250 \text{ mm}$$

$$w_z = d_c - t_f = 414,782 - 16,891 = 400 \text{ mm}$$

$$t_z > \frac{(250 + 400)}{90} > 7,22 \text{ mm}$$

$$\text{Sehingga } V_n \text{ menjadi : } 0,6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot (t_w + t_{dp}) \left[1 + \frac{3 \cdot b_{cf} \cdot I_{cf}^2}{d_b \cdot d_c \cdot (t_w + t_{dp})} \right]$$

$$V_w = 767,844 \text{ kN.}$$

$$0,8 V_w = 0,8 \cdot 767,844 = 614,2752 \text{ kN.}$$

$$\phi V_n = 597,754 \text{ kN.}$$

$$\frac{V_w}{\phi V_n} = \frac{767,844}{597,754} = 1,284$$

$$t_w + t_{dp} \approx 1,75 t_{cw} \text{ (asumsi)}$$

$$\left(1 + \frac{3 \cdot b_{cf} \cdot I_{cf}^2}{d_b \cdot d_c \cdot 1,75 \cdot t_w} \right) = \left(1 + \frac{3 \cdot 259,969 \cdot 16,891^2}{260,096 \cdot 414,782 \cdot 1,75 \cdot 10,033} \right) = 1,117$$

$$\left(1 + \frac{3 \cdot b_{cf} \cdot I_{cf}^2}{d_b \cdot d_c \cdot (t_w + t_{dp})} \right) = 1,117$$

$$\phi V_n = 0,8 V_w$$

$$0,8 \cdot 0,6 \cdot d_c \cdot (F_y \cdot t_w + F_y \cdot t_{dp}) \cdot 1,117 = 614,2752 \text{ kN.}$$

$$0,8 \cdot 0,6 \cdot 414,782 \cdot (248,22 \cdot 10,033 + 248,22 \cdot t_{dp}) \cdot 1,117 = 614,2752 \text{ kN.}$$

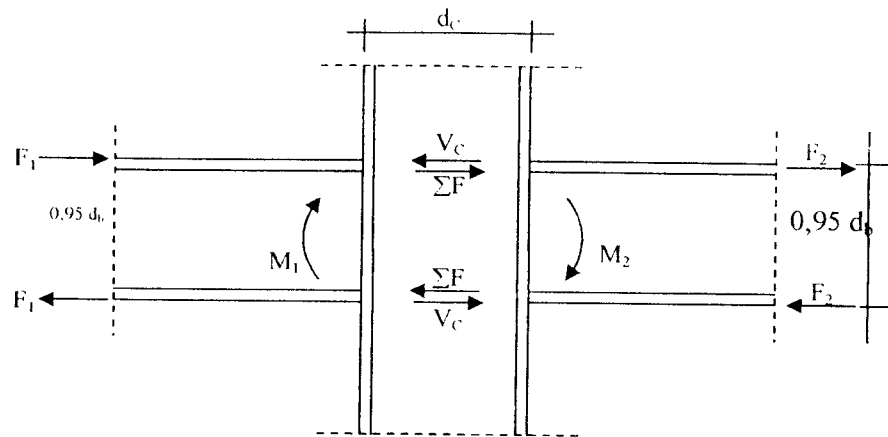
$$222,389 (248,22 \cdot 10,033 + 248,22 \cdot t_{dp}) = 614,2752 \text{ kN.}$$

$$553,835 + 55,201 \cdot t_{dp} = 614,2752 \text{ kN.}$$

$$55,201 \cdot t_{dp} = 60,44$$

$$t_{dp} = 1,095 \text{ mm} \dots \dots \text{diambil tebal doubler plate} = 2 \text{ mm}$$

**4.6.2 Analisis Geser pada Join (Panel Zone) Portal As 6 dan Portal As B
untuk Lantai 1.**



Gambar 4.44 Gaya yang bekerja pada daerah panel zone

Balok : W 10 x 19

Kolom : W 16 x 67

$M_1 = M_2 = 101,508 \text{ kN.m}$

$d_b = 260,096 \text{ mm}$

$d_c = 414,782 \text{ mm}$

$h = 4000 \text{ mm}$

$k \text{ (kolom)} = 1,37 \text{ in} = 4,925 \text{ mm}$.

$L_1 = L_2 = 8000 \text{ mm}$ (Panjang balok bersih)

$Lc_1 = Lc_2 = 7550 \text{ mm}$ (Panjang balok sampai ujung kolom)

$F_y = 248,22 \text{ Mpa}$

$$h - 0,95 \cdot d_b \left(\frac{L_1}{Lc_1} \right) = 4000 - 0,95 \cdot 260,096 \left(\frac{8000}{7550} \right) = 3738,18 \text{ mm}$$

$$V_w = \frac{\left[h - 0,95 \cdot d_b \left(\frac{L_1}{Lc_1} \right) \right] M_1 + \left[h - 0,95 \cdot d_b \left(\frac{L_2}{Lc_2} \right) \right] M_2}{0,95 \cdot d_b \cdot h} = \frac{3738,18 \cdot 101,508 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 260,096 \cdot 4000}$$

$$V_w = 383,922 \text{ kN.}$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot d_c \cdot t_{cw} \left[1 + \frac{3b_{cf} \cdot t_{cf}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_{cw}} \right]$$

$$= 0,6 \cdot 248,22 \cdot 414,782 \cdot 10,033 \left[1 + \frac{3 \cdot 259,969 \cdot 16,891^2}{260,096 \cdot 414,782 \cdot 10,033} \right]$$

$$V_n = 747192,96 \text{ N}$$

$$V_u = \phi V_n = 0,8 \cdot 747,192 = 597,754 \text{ kN} > 0,8 V_w = 307,137 \text{ kN.}$$

Karena $V_u > 0,8 V_w$ maka tidak dipakai doubler plate, tetapi untuk kepentingan struktur maka tetap dipasang doubler plate dengan tebal = 2 mm.

4.7 Pelat Dasar Kolom

Digunakan kolom = W 16 x 67 dengan:

$$A = 12709,652 \text{ mm}^2$$

$$b_f = 259,969 \text{ mm}^2$$

$$t_w = 10,033 \text{ mm}^2$$

$$t_f = 16,891 \text{ mm}^2$$

$$d = 414,782 \text{ mm}^2$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi} = 248,22 \text{ Mpa}$$

$$F_b = 27 \text{ Ksi} = 186,165 \text{ Mpa}$$

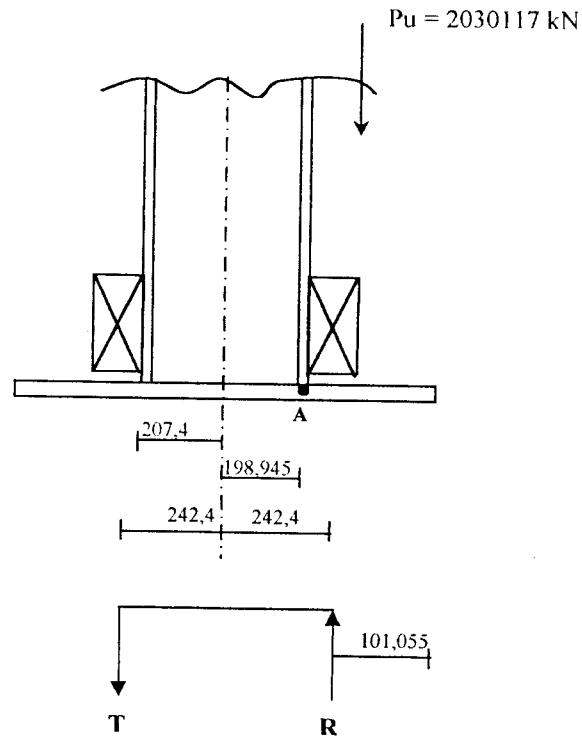
$$F_c' = 27,5 \text{ Mpa} = 3,99 \text{ Ksi}$$

$$F_p = 0,45 \cdot 3,99 = 1,7955 \text{ Ksi}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 1,2 \cdot 17,201 + 1,6 \cdot 15,57 \text{ (dari data output SAP 90)} \\ &= 45,6 \text{ kN-m.} \end{aligned}$$

Mencari eksentrisitas akibat momen :

$$e = \frac{M}{P} = \frac{45,6 \cdot 10^6}{2030117} = 22,46 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm.}$$



Gambar 4.5 Analisis pelat dasar kolom

$\sum M_A = 0 \rightarrow$ tengah sayap kolom bagian kanan.

$$2030117 \cdot (22,5 - 198,165) - T \cdot (441,345) = 0$$

$$\frac{-358203994,1}{441,345} = T$$

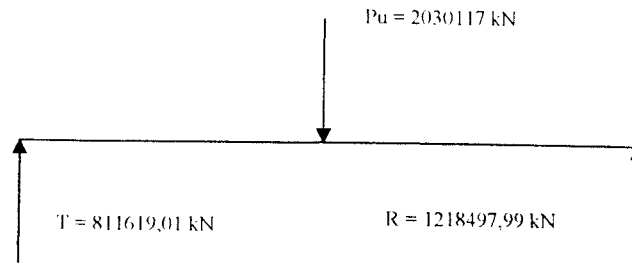
$$T = -811619,01 \text{ N}$$

$\sum F_y = 0$

$$T + P_u = R$$

$$R = Pu - T$$

Sehingga bagan aksi dan reaksi menjadi :



Mencari tegangan yang terjadi di bawah sayap bagian kanan kolom :

$$f_a = \left(\frac{1218497,99}{259,969 \cdot 16,891} \right) = 277,49 \text{ Mpa} \geq F_b = 186,1 \text{ Mpa (tidak aman)}.$$

Karena tegangan yang terjadi di bawah sayap bagian kanan \leq tegangan yang diijinkan sebesar 186,1 Mpa, maka tebal sayap kolom ditambah setebal $t = 10$ mm untuk setinggi blok angkur terpakai. Sehingga tegangan yang terjadi di bawah sayap bagian kanan yang baru menjadi :

$$f_a = \frac{1218497,99}{259,969 \cdot (16,891 + 10)} = 174,29 \text{ Mpa} \leq F_b = 186,1 \text{ Mpa}.$$

Mencari dimensi pelat dasar dengan metode coba-coba :

$$\text{Dicoba : } B = 600 \text{ mm}$$

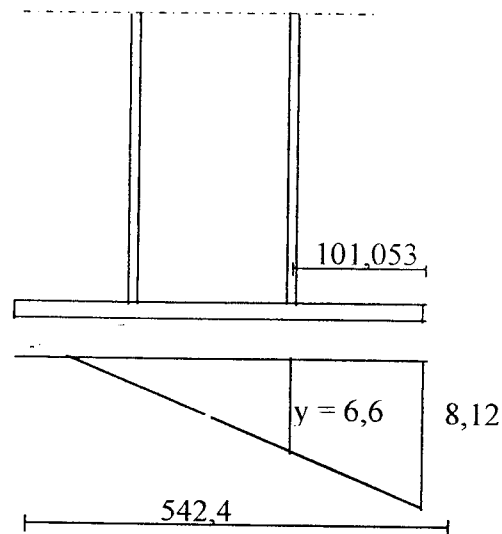
$$\text{Panjang daerah terbebani menjadi } \frac{600}{2} - 198,945 = 101,055 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang segitiga} &= 101,055 + 198,945 + 242,4 \\ &= 542,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang perlu} = \frac{1218497,99}{0,5 \times 542,4 \times 27,5} = 163,38 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai ukuran} = 600 \times 500 \text{ mm} = 300000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tegangan maksimum di ujung pelat dasar} = \frac{1218497,99}{300000} \times 2 = 8,12 \text{ Mpa}$$



$$\frac{y}{441,35} = \frac{8,12}{542,4} \rightarrow y = 6,6$$

Momen yang ditahan selebar / sepanjang 101,055 mm adalah :

$$M = \frac{1}{2} \times 6,6 \times 101,55 \left(\frac{101,055}{3} \right) + \frac{1}{2} \times 8,12 \times 101,055 \left(\frac{101,055 \times 2}{3} \right)$$

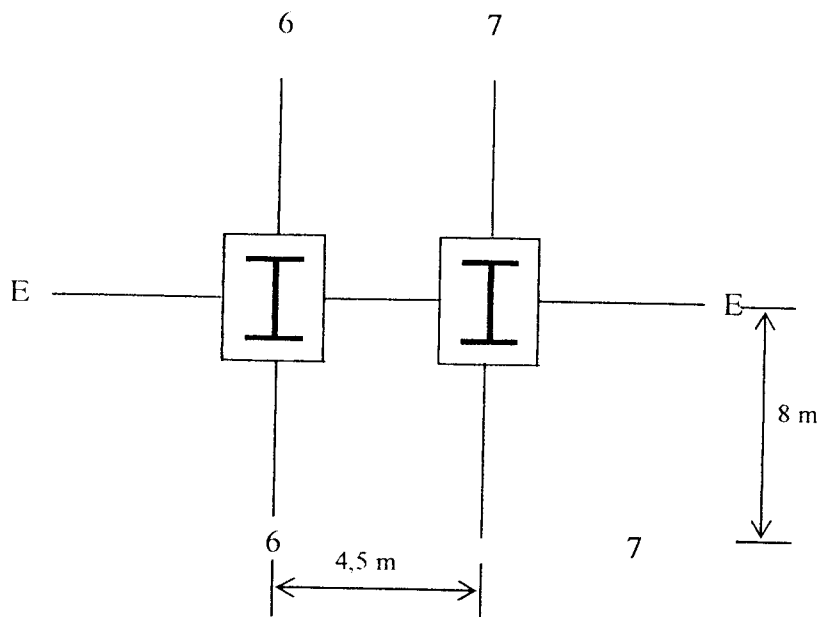
$$M = 11233,324 + 27640,78 = 38874,1 \text{ Nmm}$$

Didapat tebal pelat perlu adalah :

$$t = \sqrt{\frac{6 \times 38874,1}{186,165}}$$

$$t = 35,3 \text{ mm} \approx 36 \text{ mm} \approx 3,6 \text{ cm}$$

4.8 Pondasi



Pembebanan kolom :

1. Beban hidup (L) :

$$- 4,5 \cdot 2,5 \cdot 3 = 33,75 \text{ kN}$$

$$- 8 \cdot 2,5 \cdot 3 = 60 \text{ kN}$$

$$PL = 93,75 \text{ kN} \sim 100 \text{ kN}$$

2. Beban mati (D) :

$$- \text{Berat sendiri beton kolom} = 24 \cdot 19,8 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 85,536 \text{ kN}$$

$$- \text{Berat sendiri profil kolom} = 0,97753 \cdot 19,8 = 19,355 \text{ kN}$$

$$- \text{Dinding (H = 16 m)} = 16 \cdot 2,5 \cdot 4,5 = 180 \text{ kN}$$

$$- \text{Dinding (H = 16 m)} = 16 \cdot 2,5 \cdot 8 = 320 \text{ kN}$$

$$- \text{Pelat} = 0,15 \cdot 8 \cdot 4,5 \cdot 24 \cdot 4 = 518,4 \text{ kN}$$

$$- \text{Profil balok} = 8 \cdot 0,178 \cdot 3 = 4,272 \text{ kN}$$

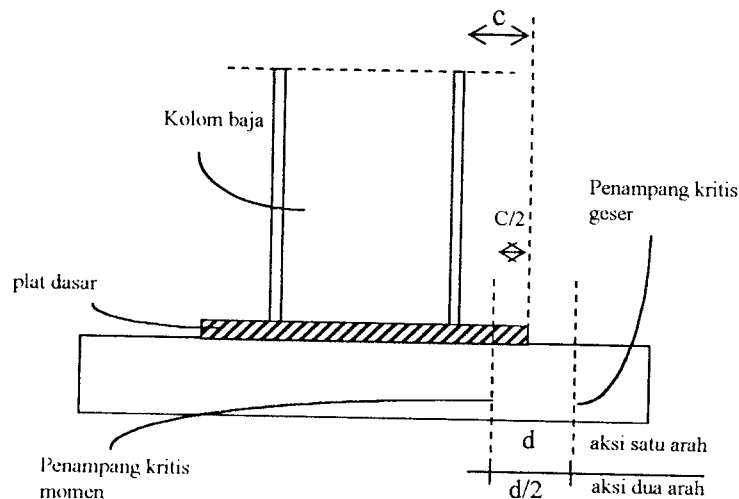
$$- \text{Profil balok} = 8 \cdot 0,0845 \cdot 2 = 1,352 \text{ kN}$$

- Profil balok	= 4,5. 0,0845. 3	= 1,14 kN
- Profil balok	= 4,5. 0,0668. 2	= 0,61 kN
		<hr/>
		PD = 1130,665 kN
		~ 1250 kN

Dicoba tebal pondasi = 60 cm = 600 mm

Berat pelat pondasi = 0,6. 24 = 14,4 kN/ m²

Tanah diatas pondasi = 3,2. 18 = 57,6 kN/ m²
= 72 kN/ m²



Gambar 4.47 Penampang kritis untuk perencanaan pondasi beton bertulang yang mendukung kolom dari baja

Dicoba dimensi pondasi berdasarkan tegangan ijin yang terjadi :

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M.y}{I} \leq \sigma_{tanah}$$

Dicoba dimensi pondasi $B = N = 2,5$ m, dari data sondir dari lampiran 19

didapat $\sigma_{tanah} = 451$ kN/m²

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M.y}{I} = \frac{1350}{2,5^2} + \frac{528,8.1/2.2,5}{1/12.2,5.2,5^3}$$

$$= 419,06 \geq 451 - 72 = 379 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{tidak ok.}$$

Dicoba dimensi pondasi B = N = 2,7 m, dari data sondir dari lampiran 19

didapat $\sigma_{\text{tanah}} = 444 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M.y}{I} = \frac{1350}{2,7^2} + \frac{528,8.1/2.2,7}{1/12.2,7.2,7^3}$$

$$= 346,4 \leq 444 - 72 = 372 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{ok.}$$

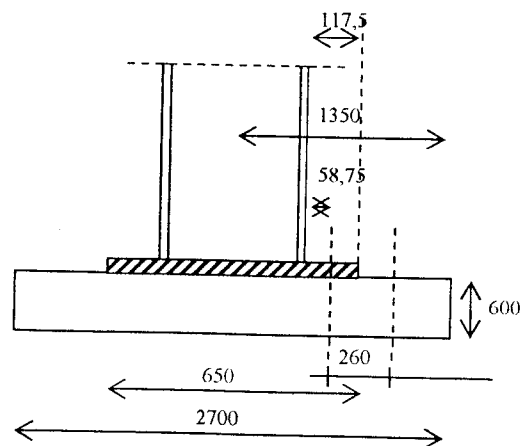
Tegangan ijin tanah efektif = (444 - 72) = 372 kN/ m²

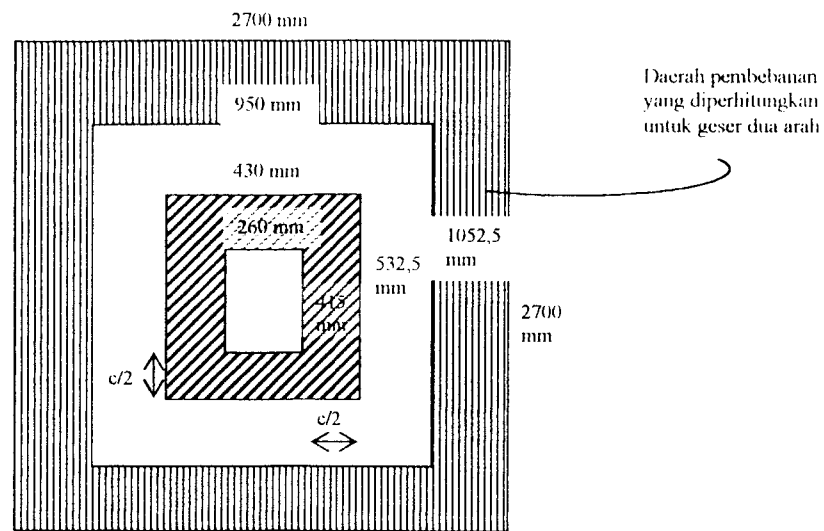
$$\text{Luas pondasi perlu} = \frac{PD + PL}{\sigma_{ef}} = \frac{1250 + 100}{372} = 3,63 \text{ m}^2$$

Diambil B = N = 270 cm = 2,7 m

$$A = 2,7 \text{ m}^2 = 7,29 \text{ m}^2 > A_{\text{perlu}} = 3,63 \text{ m}^2$$

a. Cek tegangan geser aksi dua arah :





Gambar 4.48 Analisis geser dua arah pada pondasi telapak

Tebal pondasi = 600 mm

$d_s = 80$ mm

$d = 520$ mm

$P_u = 1,2 D + 1,6 L = 1,2 \cdot 1250 + 1,6 \cdot 100 = 1660$ kN

$$q_u = \frac{P_u}{A} = \frac{1660}{7,29} = 227 \text{ kN/m}^2$$

$$V_u = q_u \{2,7^2 - 0,95 \cdot 1,0525\} = 227 \cdot 1,7 = 385,9 \text{ kN}$$

$$V_{c1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d$$

$$\beta = 415/260 = 1,6$$

$$b_o = 2 \cdot 950 + 2 \cdot 1052,5 = 4005 \text{ mm}$$

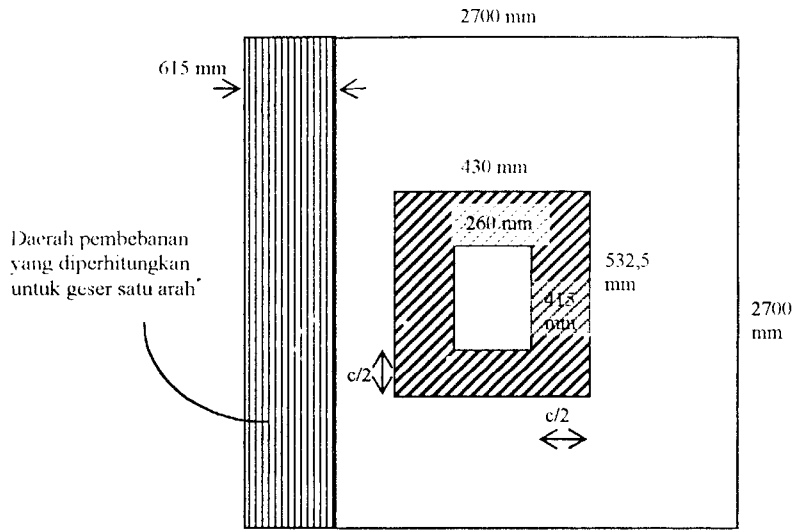
$$V_{c1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{1,6} \right) \sqrt{27,5} \cdot 4005 \cdot 520 = 4095,46 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = \left(\frac{40 \cdot 520}{4050} + 2 \right) \sqrt{27,5} \cdot 4005 \cdot \frac{520}{12} = 6546,839 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = 0,33\sqrt{27,5} \cdot 4005 \cdot 520 = 3604,011 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 3604,011 = 2162,4 \text{ kN} \geq V_u = 385,9 \text{ kN} \dots\dots\dots\text{ok}$$

b. Cek tegangan geser aksi satu arah :



Gambar 4.49 Analisis geser dua arah pada pondasi telapak

$$V_u = q_u \cdot \text{Luas yang diarsir} = 227 \cdot 2,7 \cdot 0,615 = 376,94 \text{ kN}$$

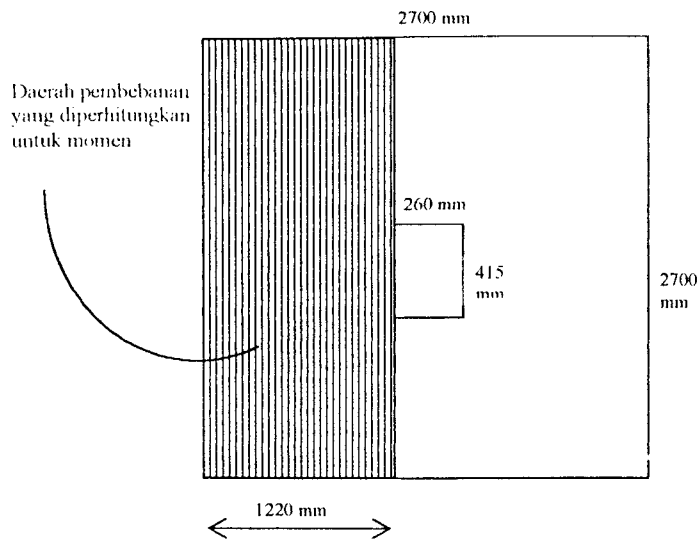
$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6}\sqrt{27,5} \cdot 2700 \cdot 520 = 1227,1 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 1227,1 = 736,263 \text{ kN} \geq V_u = 376,94 \text{ kN} \dots\dots\dots\text{ok}$$

Jadi dimensi pondasi B = N = 2,7 m aman terhadap geser aksi dua arah maupun geser satu arah.

Jadi ukuran pondasi = 2,7 m x 2,7 m x 0,6 m

c. Perencanaan tulangan menahan lentur :



Gambar 4.50 Analisis momen pondasi telapak

Dipandang lebar pelat = 2,7 m

$$M_x = 0,5 \cdot q_u \cdot L^2 = 0,5 \cdot 277 \cdot (1,350 - 0,13)^2 \cdot 2,7 = 556,59 \text{ kN.m}$$

$$M_x = M_u$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) = M_u / \phi$$

$$0,85 \cdot 27,5 \cdot a \cdot 2700 \cdot (520 - 0,5 \cdot a) = \frac{556,59 \cdot 10^6}{0,8}$$

$$63112,5 a (520 - 0,5 a) = 695,7375 \cdot 10^6$$

$$32818500 a - 31556,25 a^2 - 695,7375 \cdot 10^6 = 0$$

$$a = 21,650 \text{ mm}$$

$$A_{s_p} = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{F_y} = \frac{0,85 \cdot 27,5 \cdot 21,65 \cdot 2700}{360} = 3795,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan dengan diameter 16 mm

$$A_{1D} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201 \text{ mm}^2$$

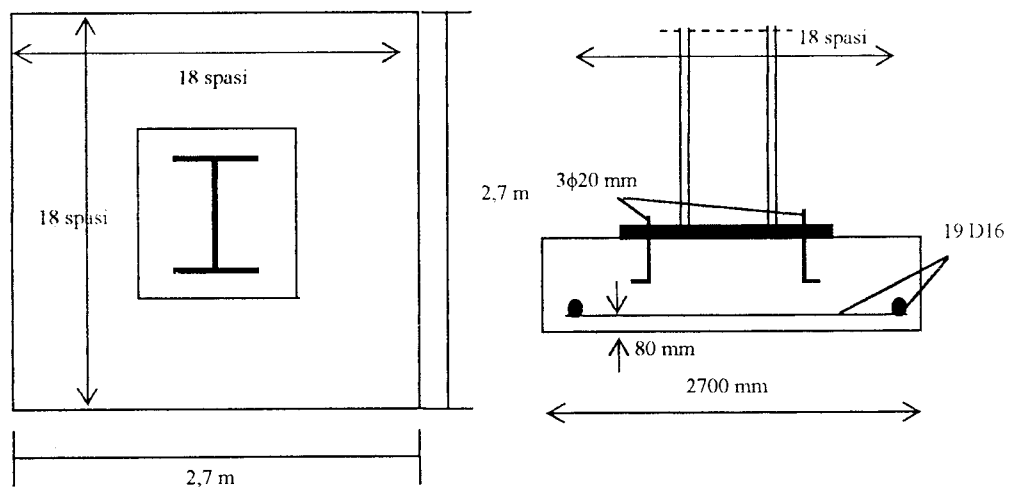
Jumlah tulangan yang diperlukan (n) adalah :

$$n = \frac{A_{s_p}}{A_{1D}} = \frac{3795,5}{201} = 18,9 \approx 19 \text{ buah}$$

Dipasang 19 tulangan dengan spasi sebanyak 18 buah atau,

$$s \leq \frac{2700 \cdot 201}{3795,5} = 142,98 \text{ mm}$$

$s = 140 \text{ mm}$; dipakai P16 – 140.



Gambar 4.51 Sketsa perencanaan pondasi telapak

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisa perencanaan struktur gedung kuliah Fakultas Teknik dan Ekonomi Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan menggunakan metode LRFD berdasarkan konsep Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung adalah sebagai berikut :

5.1 Atap

Hasil momen rencana dan profil yang dapat dipakai untuk tiap-tiap elemen batang dalam struktur rangka kuda – kuda dengan metode LRFD ditampilkan dalam bentuk table 5.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Kuat Rencana dari Profil yang tersedia

BATANG	Panjang (m)	Profil L	Berat (kN)	Beban Rencana (kN)	Tersedia (kN)	Kesimpulan
ATAS						
A ₁	1,5	2.60.60.6	0,1626	106,264	297,8465	Aman
A ₂	1,5	2.60.60.6	0,1626	98,544	297,8465	Aman
A ₃	1,5	2.60.60.6	0,1626	136,216	297,8465	Aman
A ₄	1,5	2.60.60.6	0,1626	166,164	297,8465	Aman
A ₅	1,078	2.60.60.6	0,1168	70,711	318,4581	Aman
A ₆	1,078	2.60.60.6	0,1168	55,692	318,4581	Aman
A ₇	1,078	2.60.60.6	0,1168	87,457	318,4581	Aman
A ₈	1,078	2.60.60.6	0,1168	91,674	318,4581	Aman
A ₉	1,078	2.60.60.6	0,1168	55,744	318,4581	Aman
A ₁₀	1,078	2.60.60.6	0,1168	70,571	318,4581	Aman
A ₁₁	1,5	2.60.60.6	0,1626	166,132	297,8465	Aman
A ₁₂	1,5	2.60.60.6	0,1626	136,192	297,8465	Aman
A ₁₃	1,5	2.60.60.6	0,1626	98,532	297,8465	Aman
A ₁₄	1,5	2.60.60.6	0,1626	106,252	297,8465	Aman
A ₁₅	1,866	2.70.70.7	0,2754	114,455	398,9562	Aman
A ₁₆	1,866	2.70.70.7	0,2754	86,981	398,9562	Aman

Λ_{17}	1,866	2.70.70.7	0,2754	47,408	398,9562	Aman
Λ_{18}	1,866	2.70.70.7	0,2754	51,05	398,9562	Aman
Λ_{19}	1,866	2.70.70.7	0,2754	90,643	398,9562	Aman
Λ_{20}	1,866	2.70.70.7	0,2754	113,719	398,9562	Aman
BAWAH						
B_1	1,5	2.50.50.5	0,1131	105,896	196,8335	Aman
B_2	1,5	2.50.50.5	0,1131	147,476	196,8335	Aman
B_3	1,078	2.50.50.5	0,0813	181,638	196,8335	Aman
B_4	1,078	2.50.50.5	0,0813	151,057	196,8335	Aman
B_5	1,078	2.50.50.5	0,0813	136,27	196,8335	Aman
B_6	1,078	2.50.50.5	0,0813	128,194	196,8335	Aman
B_7	1,078	2.50.50.5	0,0813	139,247	196,8335	Aman
B_8	1,078	2.50.50.5	0,0813	166,253	196,8335	Aman
B_9	1,5	2.50.50.5	0,1131	136,192	196,8335	Aman
B_{10}	1,5	2.50.50.5	0,1131	98,532	196,8335	Aman
VERTIKAL						
V_1	0,75	2.60.60.6	0,0808	0	334,4785	Aman
V_2	1,5	2.60.60.6	0,1617	49,317	297,8465	Aman
V_3	1,5	2.60.60.6	0,1617	41,568	297,8465	Aman
V_4	1,5	2.60.60.6	0,1617	34,252	297,8465	Aman
V_5	1,5	2.50.50.5	0,1131	43,763	196,8335	Aman
V_6	1,5	2.50.50.5	0,1131	20,886	196,8335	Aman
V_7	1,5	2.50.50.5	0,1131	96,585	196,8335	Aman
V_8	1,5	2.50.50.5	0,1131	20,834	196,8335	Aman
V_9	1,5	2.50.50.5	0,1131	43,399	196,8335	Aman
V_{10}	1,5	2.60.60.6	0,1617	34,369	297,8465	Aman
V_{11}	1,5	2.60.60.6	0,1617	38,878	297,8465	Aman
V_{12}	1,5	2.60.60.6	0,1617	45,368	297,8465	Aman
V_{13}	0,75	2.60.60.6	0,0808	0	334,4785	Aman
V_{14}	1,078	2.50.50.5	0,0813	22,862	196,8335	Aman
V_{15}	2,1547	2.50.50.5	0,1625	61,429	196,8335	Aman
V_{16}	3,232	2.50.50.5	0,2436	77,224	196,8335	Aman
V_{17}	2,1547	2.50.50.5	0,1625	61,354	196,8335	Aman
V_{18}	1,078	2.50.50.5	0,0813	22,646	196,8335	Aman
DIAGONAL						
D_1	1,5	2.60.60.6	0,1626	7,732	297,8465	Aman
D_2	1,5	2.60.60.6	0,1626	41,593	284,5874	Aman
D_3	1,5	2.60.60.6	0,1626	34,024	284,5874	Aman
D_4	1,077	2.60.60.6	0,1167	39,061	318,507	Aman
D_5	1,077	2.60.60.6	0,1167	18,645	318,507	Aman
D_6	1,077	2.60.60.6	0,1167	19,988	284,5874	Aman
D_7	1,077	2.60.60.6	0,1167	30,006	284,5874	Aman
D_8	1,077	2.60.60.6	0,1167	18,851	318,507	Aman
D_9	1,077	2.60.60.6	0,1167	38,736	318,507	Aman

D ₁₀	1,5	2.60.60.6	0,1626	34,155	284,5874	Aman
D ₁₁	1,5	2.60.60.6	0,1626	38,903	284,5874	Aman
D ₁₂	1,5	2.60.60.6	0,1626	7,732	297,8465	Aman
D ₁₃	1,078	2.60.60.6	0,1168	18,477	318,4581	Aman
D ₁₄	1,866	2.70.70.7	0,2754	44,194	398,9562	Aman
D ₁₅	1,866	2.70.70.7	0,2754	38,129	398,9562	Aman
D ₁₆	1,078	2.60.60.6	0,1168	15,71	318,4581	Aman
HORIZONTAL						
H ₁	1,3	2.50.50.5	0,098	98,277	196,8335	Aman
H ₂	1,3	2.50.50.5	0,098	98,277	196,8335	Aman
H ₃	1,3	2.50.50.5	0,098	92,026	196,8335	Aman
H ₄	1,3	2.50.50.5	0,098	92,026	196,8335	Aman

5.2. Pelat

Hasil perhitungan pelat dua arah untuk kebutuhan tulangan pokok arah x dan y untuk pelat lantai dan atap adalah sebagai berikut :

a. Pelat lantai

Tumpuan arah x = P10-105

Tumpuan arah y = P10-175

Lapangan arah x = P10-105

Lapangan arah y = P10-175

Tulangan susut arah x = P8-165

Tulangan susut arah y = P8-165

b. Pelat atap

Tumpuan arah x = P8-140

Tumpuan arah y = P8-150

Lapangan arah x = P8-140

Lapangan arah y = P8-150

Tulangan susut arah x = P8-165

Tulangan susut arah y = P8-165

5.3. Balok

Hasil momen rencana dan profil yang dapat dipakai untuk semua elemen balok pada portal 6 dan portal B ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

A. Portal 6

MOMEN TENGAH = M^+

LANTAI	PROFIL BAJA A36	Mn (kN.m)	$\phi_b \cdot Mn$ (kN.m)	Mu (kN.m)	Kesimpulan $\phi_b \cdot Mn > Mu$
1	W 10 x 19	242,497	206,122	72,504	Aman
2	W 16 x 40	583,663	496,11	229,93	Aman
3	W 16 x 40	583,663	496,11	230,63	Aman
4	W 16 x 40	583,663	496,11	231,63	Aman
5	W 14 x 22	311,841	265,065	128,82	Aman

MOMEN UJUNG = M^-

LANTAI	PROFIL BAJA A36	Mn (Kn.m)	$\phi_b \cdot Mn$ (kN.m)	Mu (kN.m)	Kesimpulan $\phi_b \cdot Mn > Mu$
1	W 10 x 19	101,508	86,28	64,488	Aman
	W 10 x 19	101,508	86,28	64,428	Aman
2	W 16 x 40	292,22	248,388	203,6454	Aman
	W 16 x 40	292,22	248,388	204,5299	Aman
3	W 16 x 40	292,22	248,388	205,0064	Aman
	W 16 x 40	292,22	248,388	205,9107	Aman
4	W 16 x 40	292,22	248,388	206,6435	Aman
	W 16 x 40	292,22	248,,388	207,855	Aman
5	W 14 x 22	149,639	127,193	122,3566	Aman
	W 14 x 22	149,639	127,193	123,9766	Aman

B. Portal E

MOMEN TENGAH = M^+

LANTAI	PROFIL BAJA A36	Mn (Kn.m)	ϕ_b . Mn (kN.m)	Mu (kN.m)	Kesimpulan ϕ_b . Mn > Mu
1	W 8 x 15	169,312	143,915	24,670	Aman
2	W 10 x 19	234,92	199,682	48,772	Aman
3	W 10 x 19	234,92	199,682	52,128	Aman
4	W 10 x 19	234,92	199,682	52,234	Aman
5	W 8 x 15	169,312	143,915	28,364	Aman

MOMEN UJUNG = M^-

LANTAI	PROFIL BAJA A36	Mn (Kn.m)	ϕ_b . Mn (kN.m)	Mu (kN.m)	Kesimpulan ϕ_b . Mn > Mu
1	W 8 x 15	65,51	55,684	23,1419	Aman
	W 8 x 15	65,51	55,684	24,4726	Aman
2	W 10 x 19	87,744	74,58	51,4738	Aman
	W 10 x 19	87,744	74,58	55,4935	Aman
3	W 10 x 19	87,744	74,58	58,2582	Aman
	W 10 x 19	87,744	74,58	62,1413	Aman
4	W 10 x 19	87,744	74,58	59,0296	Aman
	W 10 x 19	87,744	74,58	61,7066	Aman
5	W 8 x 15	65,51	55,684	39,0016	Aman
	W 8 x 15	65,51	55,684	40,5581	Aman

5.4 Kolom

Berdasarkan beban (P) dari SAP'90 yang terbesar digunakan profil W 16 x 67 sebagai kolom , dalam perencanaan ini untuk semua kolom dari lantai satu (1) sampai lantai (5) disamakan profilnya. Hasil perhitungan kolom ditampilkan dalam table 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5.3 Kuat rencana kolom tiap lantai

LANTAI	PROFIL BAJA A36	ϕ . Pn (kN)
1	W 16 x 67	2044,39
2	W 16 x 67	2044,39
3	W 16 x 67	2044,39
4	W 16 x 67	2044,39
5	W 16 x 67	2044,39

5.5 Sambungan

Pada perencanaan sambungan , baik sambungan antara balok dan kolom maupun balok dan balok , digunakan baut sebagai alat sambung. Baut yang digunakan adalah baut diameter $\frac{3}{4}$ inci.

5.6 Plat Dasar Kolom

Plat dasar merupakan tumpuan pada ujung kolom bawah untuk menahan gaya – gaya yang bekerja dan selanjutnya diteruskan ke pondasi. Hasil perhitungan pelat dasar kolom memberikan ukuran pelat dasar dengan dimensi $L = 650$ mm dan $B = 600$ mm. Sedangkan tebal dari pelat dasar adalah 25 mm, dengan diameter angkur adalah 20 mm berjumlah 3 buah tiap sisi sepanjang B.

5.7 Pondasi

Pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak, hal ini dikarenakan pondasi terletak pada tanah dengan tegangan ijin tanah relatif besar yaitu 444 kN/m^2 untuk kedalaman pondasi 3,8 meter dari muka tanah dan geometri pondasi adalah bujursangkar dengan $B = 2,7$ meter. Data tegangan ijin tanah sesuai hasil sondir dari lampiran 19.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab – bab sebelumnya, pada tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Menggunakan redistribusi momen diperoleh dimensi balok dan kolom yang lebih ekonomis.
2. Memperhitungkan luas tulangan susut pada daerah tarik selebar lebar efektif menambah kapasitas lentur balok komposit.
3. Kapasitas kolom komposit tergantung pada geometri penampang dan kualitas bahan (baja dan beton).
4. Karena tegangan ijin tanah yang relative besar pada kedalaman dari muka tanah, maka penggunaan pondasi *foot plate* (pondasi telapak) cukup tepat.
5. Jika hasil yang diperoleh belum efisien dan aman perlu dilakukan proses iterasi hingga mendekati ukuran yang efisien dan aman.
6. Draft Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung 2000 ternyata dapat diterapkan tanpa menimbulkan kesulitan yang berarti.

6.2 Saran

Dengan mempertimbangkan dari hasil perhitungan dan pembahasan maka dapat diberikan beberapa saran untuk tugas akhir ini sebagai berikut :

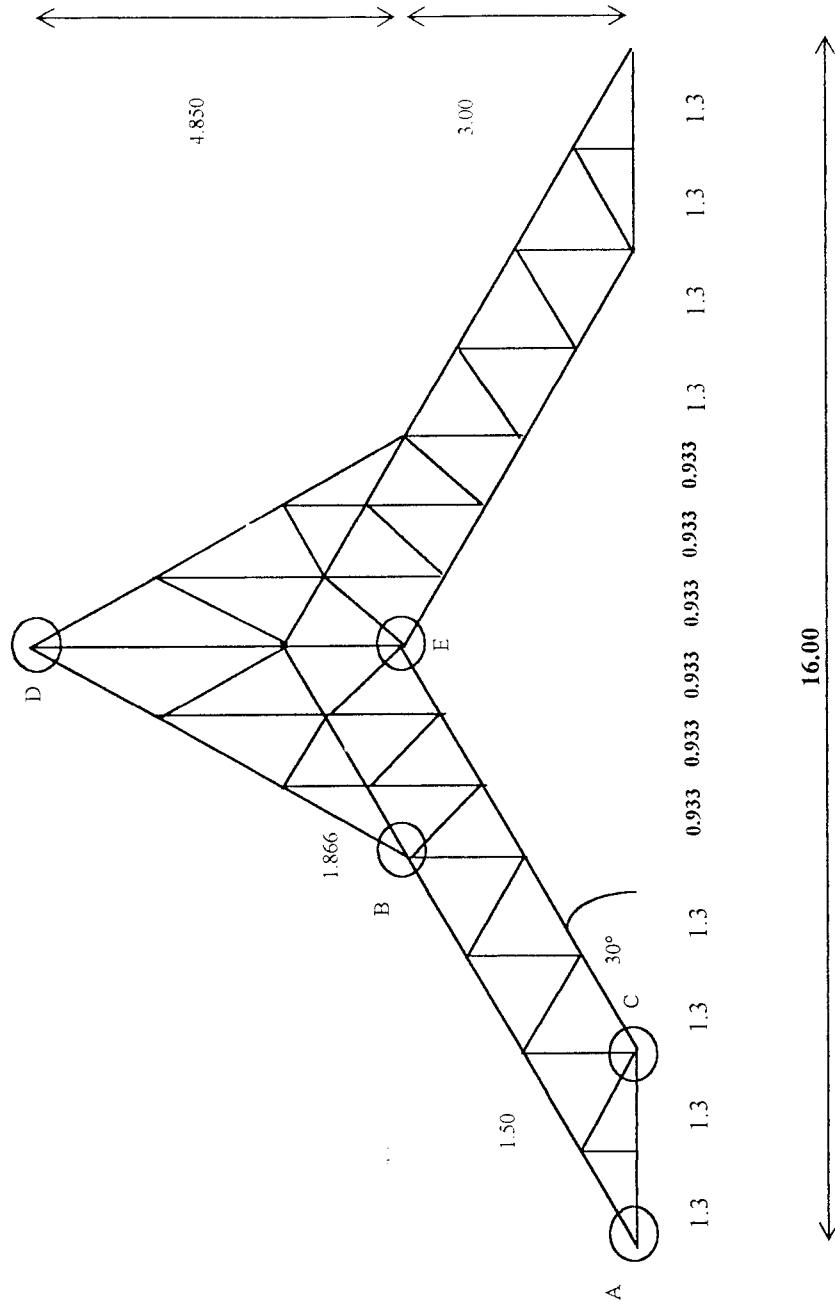
1. Perlu dilakukan analisis struktur yang sama guna membandingkan perencanaan baja yang menggunakan metode elastis dengan Draft Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung 2000 yang menggunakan metode LRFD.
2. Perlu dilakukan analisis struktur dengan menggunakan program aplikasi komputer SAP 90 untuk tiga dimensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham J. Rokack**, 1991, "THEORY AND PROBLEMS OF STRUCTURAL STEEL DESIGN" (*Load and Resistant Factor Design Method*), International Edition.
- American Institute of Steel Construction, Inc, 1995, "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION LOAD AND RESISTANT FACTOR DESIGN VOLUME I".
- American Institute of Steel Construction, Inc, 1995, "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION LOAD AND RESISTANT FACTOR DESIGN VOLUME II".
- DPU, Yayasan Badan Penerbit PU, 1987, "PEDOMAN PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK RUMAH DAN GEDUNG" (SKBI – 1.3.53, UDC : 699.841)
- DPU, Yayasan LPMB, Bandung , 1991, "TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG" (SK-SNI-T-15-1991-03)
- F.M. Mazzolani and V. Piluso**, 1996, "THEORY AND DESIGN OF SEISMIC RESISTANT STEEL FRAMES, E & FN SPON".
- Gajayan M. Sabnis, Ph.D.,P.E**, 1997, "HANDBOOK OF COMPOSITE CONSTRUCTION ENGINEERING", Van Nostrand Reinhold Company.
- Istimawan Dipohusodo**,1994, "STRUKTUR BETON BERTULANG" ,Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama,Jakarta

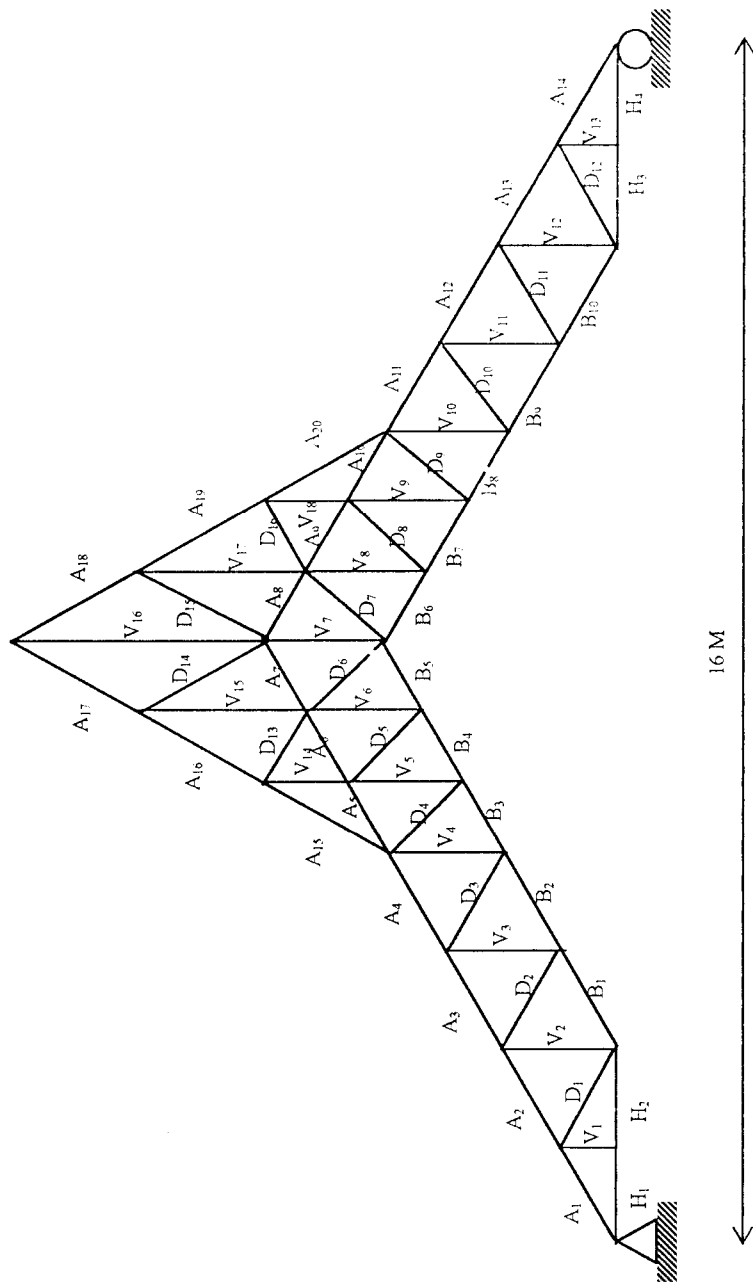
- Jack C McCormac**, 1981, "STRUCTURAL STEEL DESIGN", Third Edition,
Harper & Row Publishers, New York
- Joseph E. Bowles**, "ANALISIS DAN DESAIN PONDASI", Edisi Keempat , Jilid
1, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Joseph E. Bowles**, 1981, "STRUCTURAL STEEL DESIGN", International
Student Edition McGraw – Hill Book Company
- Laboratorium ITB, 2000, "KONSEP TATA CARA PERENCANAAN
STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG"
- L. Wahyudi, Syahril A.R.**, 1999, "STRUKTUR BETON BERTULANG" ,
Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Rene Amon, Bruce Knobloch, Atanu Mazumder**, 1988, "PERENCANAAN
KONSTRUKSI BAJA UNTUK INSINYUR DAN ARSITEK 1",
Penerbit PT Padnya Paramita, Jakarta
- Robert Englekirk**, 1994, "STEEL STRUCTURES" (*Controlling Behavior
Through Design*), John Wiley & Sons. Inc.
- Salmon, Johnson**, 1992, "STRUKTUR BAJA DESAIN DAN PERILAKU", Jilid
1, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Salmon, Johnson**, 1996, "STRUKTUR BAJA DESAIN DAN PERILAKU", Jilid
2, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Thomas Burns**, 1995, "STRUKTURAL STEEL DESAIGN LRFD", Delmar
Publishers International Thomson Publishing Company

LAMPIRAN 1

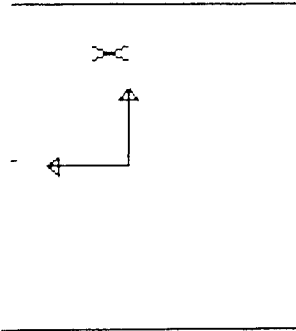


RENCANA KUDA - KUDA GEDUNG UMS

PU 1 : 100



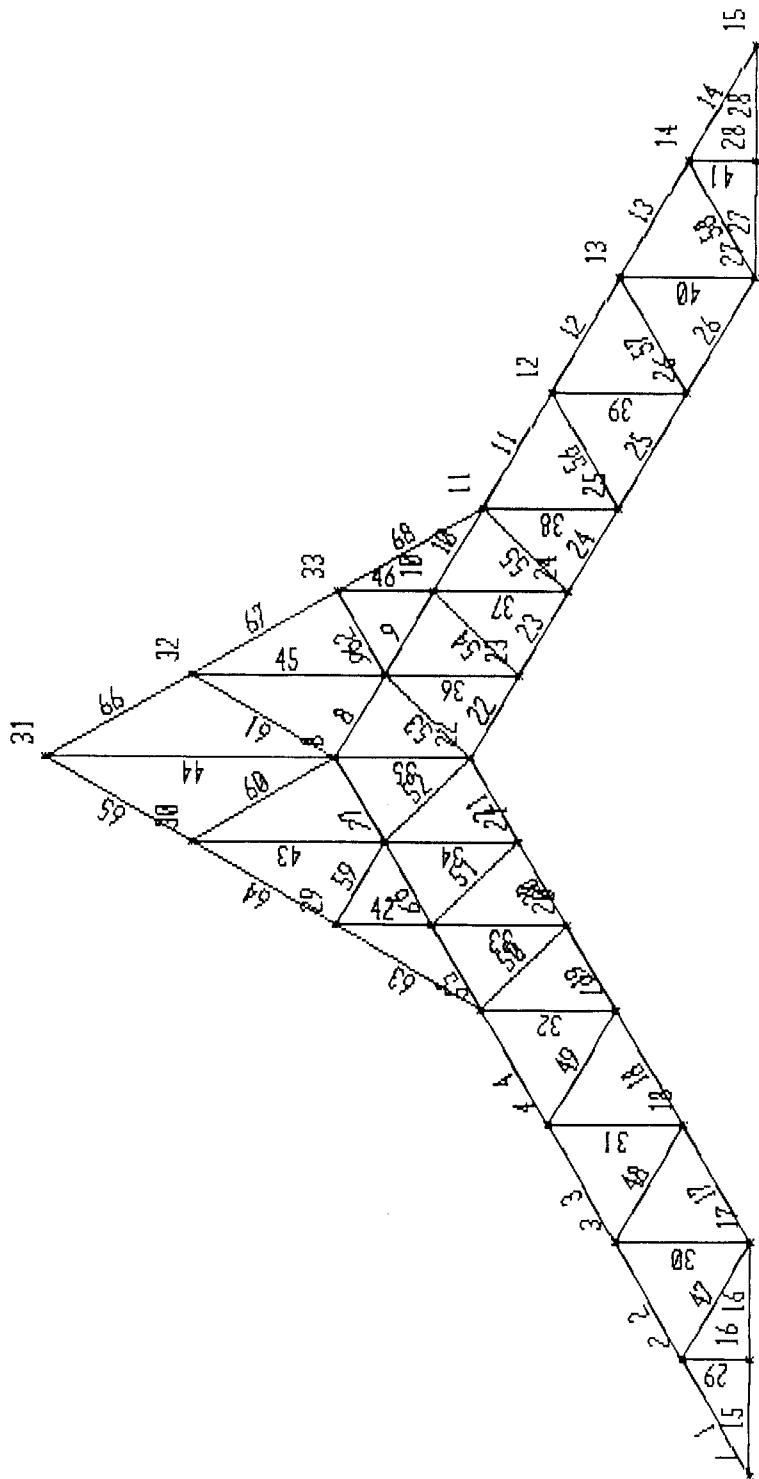
LAMPIRAN 2



α :kdm
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT IDS
 ALL JOINTS
 ELEMENT IDS
 WIRE FRAME

SAP90



Perhitungan kd mati

Perhitungan gaya batang (KN.M)

SYSTEM

L=1 : Beban mati

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

5 X=5.2 Y=3.00 G=1,5,1

8 X=8 Y=4.62 G=5,8,1

11 X=10.8 Y=3 G=8,11,1

15 X=16 Y=0 G=11,15,1

16 X=1.3 Y=0

17 X=2.6 Y=0

19 X=5.2 Y=1.5 G=17,19,1

22 X=8 Y=3.12 G=19,22,1

25 X=10.8 Y=1.5 G=22,25,1

27 X=13.4 Y=0 G=25,27,1

28 X=14.7 Y=0

29 X=6.133 Y=4.618

31 X=8 Y=7.85 G=29,31,1

33 X=9.86 Y=4.618 G=31,33,1

RESTRAINTS

1 R=1,1,1,1,1,0

15 R=0,1,1,1,1,0

FRAME

NM=3

1 A=0.00188 E=2E8

2 A=0.001382 E=2E8

3 A=0.00096 E=2E8

1 1 2 M=1 LP=1,0 G=13,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

15 1 16 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
16 16 17 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
17 17 18 M=1 LP=1,0 G=9,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
27 27 28 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
28 28 15 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
29 2 16 M=2 LP=1,0 G=12,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
42 6 29 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
47 2 17 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
53 22 9 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
59 7 29 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
61 8 32 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
63 5 29 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
68 11 33 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
64 29 30 M=1 LP=1,0 G=3,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

LOADS

2 4 1 L=1 F=0,-4.7028,0,0,0,0
12 14 1 L=1 F=0,-4.7028,0,0,0,0
5 L=1 F=0,-5.083,0,0,0,0
11 L=1 F=0,-5.083,0,0,0,0
29 33 1 L=1 F=0,-5.4637,0,0,0,0

Perhitungan kd angin

Perhitungan gaya batang (KN.M)

SYSTEM

L=1 : Beban angin

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

5 X=5.2 Y=3.00 G=1,5,1

8 X=8 Y=4.62 G=5,8,1

11 X=10.8 Y=3 G=8,11,1

15 X=16 Y=0 G=11,15,1

16 X=1.3 Y=0

17 X=2.6 Y=0

19 X=5.2 Y=1.5 G=17,19,1

22 X=8 Y=3.12 G=19,22,1

25 X=10.8 Y=1.5 G=22,25,1

27 X=13.4 Y=0 G=25,27,1

28 X=14.7 Y=0

29 X=6.133 Y=4.618

31 X=8 Y=7.85 G=29,31,1

33 X=9.86 Y=4.618 G=31,33,1

RESTRAINTS

1 R=1,1,1,1,1,0

15 R=0,1,1,1,1,0

FRAME

NM=3

1 A=0.00188 E=2E8

2 A=0.001382 E=2E8

3 A=0.00096 E=2E8

1 1 2 M=1 LP=1,0 G=13,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

15 1 16 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
16 16 17 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
17 17 18 M=1 LP=1,0 G=9,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
27 27 28 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
28 28 15 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
29 2 16 M=2 LP=1,0 G=12,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
42 6 29 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
47 2 17 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
53 22 9 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
59 7 29 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
61 8 32 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
63 5 29 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
68 11 33 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
64 29 30 M=1 LP=1,0 G=3,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

LOADS

2 4 1 L=1 F=0.36,-0.623,0,0,0,0
12 14 1 L=1 F=0.72,1.247,0,0,0,0
5 L=1 F=1.731,-1.2072,0,0,0,0
11 L=1 F=0.8075,1.399,0,0,0,0
29 30 1 L=1 F=3.1027,-1.791,0,0,0,0
32 33 1 L=1 F=1.551,0.8955,0,0,0,0
31 L=1 F=3.1027,-1.791,0,0,0,0
31 L=1 F=1.551,0.8955,0,0,0,0

Perhitungan kd hidup

Perhitungan gaya batang (KN.M)

SYSTEM

L=1 : Beban hidup

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

5 X=5.2 Y=3.00 G=1,5,1

8 X=8 Y=4.62 G=5,8,1

11 X=10.8 Y=3 G=8,11,1

15 X=16 Y=0 G=11,15,1

16 X=1.3 Y=0

17 X=2.6 Y=0

19 X=5.2 Y=1.5 G=17,19,1

22 X=8 Y=3.12 G=19,22,1

25 X=10.8 Y=1.5 G=22,25,1

27 X=13.4 Y=0 G=25,27,1

28 X=14.7 Y=0

29 X=6.133 Y=4.618

31 X=8 Y=7.85 G=29,31,1

33 X=9.86 Y=4.618 G=31,33,1

RESTRAINTS

1 R=1,1,1,1,1,0

15 R=0,1,1,1,1,0

FRAME

NM=3

1 A=0.00188 E=2E8

2 A=0.001382 E=2E8

3 A=0.00096 E=2E8

1 1 2 M=1 LP=1,0 G=13,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

15 1 16 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
16 16 17 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
17 17 18 M=1 LP=1,0 G=9,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
27 27 28 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
28 28 15 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
29 2 16 M=2 LP=1,0 G=12,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
42 6 29 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
47 2 17 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
53 22 9 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
59 7 29 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
61 8 32 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
63 5 29 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
68 11 33 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
64 29 30 M=1 LP=1,0 G=3,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

LOADS

2 4 1 L=1 F=0,-1,0,0,0,0
12 14 1 L=1 F=0,-1,0,0,0,0
5 L=1 F=0,-2,0,0,0,0
11 L=1 F=0,-2,0,0,0,0
29 33 1 L=1 F=0,-1,0,0,0,0

Perhitungan kd hujan

Perhitungan gaya batang (KN.M)

SYSTEM

L=1 : Beban hujan

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

5 X=5.2 Y=3.00 G=1,5,1

8 X=8 Y=4.62 G=5,8,1

11 X=10.8 Y=3 G=8,11,1

15 X=16 Y=0 G=11,15,1

16 X=1.3 Y=0

17 X=2.6 Y=0

19 X=5.2 Y=1.5 G=17,19,1

22 X=8 Y=3.12 G=19,22,1

25 X=10.8 Y=1.5 G=22,25,1

27 X=13.4 Y=0 G=25,27,1

28 X=14.7 Y=0

29 X=6.133 Y=4.618

31 X=8 Y=7.85 G=29,31,1

33 X=9.86 Y=4.618 G=31,33,1

RESTRAINTS

1 R=1,1,1,1,1,0

15 R=0,1,1,1,1,0

FRAME

NM=3

1 A=0.00188 E=2E8

2 A=0.001382 E=2E8

3 A=0.00096 E=2E8

1 1 2 M=1 LP=1,0 G=13,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

15 1 16 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
16 16 17 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
17 17 18 M=1 LP=1,0 G=9,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
27 27 28 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
28 28 15 M=3 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
29 2 16 M=2 LP=1,0 G=12,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
42 6 29 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
47 2 17 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
53 22 9 M=3 LP=1,0 G=5,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
59 7 29 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
61 8 32 M=3 LP=1,0 G=1,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1
63 5 29 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
68 11 33 M=1 LP=1,0 LR=1,1,0,1,1,1
64 29 30 M=1 LP=1,0 G=3,1,1,1 LR=1,1,0,1,1,1

LOADS

2 4 1 L=1 F=0,-0.96,0,0,0,0
12 14 1 L=1 F=0,-0.96,0,0,0,0
5 L=1 F=0,-0.48,0,0,0,0
11 L=1 F=0,-0.48,0,0,0,0

LAMPIRAN 3

ELEMEN	B.MATI KN	B.HIDUP KN	B.ANGIN KN	B.HUJAN KN	L mm	KOMBINASI PEMBEBANAN					0.9D-1.3W	B.RENCANA
						1.4 D	1.2D+1.6L+0.5R	1.2D+1.6R+0.5L	1.2D+1.3W+0.5L+0.5R	0.9D-1.3W		
1	-65.74	-15.01	-1.34	-6.72	1500	-92.036	-106.264	-97.145	-91.495	-57.424	-106.264	
2	-61.04	-14.01	-1.34	-5.76	1500	-85.456	-98.544	-89.469	-84.875	-53.194	-98.544	
3	-84.5	-19.51	-9.74	-7.2	1500	-118.3	-136.216	-122.675	-127.417	-63.388	-136.216	
4	-103.26	-24.02	-17.41	-7.68	1500	-144.564	-166.184	-148.21	-162.395	-70.301	-166.184	
5	-43.85	-10.26	-6.34	-3.35	1078	-61.39	-70.711	-63.11	-67.667	-31.223	-70.711	
6	-34.71	-8	-4.61	-2.48	1078	-48.594	-55.692	-49.62	-52.885	-25.246	-55.692	
7	-54.35	-12.38	-10.94	-3.65	1078	-76.09	-86.853	-77.25	-87.457	-34.693	-86.853	
8	-54.45	-12.4	-14.08	-3.66	1078	-76.23	-87.01	-77.396	-91.674	-30.701	-87.01	
9	-34.74	-8.01	-6.29	-2.48	1078	-48.636	-55.744	-49.661	-55.11	-23.089	-55.744	
10	-43.76	-10.24	-5.16	-3.35	1078	-61.264	-70.571	-62.992	-66.015	-32.676	-70.571	
11	-103.23	-24.01	-15.23	-7.68	1500	-144.522	-166.132	-148.169	-159.52	-73.108	-166.132	
12	-84.48	-19.51	-9.62	-7.2	1500	-118.272	-136.192	-122.651	-127.237	-63.526	-136.192	
13	-61.03	-14.01	-5.45	-5.76	1500	-85.442	-98.532	-89.457	-90.206	-47.842	-98.532	
14	-65.73	-15.01	-5.45	-6.72	1500	-92.022	-106.252	-97.133	-96.826	-52.072	-106.252	
15	56.95	13	15.79	5.82	1300	79.73	92.05	84.152	98.277	30.728	92.05	
16	56.95	13	15.79	5.82	1300	79.73	92.05	84.152	98.277	30.728	92.05	
17	61.04	14.01	17.51	5.76	1500	85.456	98.544	89.469	105.896	32.173	98.544	
18	84.5	19.51	25.17	7.2	1500	118.3	136.216	122.675	147.476	43.329	136.216	
19	103.33	24.03	32.14	7.69	1078	144.662	166.289	148.315	181.638	51.215	166.289	
20	84.17	19.32	28.81	5.88	1078	117.838	134.856	120.072	151.057	38.3	134.856	
21	75.03	17.06	27.08	5	1078	105.042	119.832	106.566	136.27	32.323	119.832	
22	75.18	17.1	20.71	5.01	1078	105.252	120.081	106.782	128.194	40.739	120.081	
23	84.3	19.35	19.59	5.89	1078	118.02	135.065	120.259	139.247	50.403	135.065	
24	103.3	24.03	19.56	7.69	1078	144.62	166.253	148.279	165.248	67.542	166.253	
25	84.48	19.51	12.5	7.2	1500	118.272	136.192	122.651	130.981	59.782	136.192	
26	61.03	14.01	6.89	5.76	1500	85.442	98.532	89.457	92.078	45.97	98.532	
27	56.93	13	4.72	5.82	1300	79.702	92.026	84.128	83.862	45.101	92.026	
28	56.93	13	4.72	5.82	1300	79.702	92.026	84.128	83.862	45.101	92.026	
29	0	0	0	0	750	0	0	0	0	0	0	
30	-28.15	-6.5	-8.39	-2.4	1500	-39.41	-45.38	-40.87	-49.137	-14.428	-45.38	
31	-23.45	-5.5	-7.66	-1.44	1500	-32.83	-37.66	-33.194	-41.568	-11.147	-37.66	
32	-18.89	-4.53	-6.98	-0.49	1500	-26.446	-30.161	-25.717	-34.252	-7.927	-30.161	
33	26.66	6.56	4.62	2.55	1500	37.324	43.763	39.352	42.553	17.988	43.763	

34	12.71	3.14	2.41	1.22	1500	17.794	20.886	18.774	20.565	8.306	20.886
35	57.6	13.27	14.45	4.09	1500	80.64	92.397	82.299	96.585	33.055	92.397
36	12.68	3.13	-1.55	1.22	1500	17.752	20.834	18.733	15.376	13.427	20.834
37	26.44	6.51	-0.04	2.51	1500	37.016	43.399	38.999	36.186	23.848	43.399
38	-18.89	-4.53	-7.07	-0.49	1500	-26.446	-30.161	-25.717	-34.369	-7.81	-30.161
39	-23.44	-5.5	-5.6	-1.44	1500	-32.816	-37.648	-33.182	-38.878	-13.816	-37.648
40	-28.14	-6.5	-4.16	-2.4	1500	-39.396	-45.368	-40.858	-43.626	-19.918	-45.368
41	0	0	0	0	750	0	0	0	0	0	0
42	13.95	3.42	2.21	1.3	1078	19.53	22.862	20.53	21.973	9.682	22.862
43	36.25	8.36	9.58	2.59	2154.7	50.75	58.171	51.824	61.429	20.171	58.171
44	44.74	10.2	13.02	3.02	3232	62.636	71.518	63.62	77.224	23.34	71.518
45	36.22	8.36	9.55	2.59	2154.7	50.708	58.135	51.788	61.354	20.183	58.135
46	13.81	3.39	1.52	1.3	1078	19.334	22.646	20.347	20.893	10.453	22.646
47	-4.71	-1	-0.73	-0.96	1500	-6.594	-7.732	-7.688	-7.581	-3.29	-7.732
48	23.46	5.5	7.67	1.44	1500	32.844	37.672	33.206	41.593	11.143	37.672
49	18.76	4.5	6.94	0.48	1500	26.264	29.952	25.53	34.024	7.862	29.952
50	-23.8	-5.86	-4.13	-2.25	1077	-33.32	-39.061	-35.09	-37.984	-16.051	-39.061
51	-11.35	-2.8	-2.15	-1.09	1077	-15.89	-18.645	-16.764	-18.36	-7.42	-18.645
52	12.39	2.7	2.65	0.65	1077	17.346	19.513	17.258	19.988	7.706	19.513
53	12.19	2.66	10.56	0.64	1077	17.066	19.204	16.982	30.006	-2.757	19.204
54	-11.31	-2.79	1.39	-1.09	1077	-15.834	-18.581	-16.711	-13.705	-11.986	-18.581
55	-23.6	-5.81	0.03	-2.24	1077	-33.04	-38.736	-34.809	-32.306	-21.279	-38.736
56	18.75	4.5	7.05	0.48	1500	26.25	29.94	25.518	34.155	7.71	29.94
57	23.45	5.5	5.61	1.44	1500	32.83	37.66	33.194	38.903	13.812	37.66
58	-4.71	-1	1.44	-0.96	1500	-6.594	-7.732	-7.688	-4.76	-6.111	-7.732
59	-9.66	-2.2	-4.2	-0.65	1078	-13.524	-15.437	-13.732	-18.477	-3.234	-15.437
60	-24.08	-5.41	-9.11	-1.5	1866	-33.712	-38.302	-34.001	-44.194	-9.829	-38.302
61	-23.98	-5.38	-3.7	-1.49	1866	-33.572	-38.129	-33.85	-37.021	-16.772	-38.129
62	-9.83	-2.24	0.74	-0.66	1078	-13.762	-15.71	-13.972	-12.284	-9.809	-15.71
63	-69.85	-15.69	-15.85	-4.37	1866	-97.79	-111.109	-98.657	-114.455	-42.26	-111.109
64	-53.03	-11.86	-12.15	-3.24	1866	-74.242	-84.232	-74.75	-86.981	-31.932	-84.232
65	-28.94	-6.46	-6.6	-1.74	1866	-40.516	-45.934	-40.742	-47.408	-17.466	-45.934
66	-29.02	-6.47	-9.32	-1.75	1866	-40.628	-46.051	-40.859	-51.05	-14.002	-46.051
67	-53.14	-11.89	-14.85	-3.25	1866	-74.396	-84.417	-74.913	-90.643	-28.521	-84.417
68	-69.85	-15.7	-15.28	-4.37	1866	-97.79	-111.125	-98.662	-113.719	-43.001	-111.125

ELEMEN	BEBAN RENCANA		L mm	PROFIL	DATA PROFIL		PENAMPANG PERLU				Nn retak	BLOK GESER		KESIMP	
	TEKAN KN	TARIK KN			LUAS	imin	Ae	imin	Ag	Ae		PGRT	RGPT		
1	106.264	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
2	98.544	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
3	136.216	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
4	166.184	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
5	70.711	-	1078	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
6	55.692	-	1078	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
7	87.457	-	1078	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
8	91.674	-	1078	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
9	55.744	-	1078	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
10	70.571	-	1078	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
11	166.132	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
12	136.192	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
13	98.532	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
14	106.252	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	
15	-	98.277	1300	2L50.50.5	960	9.8	709.31	5.416667	454.9861	354.1514	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
16	-	98.277	1300	2L50.50.5	960	9.8	709.31	5.416667	454.9861	354.1514	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
17	-	105.896	1500	2L50.50.5	960	9.8	709.31	6.25	490.2593	381.6072	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
18	-	147.476	1500	2L50.50.5	960	9.8	709.31	6.25	682.7593	531.445	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
19	-	181.638	1078	2L50.50.5	960	9.8	709.31	4.491667	840.9167	654.5514	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
20	-	151.057	1078	2L50.50.5	960	9.8	709.31	4.491667	699.338	544.3495	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
21	-	136.27	1078	2L50.50.5	960	9.8	709.31	4.491667	630.8796	491.0631	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
22	-	128.194	1078	2L50.50.5	960	9.8	709.31	4.491667	593.4907	461.9604	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
23	-	139.247	1078	2L50.50.5	960	9.8	709.31	4.491667	644.662	501.791	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
24	-	166.253	1078	2L50.50.5	960	9.8	709.31	4.491667	769.6898	599.1099	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
25	-	136.192	1500	2L50.50.5	960	9.8	709.31	6.25	630.5185	490.782	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
26	-	98.532	1500	2L50.50.5	960	9.8	709.31	6.25	456.1667	355.0703	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
27	-	92.026	1300	2L50.50.5	960	9.8	709.31	5.416667	426.0463	331.6252	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
28	-	92.026	1300	2L50.50.5	960	9.8	709.31	5.416667	426.0463	331.6252	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
29	0	-	750	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	-
30	49.137	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	-
31	41.568	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	-
32	34.252	-	1500	2L60.60.6	1382	11.7	1025.54	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	43.763	1500	2L50.50.5	960	9.8	709.31	6.25	202.6065	157.7045	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman
34	-	20.886	1500	2L50.50.5	960	9.8	709.31	6.25	96.69444	75.26486	207.36	196.8335	120.995	139.67	Aman

PERENCANAAN SAMBUNGAN RANGKA KUDA – KUDA

Perhitungan

Perhitungan dilakukan pada setengah bentang tiap join.

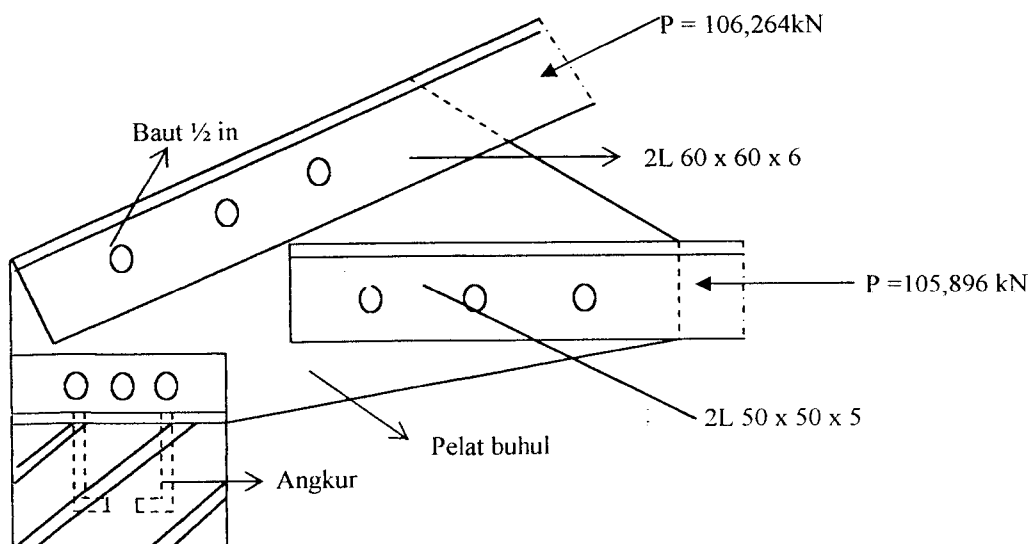
- Tebal pelat sambung = $t_p = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$
- Diameter baut yang dipakai = $\frac{1}{2} \text{ in} = 12,7 \text{ mm}$
- Diameter lubang = $\frac{1}{2} \text{ in} + \frac{1}{4} \text{ in} = \frac{3}{4} \text{ in} = 19,05 \text{ mm}$
- F_u pelat = $399,91 \text{ N / mm}^2$
- F_u baut = $827,4 \text{ N / mm}^2$
- Luas lubang = $\frac{1}{4} \pi \cdot 19,05 = 285 \text{ mm}^2$

$$\phi R_n \text{ geser} = \phi f_r \cdot r_1 \cdot F_u \cdot A_b \cdot m = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 827,4 \cdot 285 \cdot 2 = 176,856 \text{ kN.}$$

$$\phi R_n \text{ tumpu} = \phi f_c \cdot 2,4 \cdot D \cdot F_u \cdot t_p = 0,75 \cdot 2,4 \cdot 19,05 \cdot 10 \cdot 399,91 = 137,129 \text{ kN}$$

Dipakai $\phi R_n = 137,129 \text{ kN}$.

JOINT A :



$$n_1 = \frac{P}{\phi R_n} = \frac{106,264}{137,129} = 0,7749 \sim 3 \text{ buah baut}$$

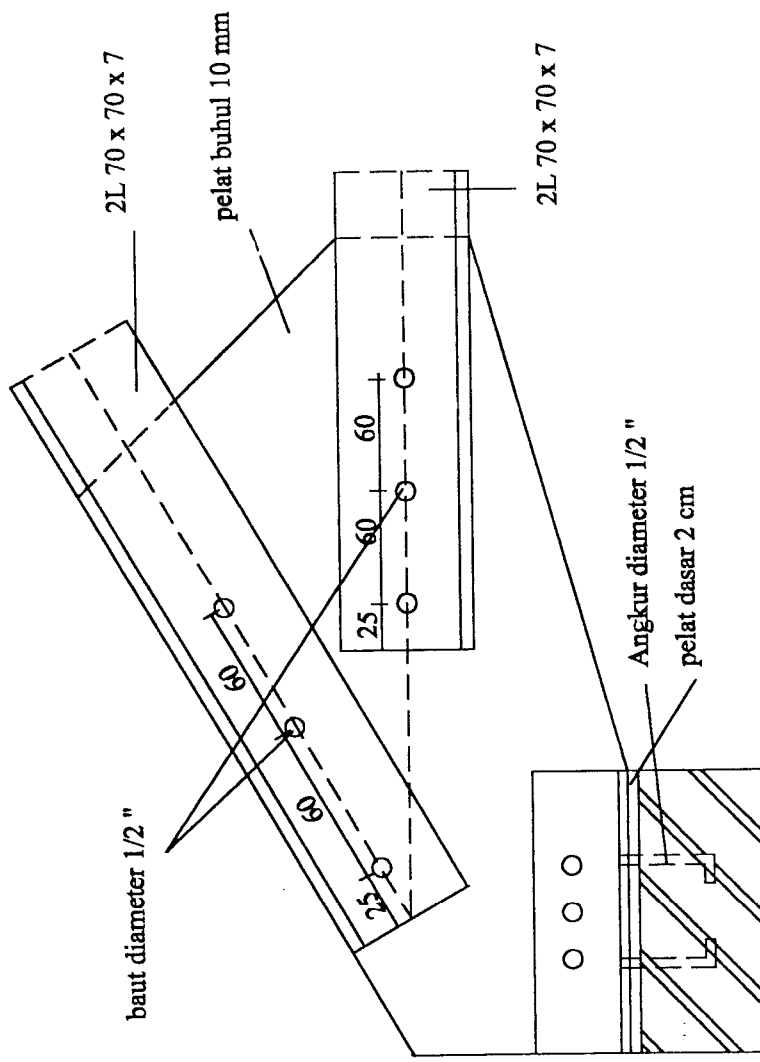
$$n_2 = \frac{P}{\phi Rn} = \frac{105,896}{137,129} = 0,7722 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Perhitungan sambungan untuk joint (buhul) yang lainya dapat dilihat dalam tabel.

Elemen	Beban Rencana		L mm	Profil	Kekuatan Baut Diameter 1/2"			Jumlah Baut	
	Tekan KN	Tarik KN			ϕR_n geser kN	ϕR_n tumpu kN	ϕR_n kontrol kN	$n = P / \phi R_n$ kontrol	Perlu
1	106.264	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.774919966	3
2	98.544	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.718622611	3
3	136.216	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.993342036	3
4	166.184	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	1.211880784	3
5	70.711	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.515653144	3
6	55.692	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.406128536	3
7	87.457	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.637771733	3
8	91.674	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.668523799	3
9	55.744	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.406507741	3
10	70.571	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.514632208	3
11	166.132	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	1.211501579	3
12	136.192	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.993167018	3
13	98.532	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.718535102	3
14	106.252	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.774832457	3
15	0	98.277	1300	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.716675539	3
16	0	98.277	1300	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.716675539	3
17	0	105.896	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.772236361	3
18	0	147.476	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	1.075454499	3
19	0	181.638	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	1.324577588	3
20	0	151.057	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	1.101568596	3
21	0	136.27	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.993735825	3
22	0	128.194	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.934842375	3
23	0	139.247	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	1.015445311	3
24	0	166.253	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	1.21238396	3
25	0	136.192	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.993167018	3
26	0	98.532	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.718535102	3
27	0	92.026	1300	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.671090725	3
28	0	92.026	1300	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.671090725	3
29	0	0	750	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0	3
30	49.137	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.358326831	3
31	41.568	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.303130629	3
32	34.252	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.249779405	3
33	0	43.763	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.319137455	3

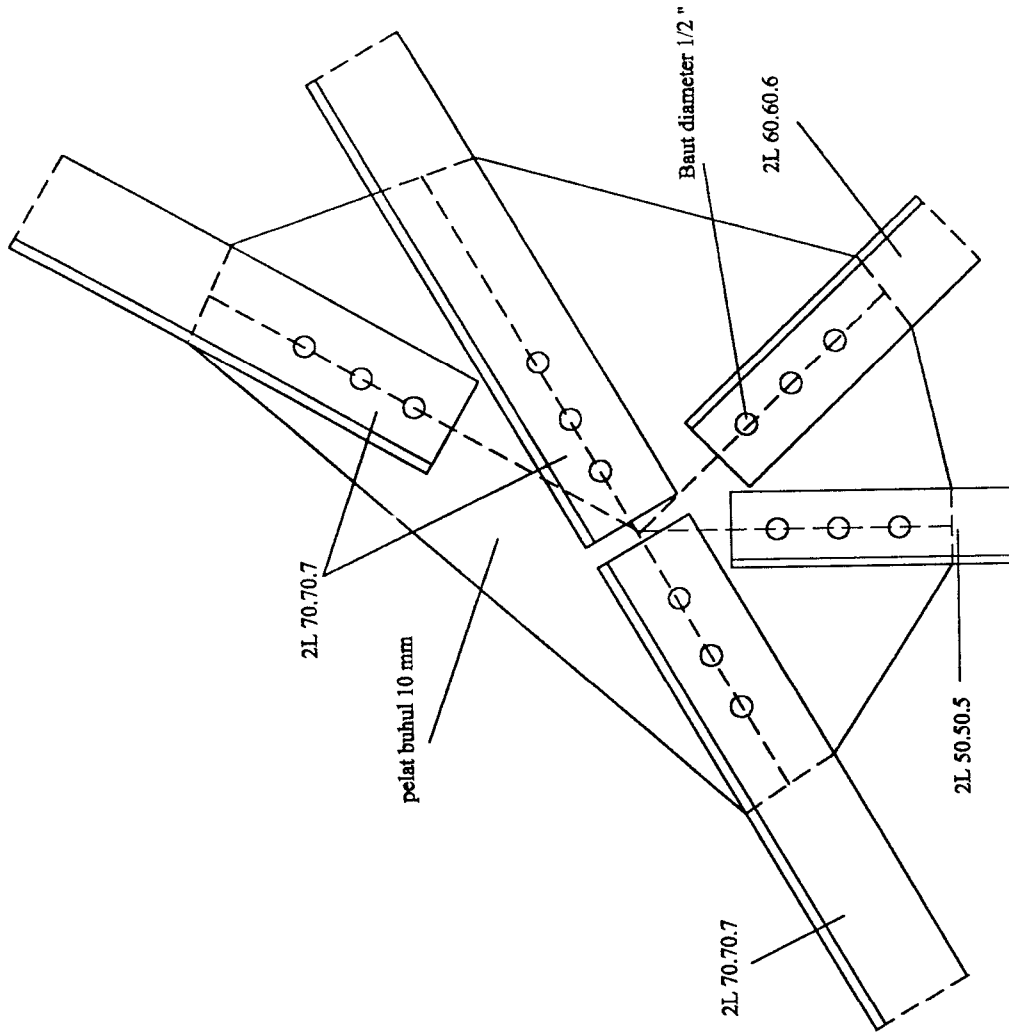
34	0	20.886	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.15230914	3
35	0	96.585	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.704336792	3
36	0	20.834	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.151929935	3
37	0	43.399	1500	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.31648302	3
38	34.369	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.250632616	3
39	38.878	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.283514063	3
40	45.368	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.330841762	3
41	0	0	750	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0	3
42	0	22.862	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.166718929	3
43	0	61.429	2154.7	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.447965055	3
44	0	77.224	3232	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.563148568	3
45	0	61.354	2154.7	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.447418125	3
46	0	22.646	1078	2L50.50.5	176.856	137.129	137.129	0.16514377	3
47	7.732	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.056384864	3
48	0	41.593	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.303312939	3
49	0	34.024	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.248116737	3
50	39.061	0	1077	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.284848573	3
51	18.645	0	1077	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.135966863	3
52	0	19.988	1077	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.145760561	3
53	0	30.006	1077	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.21881586	3
54	18.851	0	1077	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.137469098	3
55	38.736	0	1077	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.282478542	3
56	0	34.155	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.249072042	3
57	0	38.903	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.283696373	3
58	7.732	0	1500	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.056384864	3
59	18.477	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.13474174	3
60	44.194	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.32228048	3
61	38.129	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.278052053	3
62	15.71	0	1078	2L60.60.6	176.856	137.129	137.129	0.114563659	3
63	114.455	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.834652043	3
64	86.981	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.634300549	3
65	47.408	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.345718265	3
66	51.05	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.372277199	3
67	90.643	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.661005331	3
68	113.719	0	1866	2L70.70.7	176.856	137.129	137.129	0.829284834	3

LAMPIRAN 4

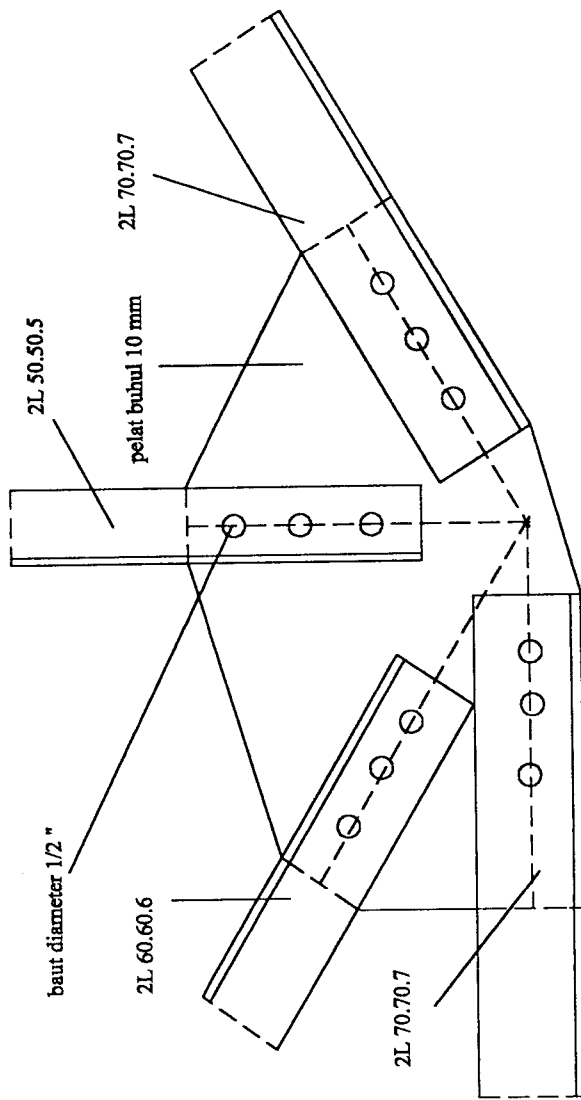


DETAIL KUDA-KUDA JOINT A

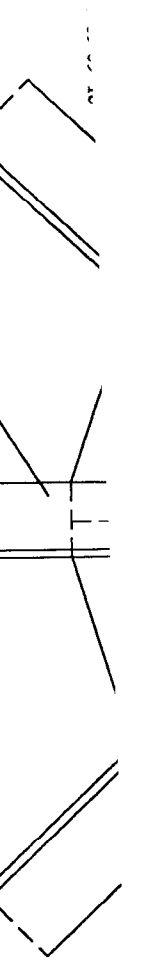
PU 1 : 4



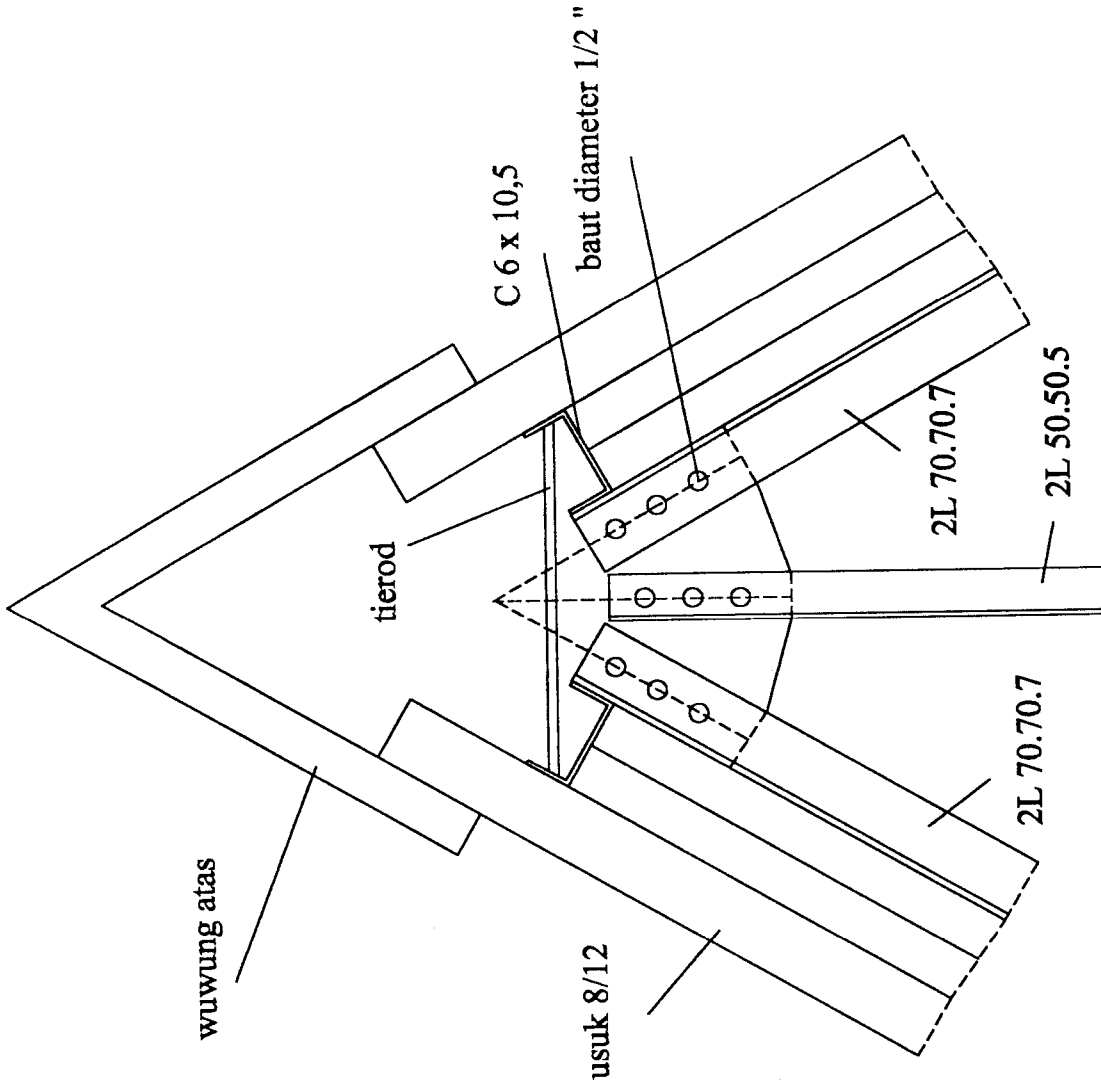
DETAIL KUDA-KUDA JOINT B
PU 1 : 5



DETAIL KUDA - KUDA JOINT C
PU 1 : 5



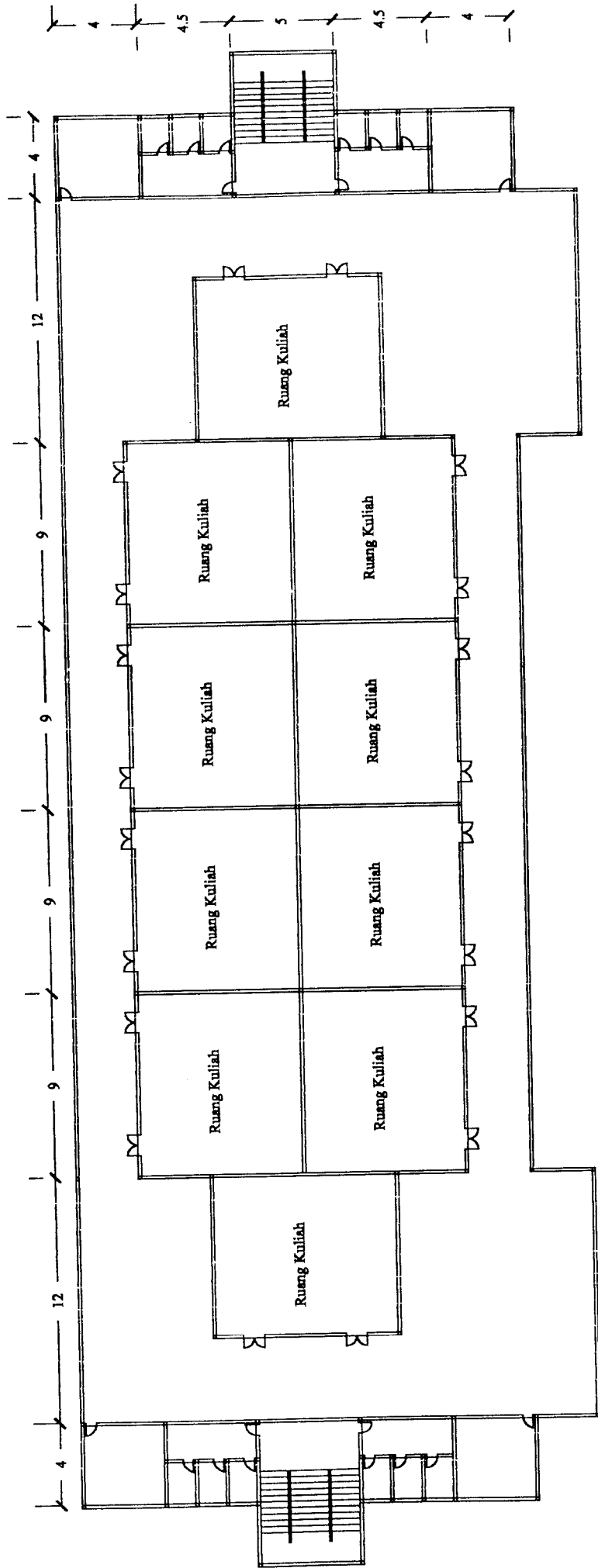
2L 60.60.6



DETAIL KUDA-KUDA JOINT D

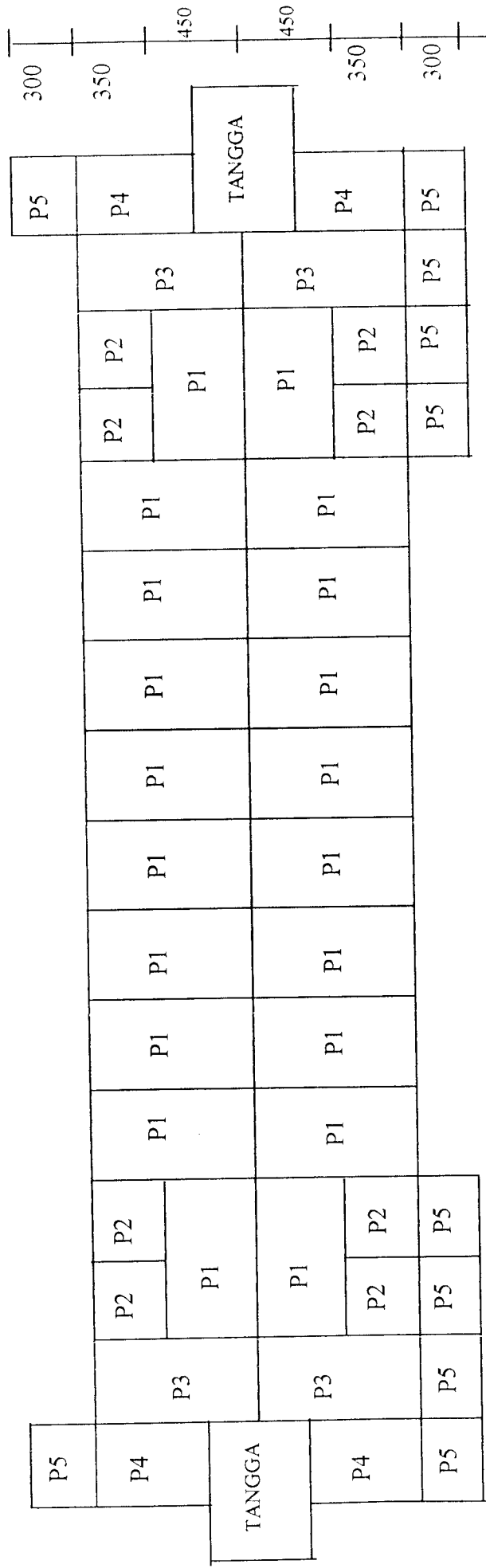
PU 1 : 8

LAMPIRAN 5



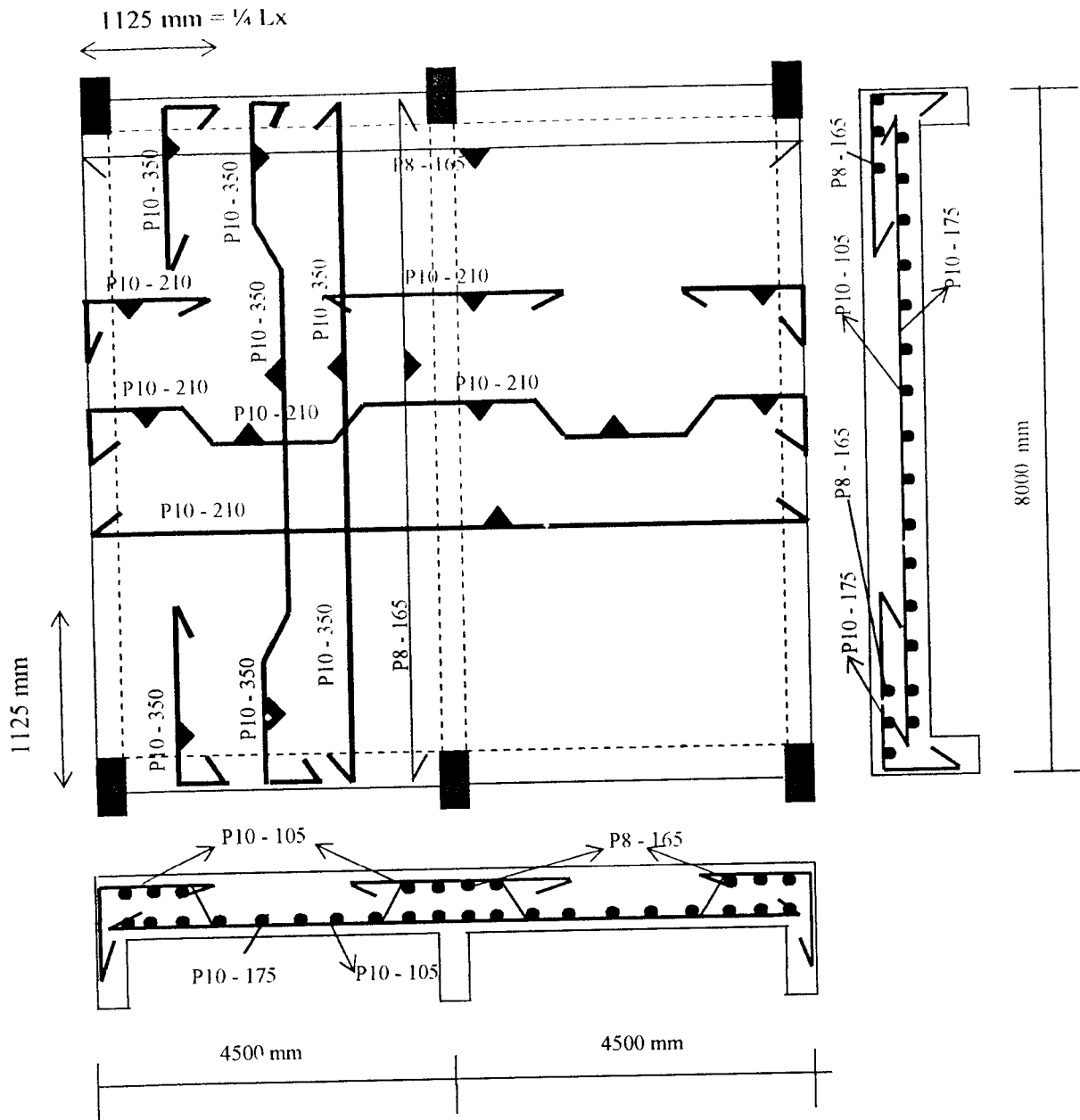
DENAH RUANG LANTAI 1, TYPICAL DENGAN 2,3,4
 PU 1 : 285

LAMPIRAN 6



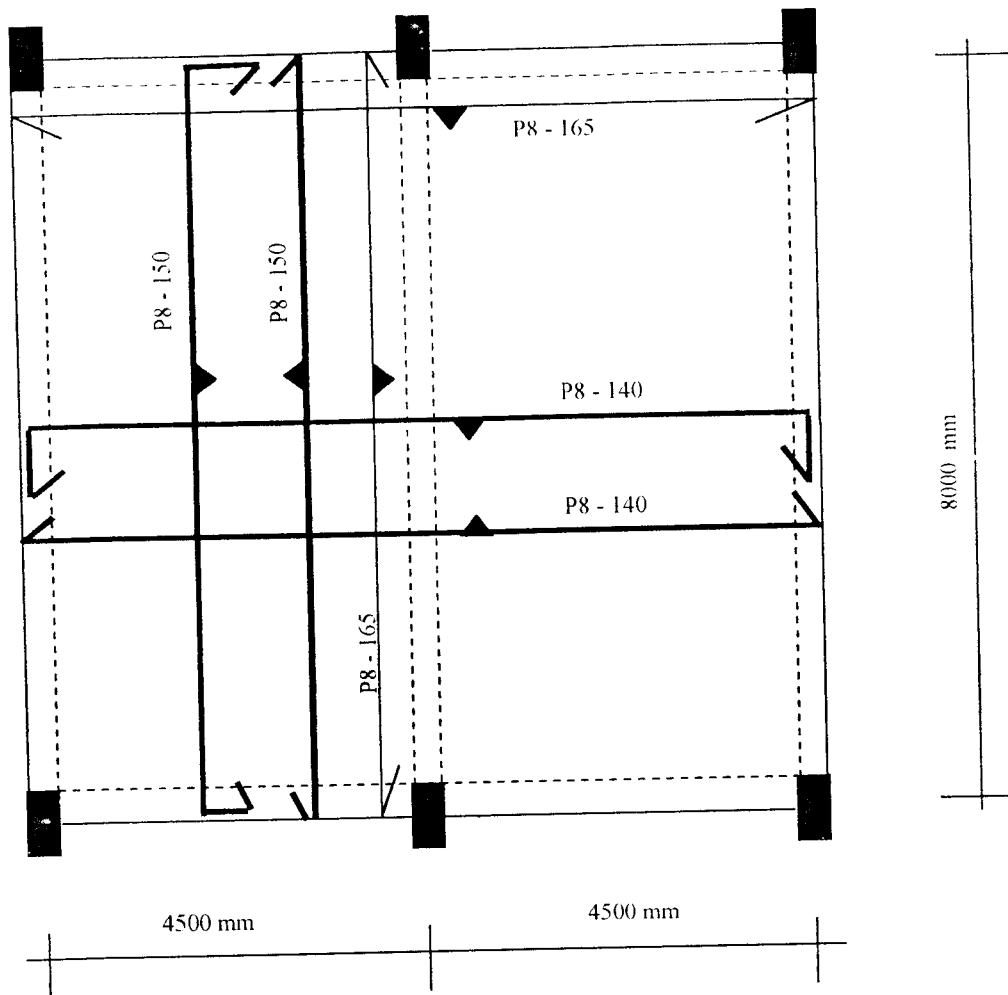
**RENCANA DESAIN PELAT LANTAI KERJA
GEDUNG UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

LAMPIRAN 7



GAMBAR PENULANGAN PELAT LANTAI P1

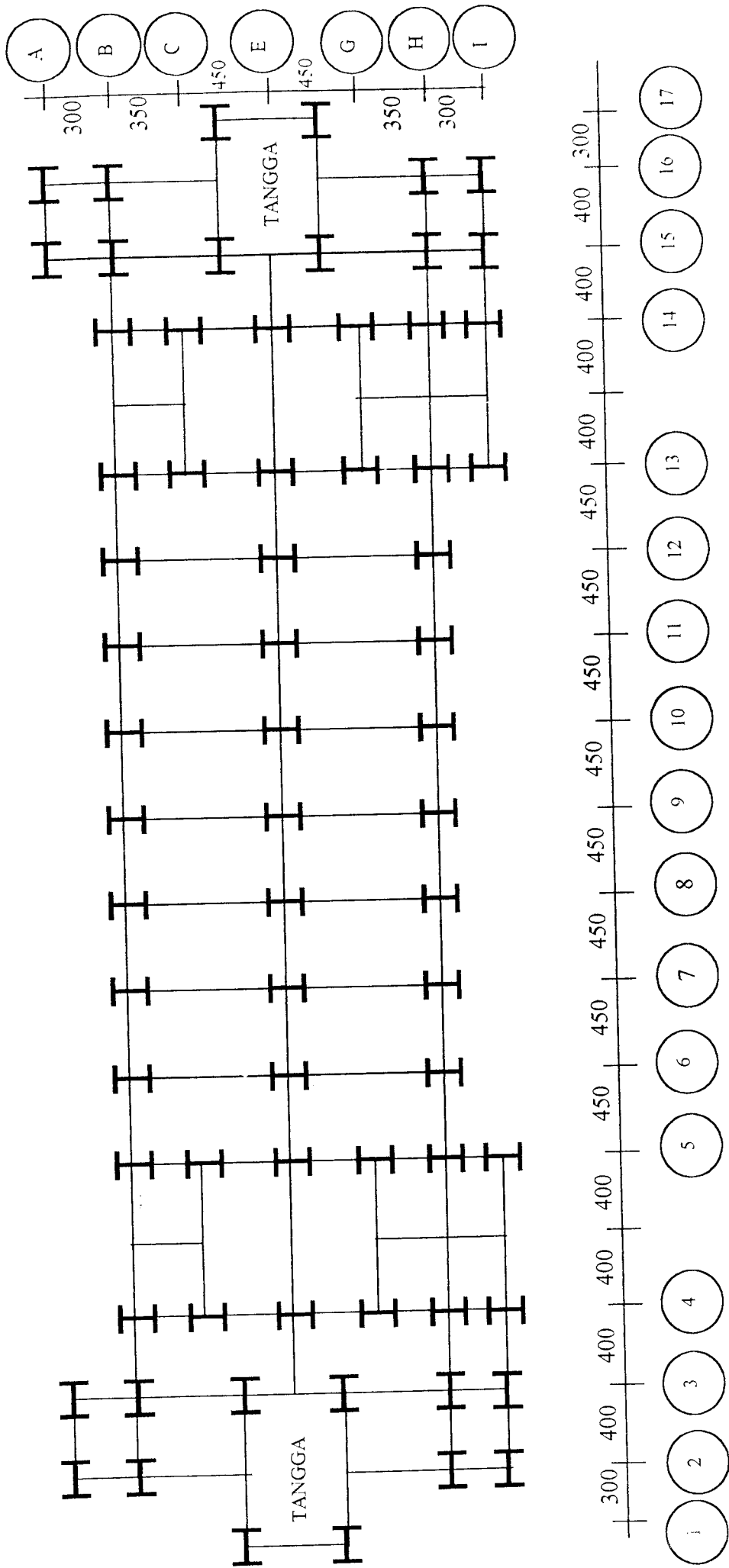
PU 1 : 100



GAMBAR PENULANGAN PELAT ATAP P1

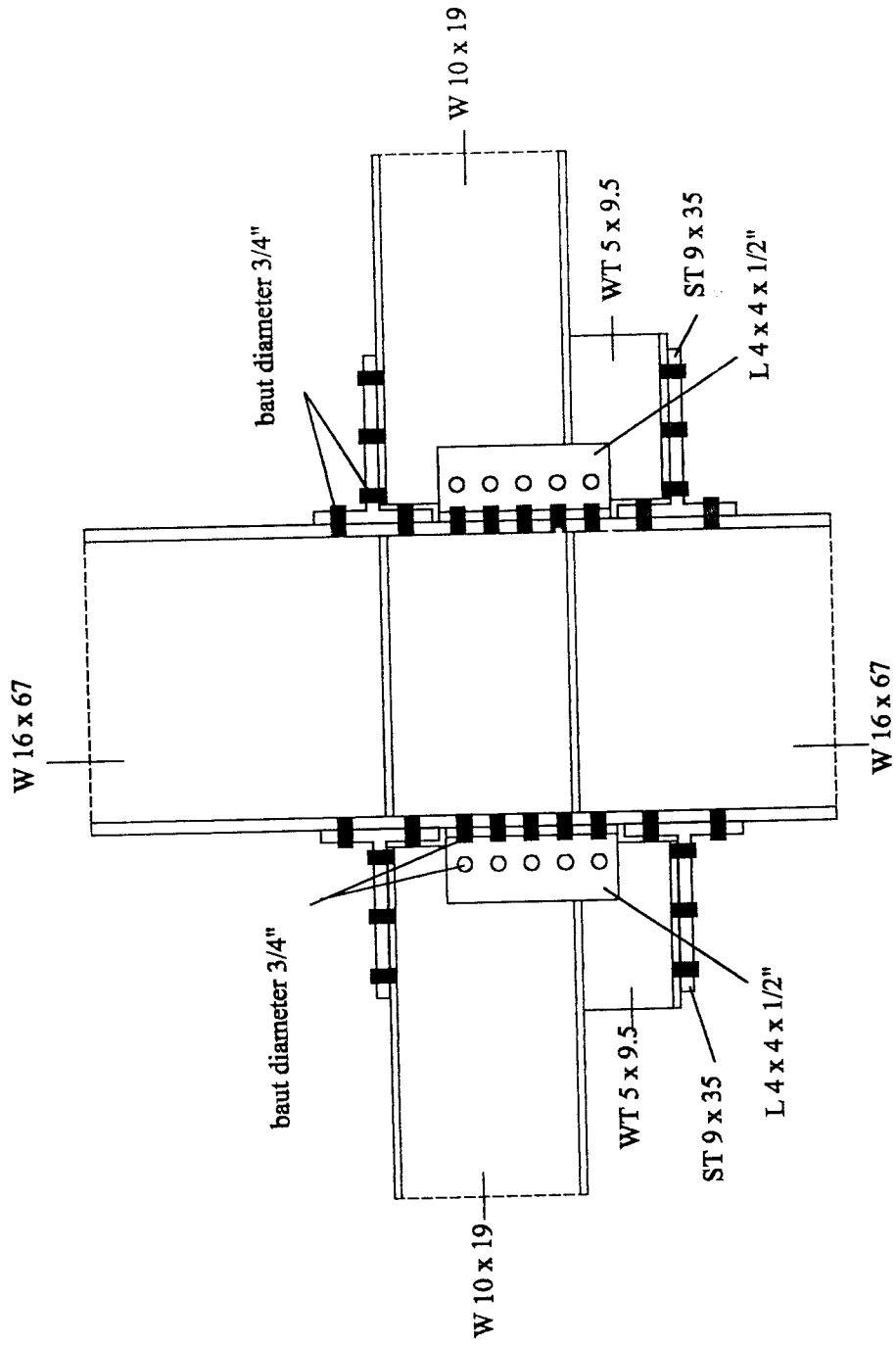
PU 1 : 100

LAMPIRAN 8



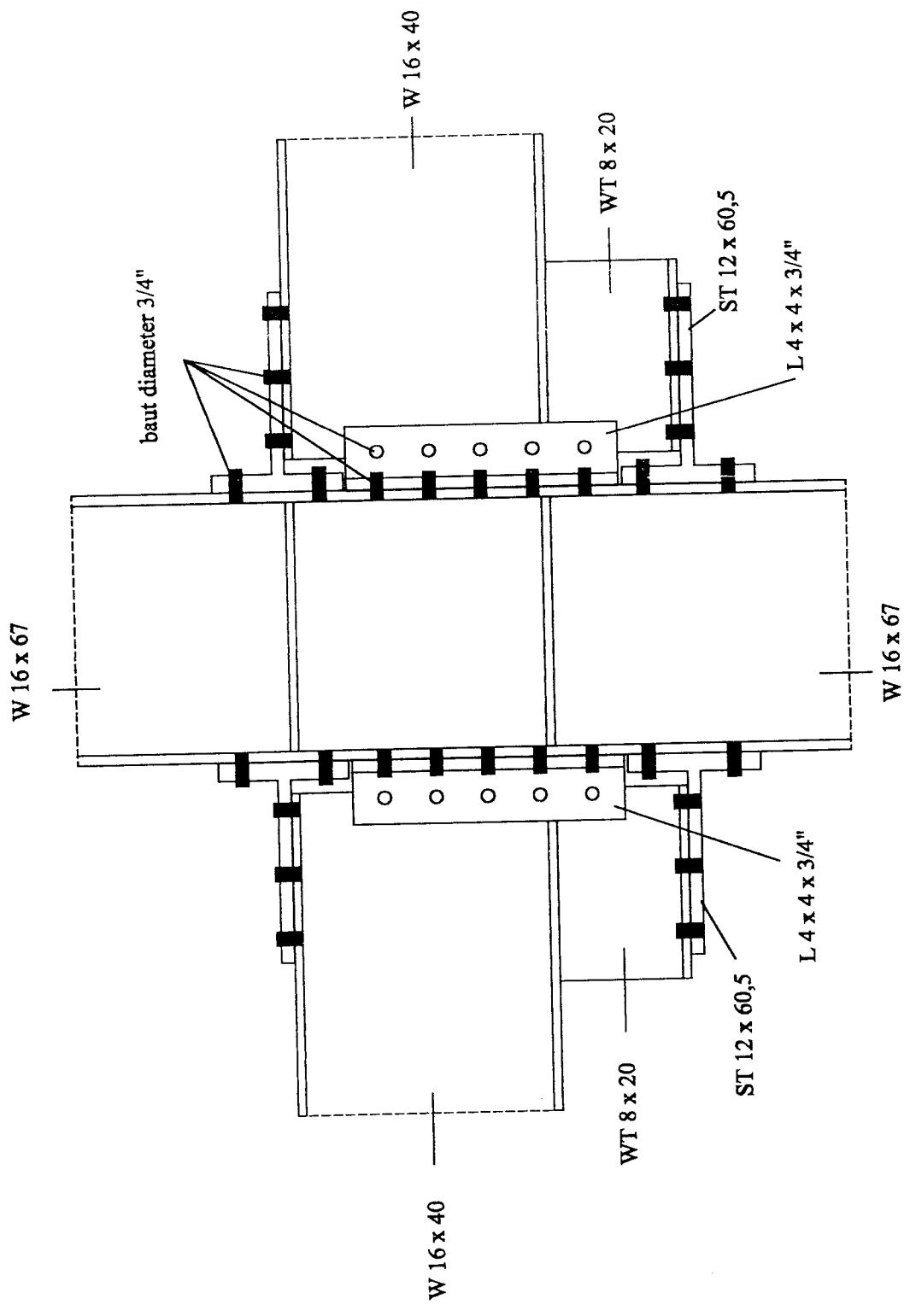
RENCANA DESAIN KOLOM LANTAI.
 GEDUNG UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

LAMPIRAN 9



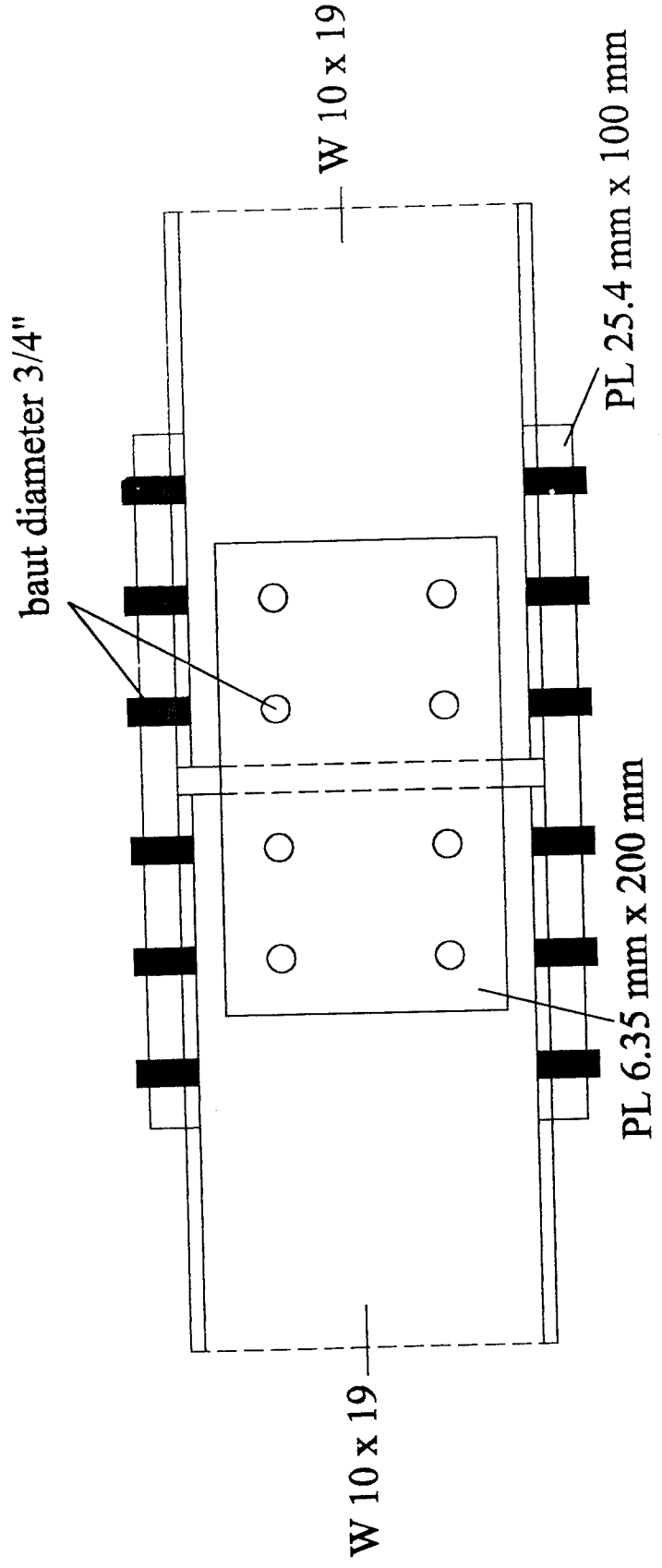
DETAIL SAMBUNGAN PADA JOIN LANTAI 1,5 PORTAL 6
 PU 1 : 10

LAMPIRAN 10



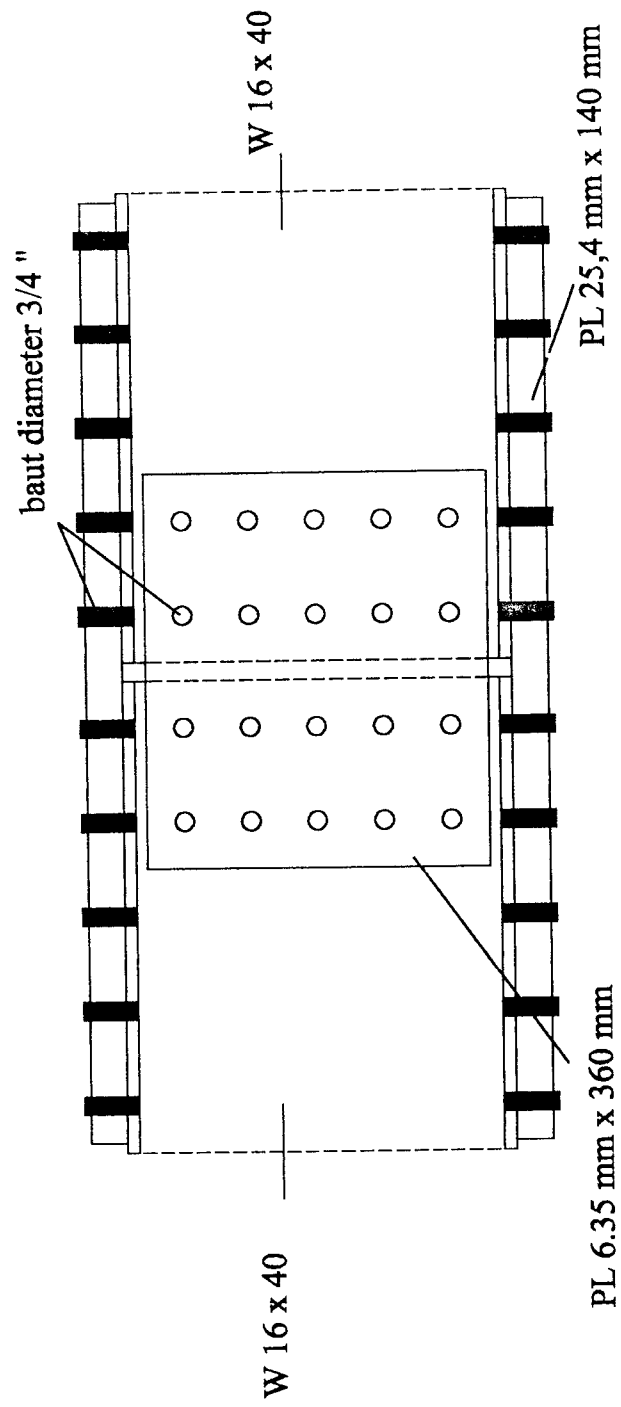
DETAIL SAMBUNGAN PADA JOIN LANTAI 2,3,4 PORTAL 6
 PU 1 : 10

LAMPIRAN 11



DETAIL SAMBUNGAN BALOK - BALOK PORTAL 6

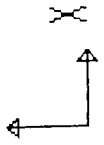
PU 1 : 5



DETAIL SAMBUNGAN BALOK-BALOK PORTAL AS 6

PU 1 : 8

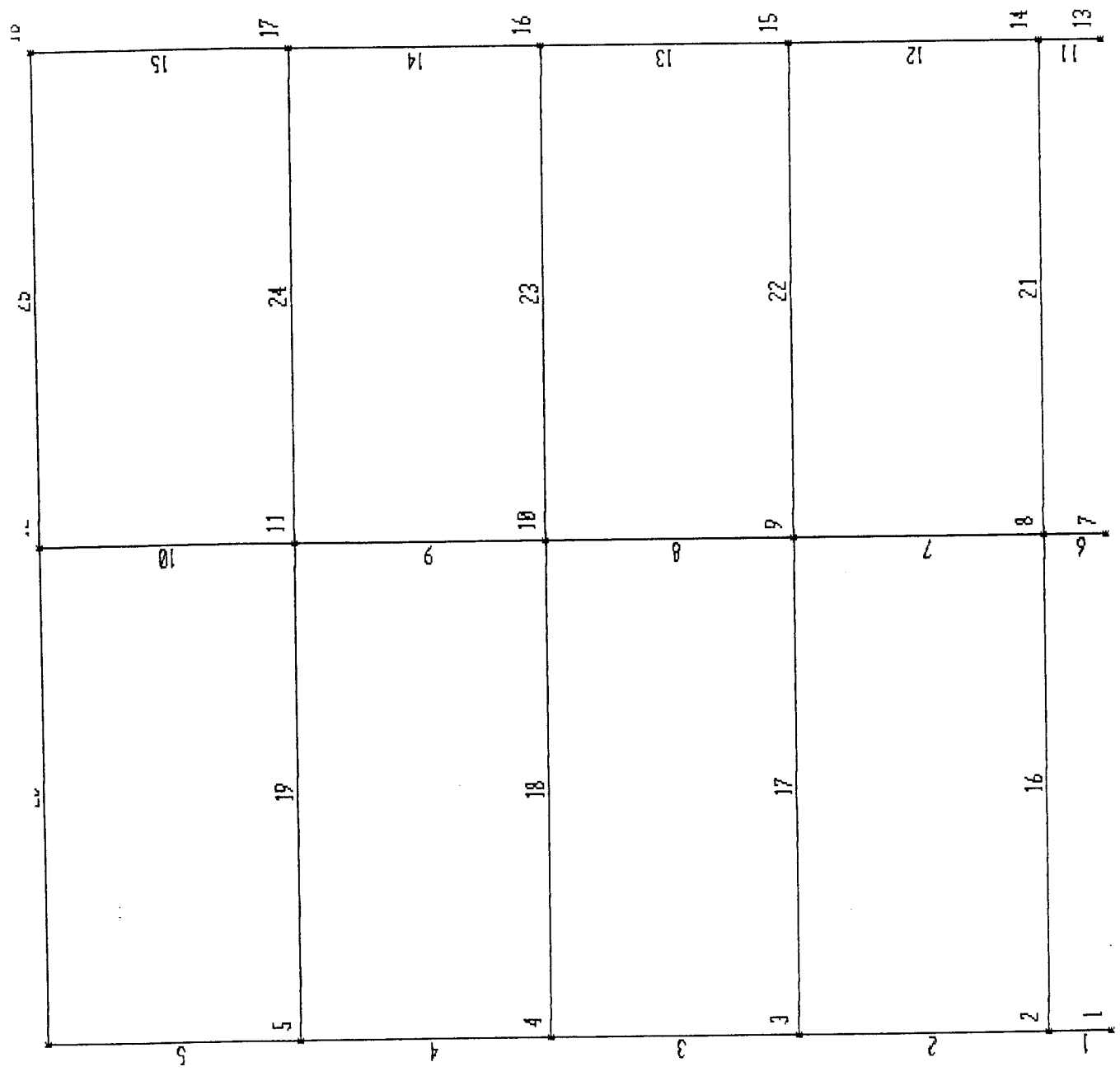
LAMPIRAN 12



A:60
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ALL JOINTS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90



PERHITUNGAN PORTAL AS 6

GAYA DALAM AKIBAT BEBAN MATI (KN/M)

SYSTEM

L=1 : BEBAN MATI

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
13 X=16 Y=0 Z=0 G=1,13,6
2 X=0 Y=1 Z=0
14 X=16 Y=1 Z=0 G=2,14,6
3 X=0 Y=5 Z=0
15 X=16 Y=5 Z=0 G=3,15,6
4 X=0 Y=9 Z=0
16 X=16 Y=9 Z=0 G=4,16,6
5 X=0 Y=13 Z=0
17 X=16 Y=13 Z=0 G=5,17,6
6 X=0 Y=17 Z=0
18 X=16 Y=17 Z=0 G=6,18,6

RESTRAINTS

1 18 1 R=0,0,1,1,1,0
1 13 6 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=2 NL=3 NSEC=5

1 SH=I T=0.53,0.16,0.01,0.008,0.16,0.01 E=2E8 :BALOK BAJA

2 SH=R T=0.45,0.4 E=3.2E8 :KOLOM KOMPOSIT

C BEBAN KERJA

1 WL=0,-10.79,0

2 WL=0,-27.815,0

3 WL=0,-16.0034,0

1 1 2 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1

6 7 8 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1

11 13 14 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1

16 2 8 M=1 LP=1,0 NSL=1 G=1,5,6,6

17 3 9 M=1 LP=1,0 NSL=2 G=2,1,1,1

22 9 15 M=1 LP=1,0 NSL=2 G=2,1,1,1

20 6 12 M=1 LP=1,0 NSL=3 G=1,5,6,6

COMBO

1 C=1

PERHITUNGAN PORTAL AS 6
GAYA DALAM AKIBAT BEBAN HIDUP (KN/M)
SYSTEM

L=1 : BEBAN HIDUP

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
13 X=16 Y=0 Z=0 G=1,13,6
2 X=0 Y=1 Z=0
14 X=16 Y=1 Z=0 G=2,14,6
3 X=0 Y=5 Z=0
15 X=16 Y=5 Z=0 G=3,15,6
4 X=0 Y=9 Z=0
16 X=16 Y=9 Z=0 G=4,16,6
5 X=0 Y=13 Z=0
17 X=16 Y=13 Z=0 G=5,17,6
6 X=0 Y=17 Z=0
18 X=16 Y=17 Z=0 G=6,18,6

RESTRAINTS

1 18 1 R=0,0,1,1,1,0
1 13 6 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=2 NL=3 NSEC=5

1 SH=I T=0.53,0.16,0.01,0.008,0.16,0.01 E=2E8 :BALOK BAJA
2 SH=R T=0.45,0.4 E=3.2E8 :KOLOM KOMPOSIT

C BEBAN KERJA

1 WL=0,-0,0
2 WL=0,-9.06,0
3 WL=0,-3.623,0
1 1 2 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
6 7 8 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
11 13 14 M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
16 2 8 M=1 LP=1,0 NSL=1 G=1,5,6,6
17 3 9 M=1 LP=1,0 NSL=2 G=2,1,1,1
22 9 15 M=1 LP=1,0 NSL=2 G=2,1,1,1
20 6 12 M=1 LP=1,0 NSL=3 G=1,5,6,6

COMBO

1 C=1

LAMPIRAN 13



A:BJ60

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

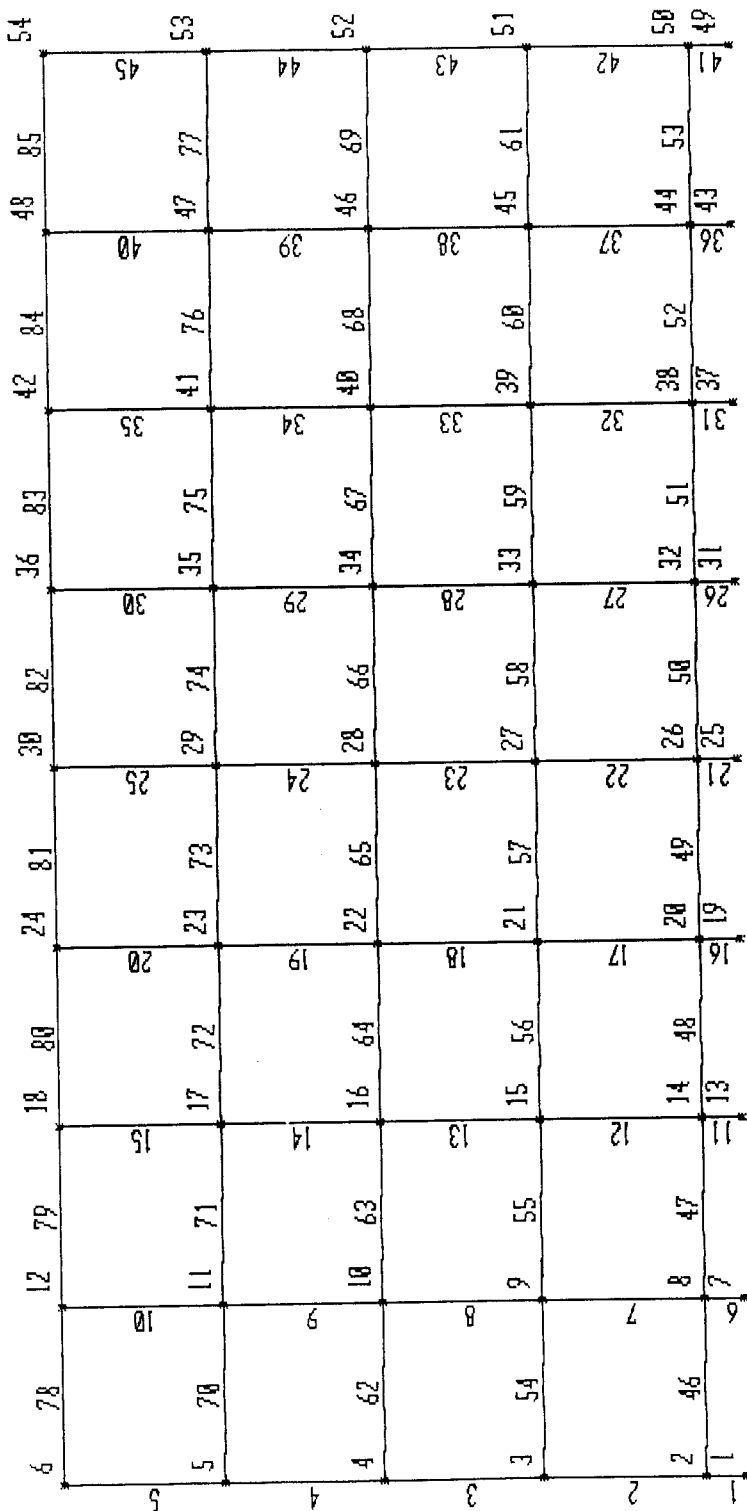
JOINT IDS

ALL JOINTS

ELEMENT IDS

WIRE FRAME

SAP90



PERHITUNGAN PORTAL AS B 36 METER
GAYA DALAM AKIBAT BEBAN MATI (KN/M)
SYSTEM

L=1 : BEBAN MATI

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
49	X=36	Y=0	Z=0	G=1,49,6
2	X=0	Y=1	Z=0	
50	X=36	Y=1	Z=0	G=2,50,6
3	X=0	Y=5	Z=0	
51	X=36	Y=5	Z=0	G=3,51,6
4	X=0	Y=9	Z=0	
52	X=36	Y=9	Z=0	G=4,52,6
5	X=0	Y=13	Z=0	
53	X=36	Y=13	Z=0	G=5,53,6
6	X=0	Y=17	Z=0	
54	X=36	Y=17	Z=0	G=6,54,6

RESTRAINTS

1	54	1	R=0,0,1,1,1,0
1	49	6	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=2 NL=3 NSEC=5

1	SH=I	T=0.53,0.16,0.01,0.008,0.16,0.01	E=2E8	:BALOK BAJA
2	SH=R	T=0.45,0.4	E=3.2E8	:KOLOM KOMPOSIT

C BEBAN KERJA

1 WL=0,-10.79,0

2 WL=0,-17.17,0

3 WL=0,-6.49,0

1	1	2	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
6	7	8	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
11	13	14	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
16	19	20	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
21	25	26	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
26	31	32	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
31	37	38	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
36	43	44	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
41	49	50	M=2	LP=1,0	G=4,1,1,1
46	2	8	M=1	LP=1,0	NSL=1 G=7,1,6,6
54	3	9	M=1	LP=1,0	NSL=2 G=7,1,6,6

PERHITUNGAN PORTAL AS B 36 METER
GAYA DALAM AKIBAT BEBAN HIDUP (KN/M)
SYSTEM

L=1 : BEBAN HIDUP

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
49	X=36	Y=0	Z=0	G=1,49,6
2	X=0	Y=1	Z=0	
50	X=36	Y=1	Z=0	G=2,50,6
3	X=0	Y=5	Z=0	
51	X=36	Y=5	Z=0	G=3,51,6
4	X=0	Y=9	Z=0	
52	X=36	Y=9	Z=0	G=4,52,6
5	X=0	Y=13	Z=0	
53	X=36	Y=13	Z=0	G=5,53,6
6	X=0	Y=17	Z=0	
54	X=36	Y=17	Z=0	G=6,54,6

RESTRAINTS

1	54	1	R=0,0,1,1,1,0
1	49	6	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=2 NL=3 NSEC=5

1 SH=I T=0.53,0.16,0.01,0.008,0.16,0.01 E=2E8 :BALOK BAJA

2 SH=R T=0.45,0.4 E=3.2E8 :KOLOM KOMPOSIT

C BEBAN KERJA

1 WL=0,-0,0

2 WL=0,-3.392,0

3 WL=0,-1.36,0

1	1	2	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
6	7	8	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
11	13	14	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
16	19	20	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
21	25	26	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
26	31	32	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
31	37	38	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
36	43	44	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
41	49	50	M=2 LP=1,0 G=4,1,1,1
46	2	8	M=1 LP=1,0 NSL=1 G=7,1,6,6
54	3	9	M=1 LP=1,0 NSL=2 G=7,1,6,6

62 4 10 M=1 LP=1,0 NSL=2 G=7,1,6,6
70 5 11 M=1 LP=1,0 NSL=2 G=7,1,6,6
78 6 12 M=1 LP=1,0 NSL=3 G=7,1,6,6

COMBO

1 C=1

LAMPIRAN 14

PERHITUNGAN MOMEN RENCANA BALOK UNTUK PORTAL AS B36

LANTAI	BALOK	ELEMEN	GAYA DALAM DARI ANALISA SAP90					KOMBINASI PEMBEBANAN						
			MD	ML	ME,ki	ME,ka	1.4D	1.2D+1.6L		0.9D-1.0E		1.2D+0.5L+1.0E		
			KN.M	KN.M	KN.M	KN.M		E,ki	E,ka	E,ki	E,ka	E,ki	E,ka	
1	2-8	46	-18.177	-0.026	8.932	-7.102	-25.4478	-21.854	-25.2913	-9.2573	-12.8934	-28.9274		
		46	9.119	-0.004	0.092	0.014	12.7666	10.9364	8.1151	8.1931	11.0328	10.9548		
	8-2	46	-18.209	0.018	-8.749	7.129	-25.4926	-21.822	-7.6391	-23.5171	-30.5908	-14.7128		
	8-14	47	-18.221	-0.007	8.458	-7.194	-25.5094	-21.8764	-24.8569	-9.2049	-13.4107	-29.0627		
		47	9.103	-0.001	0.071	0.019	12.7442	10.922	8.1217	8.1737	10.9941	10.9421		
	14-8	47	-18.198	0.005	-8.316	7.233	-25.4772	-21.8296	-8.0622	-23.6112	-30.1511	-14.6021		
	14-20	48	-18.215	-0.003	8.083	-7.317	-25.501	-21.8628	-24.4765	-9.0765	-13.7765	-29.1765		
		48	9.103	0	0.056	0.026	12.7442	10.9236	8.1367	8.1667	10.9796	10.9496		
	20-14	48	-18.203	0.002	-7.971	7.369	-25.4842	-21.8404	-8.4117	-23.7517	-29.8136	-14.4736		
	3-9	54	-28.869	-5.699	32.313	-26.85	-40.4166	-43.7612	-58.2951	0.8679	-5.1793	-64.3423		
2		54	14.529	2.872	0.303	-0.011	20.3406	22.03	12.7731	13.0871	19.1738	18.8598		
	9-3	54	-28.997	-5.729	-31.706	26.828	-40.5958	-43.9628	5.6087	-52.9253	-69.3669	-10.8329		
	9-15	55	-28.972	-5.727	-30.794	-26.936	-40.5608	-43.9296	4.7192	0.8612	-68.4239	-64.5659		
		55	14.487	2.862	0.21	0.056	20.2818	21.9636	12.8283	12.9823	19.0254	18.8714		
	15-9	55	-28.978	-5.722	-30.373	27.049	-40.5692	-43.9288	4.2928	-53.1292	-68.0076	-10.5856		
	15-21	56	-28.971	-5.726	29.673	-27.301	-40.5594	-43.9268	-55.7469	1.2271	-7.9552	-64.9292		
		56	14.487	2.862	0.172	0.082	20.2818	21.9636	12.8663	12.9563	18.9874	18.8974		
	21-5	56	-28.978	-5.723	-29.329	27.464	-40.5692	-43.9304	3.2488	-53.5442	-66.9641	-10.1711		
	4-10	62	-28.796	-5.683	40.48	-35.426	-40.3144	-43.648	-66.3964	9.5096	3.0833	-72.8227		
		62	14.529	2.871	0.279	-0.023	20.3406	22.0284	12.7971	13.0991	19.1493	18.8473		
3	10-4	62	-29.068	-5.748	-39.921	35.381	-40.6952	-44.0784	13.7598	-61.5422	-77.6766	-2.3746		
	10-16	63	-28.885	-5.703	39.107	-35.474	-40.439	-43.7868	-65.1035	9.4775	1.5935	-72.9875		
		63	14.493	2.864	0.191	0.052	20.2902	21.974	12.8527	12.9917	19.0146	18.8756		
	16-10	63	-29.052	-5.742	-38.726	35.578	-40.6728	-44.0496	12.5792	-61.7248	-76.4594	-2.1554		
	16-22	64	-28.918	-5.712	38.081	-35.814	-40.4852	-43.8408	-64.1072	9.7878	0.5234	-73.3716		
		64	14.493	2.863	0.162	0.078	20.2902	21.9724	12.8817	12.9657	18.9851	18.9011		
	22-16	64	-29.018	-5.734	-37.757	35.97	-40.6252	-43.996	11.6408	-62.0862	-75.4456	-1.7186		

LANTAI	BALOK	ELEMEN	GAYA DALAM DARI ANALISA SAP90					KOMBINASI PEMBEBANAN									
			MD KN.M	ML KN.M	ME,ki KN.M	ME,ka KN.M	1.4D	1.2D+1.6L		0.9D-1.0E		1.2D+0.5L+1.0E					
								E,ki	E,ka	E,ki	E,ka	E,ki	E,ka				
4	5-11	70	-28.66	-5.658	39.539	-36.566	-40.124	-43.4448	-65.333	10.772	2.318	-73.787					
		70	14.544	2.873	0.151	-0.034	20.3616	22.0496	12.9386	13.1236	19.0403	18.8553					
		70	-29.176	-5.768	-39.238	36.498	-40.8464	-44.24	12.9796	-62.7564	-77.1332	-1.3972					
		71	-28.798	-5.685	38.807	-36.523	-40.3172	-43.6536	-64.7252	10.6048	1.4069	-73.9231					
		71	14.5	2.865	0.115	0.021	20.3	21.984	12.935	13.029	18.9475	18.8535					
		71	-29.126	-5.757	-38.577	36.564	-40.7764	-44.1624	12.3636	-62.7774	-76.4067	-1.2657					
		72	-28.867	-5.7	38.174	-36.687	-40.4138	-43.7604	-64.1543	10.7067	0.6836	-74.1774					
		72	14.499	2.865	0.105	0.047	20.2986	21.9828	12.9441	13.0021	18.9363	18.8783					
		72	-29.058	-5.743	-37.963	36.78	-40.6812	-44.0584	11.8108	-62.9322	-75.7041	-0.9611					
		6-12	78	-10.66	-2.23	36.498	-34.845	-14.924	-16.36	-46.092	25.251	22.591	-48.752				
5		78	5.519	1.157	0.18	-0.168	7.7266	8.474	4.7871	5.1351	7.3813	7.0333					
		78	-11.158	-2.342	-36.137	34.509	-15.6212	-17.1368	26.0948	-44.5512	-50.6976	19.9484					
		79	-10.746	-2.251	35.738	-34.255	-15.0444	-16.4968	-45.4094	24.5836	21.7173	-48.2757					
		79	5.492	1.151	0.071	-0.001	7.6888	8.432	4.8718	4.9438	7.2369	7.1649					
		79	-11.126	-2.333	-35.595	34.253	-15.5764	-17.084	25.5816	-44.2664	-50.1127	19.7353					
		80	-10.83	-2.269	35.332	-34.301	-15.162	-16.6264	-45.079	24.554	21.2015	-48.4315					
		80	5.489	1.15	0.073	0.028	7.6846	8.4268	4.8671	4.9121	7.2348	7.1898					
		80	-11.047	-2.316	-35.185	34.356	-15.4658	-16.962	25.2427	-44.2983	-49.5994	19.9416					

LANTAI	BALOK	ELEMEN	MOMEN RENCANA kN-m	RE. MOMEN 20% kN-m	M. UJUNG RENCANA kN-m	M. TENGAH RENCANA kN-m
1	2-8	46	-28.9274	-5.78548	-23.14192	24.67024
		46	12.7666			
	8-2	46	-30.5908	-6.11816	-24.47264	
	8-14	47	-29.0627	-5.81254	-23.25016	
		47	12.7442			24.58696
	14-8	47	-30.1511	-6.03022	-24.12088	
	14-20	48	-29.1765	-5.8353	-23.3412	
		48	12.7442			24.54222
	20-14	48	-29.8136	-5.96272	-23.85088	
	3-9	54	-64.3423	-12.86846	-51.47384	48.77184
2		54	22.03			
	9-3	54	-69.3669	-13.87338	-55.49352	
	9-15	55	-64.5669	-12.91338	-51.65352	
		55	21.9636			48.4785
	15-9	55	-68.0076	-13.60152	-54.40608	
	15-21	56	-64.9292	-12.98584	-51.94336	
		56	21.9636			48.34226
	21-5	56	-66.9641	-13.39282	-53.57128	
	4-10	62	-72.8227	-14.56454	-58.25816	
		62	22.0284			52.12826
3	10-4	62	-77.6766	-15.53532	-62.14128	
	10-16	63	-72.9875	-14.5975	-58.39	
		63	21.974			51.86338
	16-10	63	-76.4594	-15.29188	-61.16752	
	16-22	64	-73.3716	-14.67432	-58.69728	
		64	21.9724			51.73584
	22-16	64	-75.4456	-15.08912	-60.35648	

LANTAI	BALOK	ELEMEN	MOMEN RENCANA Kn-m	RE. MOMEN 20% Kn-m	M. UJUNG RENCANA Kn-m	M. TENGAH RENCANA Kn-m
4	5-11	70	-73.787	-14.7574	-59.0296	52.23364
		70	22.0496			
	11-5	70	-77.1332	-15.42664	-61.70656	
	11-17	71	-73.9231	-14.78462	-59.13848	
		71	21.984			52.04996
	17-11	71	-76.4067	-15.28134	-61.12536	
	17-23	72	-74.1774	-14.83548	-59.34192	
		72	21.9828			52.1591
	23-17	72	-76.7041	-15.34082	-61.36328	
	6-12	78	-48.752	-9.7504	-39.0016	28.36392
	78	8.474				
5	12-6	78	-50.6976	-10.13952	-40.55808	
	12-18	79	-48.2757	-9.65514	-38.62056	
		79	8.432			28.10968
	18-12	79	-50.1127	-10.02254	-40.09016	
	18-24	80	-48.4315	-9.6863	-38.7452	
		80	8.4268			28.03298
	24-18	80	-49.5994	-9.91988	-39.67952	
		80				

LAMPIRAN 15

PERHITUNGAN MOMEN RENCANA BALOK UNTUK PORTAL AS 6

LANTAI	BALOK	ELEMEN	MD KN.M	ML KN.M	ME,ki KN.M	ME,ka KN.M	KOMBINASI PEMBEBANAN					
							1.4D	1.2D+1.6L	0.9D-1.0E		1.2D+0.5L+1.0E	
									E,ki	E,ka	E,ki	E,ka
1	2-8	16	-57.579	-0.103	5.823	-5.679	-80.6106	-69.2596	-57.6441	-46.1421	-63.3748	-74.8768
		16	28.768	-0.025	0.022	0.014	40.2752	34.4816	25.8592	25.8772	34.5186	34.5106
		16	-57.525	0.052	-5.799	5.707	-80.535	-68.9468	-45.9735	-57.4795	-74.777	-63.271
2	3-9	17	-147.924	-48.155	22.686	-22.289	-207.0936	-254.5568	-155.8176	-110.8426	-202.9778	-247.9528
		17	74.294	24.206	0.085	0.016	104.0116	127.8824	66.7796	66.8486	113.4438	113.3748
		17	-148.528	-48.393	-22.517	22.321	-207.9392	-255.6624	-111.1582	-155.9962	-249.1436	-204.3056
3	4-10	18	-147.925	-48.149	30.941	-30.609	-207.095	-254.5484	-164.0735	-102.5235	-194.718	-256.268
		18	74.302	24.21	0.079	0.005	104.0228	127.8984	66.7928	66.8668	113.4514	113.3774
		18	-148.512	-48.391	-30.783	30.619	-207.9168	-255.64	-102.8778	-164.2798	-257.3884	-195.9864
4	5-11	19	-147.667	-48.092	33.138	-33.012	-206.7338	-254.1476	-166.0383	-99.8883	-192.1544	-258.3044
		19	74.372	24.226	0.045	-0.013	104.1208	128.008	66.8898	66.9478	113.5174	113.4594
		19	-148.629	-48.417	-33.047	32.985	-208.0806	-255.822	-100.7191	-166.7511	-259.8188	-193.7868
5	6-12	20	-84.399	-19.118	32.533	-32.549	-118.1586	-131.8676	-108.4921	-43.4101	-87.8638	-152.9458
		20	43.068	9.721	0.09	-0.094	60.2952	67.2352	38.6712	38.8552	61.4926	61.3086
		20	-86.009	-19.407	-32.353	32.361	-120.4126	-134.262	-45.0551	-109.7691	-154.9708	-90.2568

LANTAI	BALOK	ELEMEN	MOMEN RENCANA	RE.MOMEN 20%	M. UJUNG RENCANA	M. TENGAH RENCANA
1	2-8	16	-80.6106	-16.12212	-64.48848	
		16	40.2752			72.50432
	8-2	16	-80.535	-16.107	-64.428	
2	3-9	17	-254.5568	-50.91136	-203.6454	
		17	127.8824			229.92624
	9-3	17	-255.6624	-51.13248	-204.5299	
3	4-10	18	-256.258	-51.2516	-205.0054	
		18	127.8984			230.62768
	10-4	18	-257.3884	-51.47768	-205.9107	
4	5-11	19	-258.3044	-51.66088	-206.6435	
		19	128.008			231.63264
	11-5	19	-259.8188	-51.96376	-207.855	
5	6-12	20	-152.9458	-30.58916	-122.3566	
		20	67.2352			128.81852
	12-6	20	-154.9708	-30.99416	-123.9766	

LAMPIRAN 16

PERHITUNGAN MOMEN RENCANA BALOK UNTUK PORTAL AS E36

LANTAI	BALOK	ELEMEN	GAYA DALAM DARI ANALISA SAP90				KOMBINASI PEMBEBANAN					
			MD KN.M	ML KN.M	ME,ki KN.M	ME,ka KN.M	1.4D	1.2D+1.6L	0.9D-1.0E		1.2D+0.5L+1.0E	
									E,ki	E,ka	E,ki	E,ka
1	2-8	46	-18.230	-0.052	8.932	-7.102	-25.522	-21.9592	-25.339	-9.305	-12.97	-29.004
		46	9.112	-0.008	0.092	0.014	12.7568	10.9216	8.1088	8.1868	11.0224	10.9444
	8-2	46	-18.171	0.036	-8.749	7.129	-25.4394	-21.7476	-7.6049	-23.4829	-30.5362	-14.6582
	8-14	47	-18.237	-0.014	8.458	-7.194	-25.5318	-21.9068	-24.8713	-9.2193	-13.4334	-29.0854
		47	9.101	-0.001	0.071	0.019	12.7414	10.9196	8.1199	8.1719	10.9917	10.9397
	14-8	47	-18.184	0.011	-8.136	7.233	-25.4576	-21.8032	-8.2296	-23.5986	-29.9513	-14.5823
	14-20	48	-18.224	-0.007	8.083	-7.317	-25.5136	-21.88	-24.4846	-9.0846	-13.7893	-29.1893
		48	9.102	-0.001	0.056	0.026	12.7428	10.9208	8.1358	8.1658	10.9779	10.9479
	20-14	48	-18.196	0.005	-7.971	7.369	-25.4744	-21.8272	-8.4054	-23.7454	-29.8037	-14.4637
	3-9	54	-39.585	-11.398	32.313	-26.85	-55.419	-65.7388	-67.9395	-8.7765	-20.888	-80.051
2		54	19.921	5.745	0.303	-0.011	27.8894	33.0972	17.6259	17.9399	27.0807	26.7667
	9-3	54	-39.735	-11.457	-31.706	26.808	-55.629	-66.0132	-4.0555	-62.5695	-85.1165	-26.6025
	9-15	55	-39.736	-11.454	30.794	-26.936	-55.6304	-66.0096	-66.5564	-8.8264	-22.6162	-80.3462
		55	19.858	5.723	0.21	0.056	27.8012	32.9864	17.6622	17.8162	26.9011	26.7471
	15-9	55	-39.708	-11.443	-30.373	27.049	-55.5912	-65.9584	-5.3642	-62.7862	-83.7441	-26.3221
	15-21	56	-39.728	-11.451	29.673	-27.301	-55.6192	-65.9952	-65.4282	-8.4542	-23.7261	-80.7001
		56	19.859	5.724	0.172	0.082	27.8026	32.9892	17.7011	17.7911	26.8648	26.7748
	21-5	56	-39.715	-11.446	-29.329	27.464	-55.601	-65.9716	-6.4145	-63.2075	-82.71	-25.917
	4-10	62	-39.487	-11.365	40.48	-35.426	-55.2818	-65.5684	-76.0183	-0.1123	-12.5869	-88.4929
		62	19.921	5.745	-0.011	0.303	27.8894	33.0972	17.9399	17.6259	26.7667	27.0807
3	10-4	62	-39.84	-11.495	-39.921	35.381	-55.776	-66.2	4.065	-71.237	-93.4765	-18.1745
	10-16	63	-39.598	-11.406	39.107	-35.474	-55.4372	-65.7672	-74.7452	-0.1642	-14.1136	-88.6946
		63	19.868	5.727	0.191	0.052	27.8152	33.0048	17.6902	17.8292	26.8961	26.7571
	16-10	63	-39.827	-11.484	-38.726	35.578	-55.7578	-66.1668	2.8817	-71.4223	-92.2604	-17.9564
	16-22	64	-39.643	-11.423	38.081	-35.814	-55.5002	-65.8484	-73.7597	0.1353	-15.2021	-89.0971
		64	19.868	5.727	0.162	0.078	27.8152	33.0048	17.7192	17.8032	26.8671	26.7831
	22-16	64	-39.782	-11.423	38.081	-35.814	-55.6948	-66.0152	-73.8848	0.0102	-15.3689	-89.2639

LANTAI	BALOK	ELEMEN	GAYA DALAM DARI ANALISA SAP90						KOMBINASI PEMBEBANAN					
			MD	ML	ME,ki	ME,ka	1.4D	1.2D+1.6L	0.9D-1.0E		1.2D+0.5L+1.0E			
			KN.M	KN.M	KN.M	KN.M			E,ki	E,ka	E,ki	E,ka		
4	5-11	70	-39.263	-11.315	39.539	-36.566	-54.9682	-65.2196	-74.8757	1.2293	-13.2341	-89.3391		
		70	19.934	5.746	0.151	-0.034	27.9076	33.1144	17.7896	17.9746	26.9448	26.7598		
	11-5	70	-40.031	-11.537	-39.238	36.498	-56.0434	-66.4964	3.2101	-72.5259	-93.0437	-17.3077		
	11-17	71	-39.436	-11.37	38.807	-36.523	-55.2104	-65.5152	-74.2994	1.0306	-14.2012	-89.5312		
		71	19.881	5.729	0.115	0.021	27.8334	33.0236	17.7779	17.8719	26.8367	26.7427		
	17-11	71	-39.964	-11.515	-38.577	36.654	-55.9496	-66.3808	2.6094	-72.6216	-92.2913	-17.0603		
	17-23	72	-39.548	-11.401	38.174	-36.687	-55.3672	-65.6992	-73.7672	1.0938	-14.9841	-89.8451		
		72	19.879	5.729	0.105	0.047	27.8306	33.0212	17.7861	17.8441	26.8243	26.7663		
	23-17	72	-39.855	-11.485	-37.963	36.78	-55.797	-66.202	2.0935	-72.6495	-91.5315	-16.7885		
	6-12	78	-19.945	-4.449	36.498	-34.845	-27.923	-31.0524	-54.4485	16.8945	10.3395	-61.0035		
		78	10.377	2.308	0.18	-0.168	14.5278	16.1452	9.1593	9.5073	13.7864	13.4384		
	12-6	78	-20.987	-4.672	-36.137	34.509	-29.3818	-32.6596	17.2487	-53.3973	-63.6574	6.9886		
	12-18	79	-20.209	-4.49	35.738	-34.255	-28.2926	-31.4348	-53.9261	16.0669	9.2422	-60.7508		
		79	10.309	2.296	0.071	-0.001	14.4326	16.0444	9.2071	9.2791	13.5898	13.5178		
18-12	79	-20.86	-4.654	-35.595	34.253	-29.204	-32.4784	16.821	-53.027	-62.954	6.894			
18-24	80	-20.357	-4.526	35.332	-34.301	-28.4998	-31.67	-53.6533	15.9797	8.6406	-60.9924			
	80	10.304	2.295	0.073	0.028	14.4256	16.0368	9.2006	9.2456	13.5853	13.5403			
24-18	80	-20.722	-4.62	-35.185	34.356	-29.0108	-32.2584	16.5352	-53.0058	-62.3614	7.1796			

LANTAI	BALOK	ELEMEN	MOMEN RENCANA kN-m	RE. MOMEN 20% kN-m	M. UJUNG RENCANA kN-m	M. TENGAH RENCANA kN-m
1	2-8	46	-29.004	-5.8008	-23.2032	24.66484
		46	12.7568			
	8-2	46	-30.5362	-6.10724	-24.42896	
	8-14	47	-29.0854	-5.81708	-23.26832	
		47	12.7414			24.54674
	14-8	47	-29.9513	-5.99026	-23.96104	
	14-20	48	-29.1893	-5.83786	-23.35144	
		48	12.7428			24.5414
	20-14	48	-29.8037	-5.96074	-23.84296	
	3-9	54	-80.051	-16.0102	-64.0408	
2		54	33.0972			66.1307
	9-3	54	-85.1165	-17.0233	-68.0932	
	9-15	55	-80.3462	-16.06924	-64.27696	
		55	32.9864			65.80446
	15-9	55	-83.7441	-16.74882	-66.99528	
	15-21	56	-80.7011	-16.14022	-64.56088	
		56	32.9892			65.67142
	21-5	56	-82.71	-16.542	-66.168	
	4-10	62	-88.4929	-17.69858	-70.79432	
		62	33.0972			69.49108
3	10-4	62	-93.4765	-18.6953	-74.7812	
	10-16	63	-88.6946	-17.73892	-70.95568	
		63	33.0048			69.1958
	16-10	63	-92.2604	-18.45208	-73.80832	
	16-22	64	-89.0971	-17.81942	-71.27768	
		64	33.0048			68.677
	22-16	64	-89.2639	-17.85278	-71.41112	
		64				

LANTAI	BALOK	ELEMEN	MOMEN RENCANA Kn-m	RE. MOMEN 20% Kn-m	M. UJUNG RENCANA Kn-m	M. TENGAH RENCANA Kn-m
4	5-11	70	-89.3391	-17.86782	-71.47128	69.59096
		70	33.1144			
	11-5	70	-93.0437	-18.60874	-74.43496	
	11-17	71	-89.5312	-17.90624	-71.62496	
		71	33.0236			69.3881
	17-11	71	-92.2913	-18.45826	-73.83304	
	17-23	72	-89.8451	-17.96902	-71.87608	
		72	33.0212			69.29652
	23-17	72	-91.5315	-18.3063	-73.2252	
	6-12	78	-61.0035	-12.2007	-48.8028	
5		78	16.1452			41.07738
	12-6	78	-63.6574	-12.73148	-50.92592	
	12-18	79	-60.7508	-12.15016	-48.60064	
		79	16.0444			40.78536
	18-12	79	-62.954	-12.5908	-50.3632	
	18-24	80	-60.9924	-12.19848	-48.79392	
		80	16.0368			40.70756
	24-18	80	-62.3614	-12.47228	-49.88912	

LAMPIRAN 17

GAYA DALAM PORTAL B36

ELEMEN	JARAK	AKIBAT BEBAN MATI		AKIBAT BEBAN HIDUP		AKIBAT BEBAN GEMPA KIRI		AKIBAT BEBAN GEMPA KANAN	
		GESER	MOMEN	GESER	MOMEN	GESER	MOMEN	GESER	MOMEN
1									
		-154.456		-25.895		69.669		-62.474	
0									
		0.13		1.921		-455.747		351.535	
0		-6.885		-0.902		62.683		-42.906	
		-1.591		-0.902		62.683		-42.906	
0.25		-6.885		1.695		-440.076		340.808	
		-3.312		1.47		62.683		-42.906	
0.5		-6.885		-0.902		-424.405		330.082	
		-5.034		-0.902		62.683		-42.906	
0.75		-6.885		1.244		-408.734		319.355	
		-6.755		-0.902		62.683		-42.906	
1		-154.456		-25.895		69.669		-62.474	
1									
2		-130.186		-25.885		65.74		-59.312	
0									
		11.422		1.045		-401.996		315.73	
0		-6.674		-1.024		62.39		-42.435	
		4.749		-1.024		62.39		-42.435	
1		-6.674		0.022		-339.605		273.295	
		-1.925		-1.002		62.39		-42.435	
2		-6.674		-1.024		-277.215		230.859	
		-8.599		-1.024		62.39		-42.435	
3		-6.674		-2.025		-214.824		188.424	
		-15.273		-1.024		62.39		-42.435	
4		-130.186		-3.049		-152.434		145.988	
4									
3		-91.582		-18.26		65.74		-59.312	
0									
		13.596		2.65		-184.746		172.838	
0		-7.399		-1.437		44.948		-36.232	
		6.197		-1.437		44.948		-36.232	
1		-7.399		1.213		-139.798		136.606	
		-1.202		-0.224		44.948		-36.232	
2		-7.399		-1.437		-94.849		100.374	
		-8.602		-1.437		44.948		-36.232	
3		-7.399		-1.661		-49.901		64.142	
		-16.001		-3.098		44.948		-36.232	
4		-91.582		-18.26		51.514		-47.383	
4									
4		-53.009		-10.642		33.647		-31.648	
0									
		12.796		2.584		-45.432		63.337	
0		-7.448		-1.484		29.495		-24.843	
		5.348		1.1		29.495		-24.843	
1		-7.448		-1.484		-15.937		38.494	
		-2.099		-0.384		29.495		-24.843	
2		-7.448		-1.484		13.558		13.651	
		-9.547		-1.484		29.495		-24.843	
3		-7.448		-1.868		43.053		-11.193	
		-16.995		-3.352		29.495		-24.843	
4		-7.448		-1.484		72.548		-36.036	
4									
4		-53.009		-10.642		33.647		-31.648	

5	0	-5.581	11.665	-14.492	-3.035	16.141	-15.412
	0	-5.581	11.665	-1.134	2.305	0.872	33.009
	1	-5.581	6.084	-1.134	1.171	0.872	33.881
	2	-5.581	0.503	-1.134	0.038	0.872	34.753
	3	-5.581	-5.079	-1.134	-1.096	0.872	35.626
	4	-5.581	-10.66	-1.134	-2.23	0.872	36.498
	4			-14.492	-3.035	16.141	-15.412
6	0			-309.686	-51.934	-2.005	0.017
	0	-0.168	0.779	-0.265	0.518	62.032	-431.262
	0.25	-0.168	0.737	-0.265	0.452	62.032	-415.754
	0.5	-0.168	0.695	-0.265	0.386	62.032	-400.246
	0.75	-0.168	0.653	-0.265	0.32	62.032	-384.738
	1	-0.168	0.611	-0.265	0.254	62.032	-369.23
	1			-309.686	-51.934	-2.005	0.017
7	0			-261.118	-51.941	-1.803	0.06
	0	-0.406	0.623	-0.166	0.278	61.592	-386.436
	1	-0.406	0.217	-0.166	0.112	61.592	-324.844
	2	-0.406	-0.189	-0.166	-0.054	61.592	-263.251
	3	-0.406	-0.596	-0.166	-0.22	61.592	-201.659
	4	-0.406	-1.002	-0.166	-0.387	61.592	-140.066
	4			-261.118	-51.941	-1.803	0.06
8	0			-183.826	-36.669	-1.17	0.128
	0	-0.066	-1.027	0.033	-0.388	53.06	-202.566
	1	-0.066	-1.093	0.033	-0.355	53.06	-149.506
	2	-0.066	-1.159	0.033	-0.323	53.06	-96.446
	3	-0.066	-1.224	0.033	-0.29	53.06	-43.385
	4	-0.066	-1.29	0.033	-0.257	53.06	9.675
	4			-183.826	-36.669	-1.17	0.128

9	0	-106.538	0.036	-0.302	-21.399	37.23	-69.353	-0.599	-34.543	81.978	0.183
	0	-1.474	0.036	-0.267		37.23	-32.123		-34.543	47.435	
	1	-1.314	0.036	-0.231		37.23	5.107		-34.543	12.892	
	2	-1.155	0.036	-0.195		37.23	42.537		-34.543	-21.651	
	3	-0.996	0.036	-0.16		37.23	79.566		-34.543	-56.194	
	4	-0.837	0.036		-21.399	37.23		-0.599			0.183
	4										
10	0	-29.231	0.084	-0.243	-6.127	17.588	1.522	-0.289	-21.398	16.827	0.188
	0	-1.215	0.084	-0.16		17.588	19.11		-21.398	-4.571	
	1	-0.809	0.084	-0.076		17.588	36.698		-21.398	-25.968	
	2	-0.402	0.084	0.007		17.588	54.286		-21.398	-47.366	
	3	0.005	0.084	0.091		17.588	71.875		-21.398	-68.764	
	4	0.412	0.084		-6.127	17.588		-0.289			0.188
	4										
11	0	-309.634	-0.098	0.239	-51.928	57.886	-410.523	-1.542	-48.805	363.18	-0.511
	0	0.514	-0.098	0.215		57.886	-396.051		-48.805	350.979	
	0.25	0.457	-0.098	0.19		57.886	-381.579		-48.805	338.778	
	0.5	0.4	-0.098	0.165		57.886	-367.108		-48.805	326.577	
	0.75	0.343	-0.098	0.141		57.886	-352.636		-48.805	314.376	
	1	0.286	-0.098		-51.928	57.886		-1.542			-0.511
	1										
12	0	-261.082	-0.087	0.15	-51.93	57.492	-369.036	-1.383	-48.617	328.925	-0.454
	0	0.304	-0.087	0.062		57.492	-311.543		-48.617	280.308	
	1	0.078	-0.087	-0.025		57.492	-254.051		-48.617	231.691	
	2	-0.148	-0.087	-0.112		57.492	-196.558		-48.617	183.074	
	3	-0.374	-0.087	-0.199		57.492	-139.066		-48.617	134.457	
	4	-0.599	-0.087		-51.93	57.492		-1.383			-0.454
	4										

13	0	-183.817	-36.666	50.682	-199.112	-0.902	-44.758	188.807	-0.28
	0	-0.061	-0.195	-0.001	-0.195	-0.001	-44.758	188.807	
	1	-0.668	-0.196	-0.001	-0.196	-0.001	-44.758	144.049	
	2	-0.729	-0.197	-0.001	-0.197	-0.001	-44.758	99.291	
	3	-0.79	-0.198	-0.001	-0.198	-0.001	-44.758	54.533	
	4	-0.852	-0.199	-0.001	-0.199	-0.001	-44.758	9.775	
	4	-183.817	-36.666	50.682	3.616	-0.902	-44.758	9.775	-0.28
14	0	-106.537	-21.398	36.657	-73.19	-0.458	-35.168	81.167	-0.118
	0	-0.985	-0.23	0.036	-0.23	0.036	-35.168	81.167	
	1	-0.851	-0.193	0.036	-0.193	0.036	-35.168	45.999	
	2	-0.717	-0.157	0.036	-0.157	0.036	-35.168	10.831	
	3	-0.583	-0.12	0.036	-0.12	0.036	-35.168	-24.337	
	4	-0.449	-0.084	0.036	-0.084	0.036	-35.168	-59.504	
	4	-106.537	-21.398	36.657	73.437	-0.458	-35.168	-59.504	-0.118
15	0	-29.241	-6.128	18.56	-3.314	-0.181	-20.575	13.747	-0.033
	0	-0.708	-0.141	0.051	-0.141	0.051	-20.575	13.747	
	1	-0.457	-0.09	0.051	-0.09	0.051	-20.575	-6.828	
	2	-0.206	-0.038	0.051	-0.038	0.051	-20.575	-27.403	
	3	0.045	0.013	0.051	0.013	0.051	-20.575	-47.978	
	4	0.296	0.064	0.051	0.064	0.051	-20.575	-68.553	
	4	-29.241	-6.128	18.56	70.927	-0.181	-20.575	-68.553	-0.033
16	0	-309.63	-51.927	54.682	-394.066	-1.308	-50.286	370.894	-0.79
	0	0.231	0.102	-0.041	0.102	-0.041	-50.286	370.894	
	0.25	0.204	0.091	-0.041	0.091	-0.041	-50.286	358.322	
	0.5	0.176	0.081	-0.041	0.081	-0.041	-50.286	345.751	
	0.75	0.149	0.071	-0.041	0.071	-0.041	-50.286	333.179	
	1	0.122	0.061	-0.041	0.061	-0.041	-50.286	320.608	
	1	-309.63	-51.927	54.682	-339.383	-1.308	-50.286	320.608	-0.79

17	0	-0.104	0.13	-261.077	-0.038	0.064	-51.928	54.365	-355.14	-1.181	-50.059	335.459	-0.713
	0	-0.104	0.026		-0.038	0.027		54.365	-300.775		-50.059	285.399	
	1	-0.104	-0.078		-0.038	-0.011		54.365	-246.41		-50.059	235.34	
	2	-0.104	-0.182		-0.038	-0.049		54.365	-192.045		-50.059	185.28	
	3	-0.104	-0.286		-0.038	-0.087		54.365	-137.68		-50.059	135.221	
	4	-0.104		-261.077	-0.038		-51.928			-1.181			-0.713
	4												
18	0	-0.031	-0.292	-183.811	-0.004	-0.085	-36.665	48.672	-195.769	-0.79	-45.74	190.498	-0.473
	0	-0.031	-0.322		-0.004	-0.089		48.672	-147.097		-45.74	144.758	
	1	-0.031	-0.353		-0.004	-0.093		48.672	-98.426		-45.74	99.019	
	2	-0.031	-0.384		-0.004	-0.097		48.672	-49.754		-45.74	53.279	
	3	-0.031	-0.415		-0.004	-0.102		48.672	-1.082		-45.74	7.539	
	4	-0.031		-183.811	-0.004		-36.665			-0.79			-0.473
	4												
19	0	0.07	-0.482	-106.531	0.019	-0.116	-21.397	36.219	-76.056	-0.419	-35.512	79.812	-0.244
	0	0.07	-0.411		0.019	-0.097		36.219	-39.836		-35.512	44.3	
	1	0.07	-0.341		0.019	-0.078		36.219	-3.617		-35.512	8.788	
	2	0.07	-0.271		0.019	-0.058		36.219	32.603		-35.512	-26.724	
	3	0.07	-0.201		0.019	-0.039		36.219	68.822		-35.512	-62.236	
	4	0.07		-106.531	0.019		-21.397			-0.419			-0.244
	4												
20	0	0.117	-0.327	-29.237	0.025	-0.067	-6.127	19.217	-6.748	-0.173	-20.098	11.539	-0.097
	0	0.117	-0.21		0.025	-0.042		19.217	12.469		-20.098	-8.559	
	1	0.117	-0.092		0.025	-0.018		19.217	31.686		-20.098	-28.657	
	2	0.117	0.025		0.025	0.007		19.217	50.902		-20.098	-48.755	
	3	0.117	0.143		0.025	0.031		19.217	70.119		-20.098	-68.853	
	4	0.117		-29.237	0.025		-6.127			-0.173			-0.097
	4												

21	0	0	-309.629	-51.927	52.204	-381.048	-52.204	381.048	-1.055
	0	0	0	0	52.204	-367.997	-52.204	367.997	
	0.25	0	0	0	52.204	-354.946	-52.204	354.946	
	0.5	0	0	0	52.204	-341.895	-52.204	341.895	
	0.75	0	0	0	52.204	-328.844	-52.204	328.844	
	1	0	0	0	52.204	-328.844	-52.204	328.844	
	1	0	-309.629	-51.927	52.204	-328.844	-52.204	328.844	-1.055
22	0	0	-261.075	-51.928	51.939	-344.092	-51.939	344.092	-0.955
	0	0	0	0	51.939	-292.153	-51.939	292.153	
	1	0	0	0	51.939	-240.214	-51.939	240.214	
	2	0	0	0	51.939	-188.275	-51.939	188.275	
	3	0	0	0	51.939	-136.336	-51.939	136.336	
	4	0	0	0	51.939	-136.336	-51.939	136.336	
	4	0	-261.075	-51.928	51.939	-136.336	-51.939	136.336	-0.955
23	0	0	-183.809	-36.664	47.038	-192.85	-47.038	192.85	-0.644
	0	0	0	0	47.038	-145.813	-47.038	145.813	
	1	0	0	0	47.038	-98.775	-47.038	98.775	
	2	0	0	0	47.038	-51.738	-47.038	51.738	
	3	0	0	0	47.038	-4.7	-47.038	4.7	
	4	0	0	0	47.038	-4.7	-47.038	4.7	
	4	0	-183.809	-36.664	47.038	-4.7	-47.038	4.7	-0.644
24	0	0	-106.529	-21.397	35.843	-78.164	-35.843	78.164	-0.345
	0	0	0	0	35.843	-42.321	-35.843	42.321	
	1	0	0	0	35.843	-6.478	-35.843	6.478	
	2	0	0	0	35.843	29.365	-35.843	-29.365	
	3	0	0	0	35.843	65.208	-35.843	-65.208	
	4	0	0	0	35.843	65.208	-35.843	-65.208	
	4	0	-106.529	-21.397	35.843	65.208	-35.843	-65.208	-0.345

25	0	-29.236	0	-6.127	19.688	-9.353	-0.143	-19.688	9.353	-0.143
	0	0	0	0	19.688	10.335		-19.688	-10.335	
	1	0	0	0	19.688	30.023		-19.688	-30.023	
	2	0	0	0	19.688	49.712		-19.688	-49.712	
	3	0	0	0	19.688	69.4		-19.688	-69.4	
	4	0	0	-6.127	19.688		-0.143	-19.688		-0.143
	4	-29.236	0	-6.127	19.688		-0.143	-19.688		-0.143
26	0	-309.63	0.041	-51.927	50.286	-370.894	-0.79	-54.682	394.066	-1.308
	0	-0.231	0.041	-0.102	50.286	-358.322		-54.682	380.395	
	0.25	-0.204	0.041	-0.091	50.286	-345.751		-54.682	366.725	
	0.5	-0.176	0.041	-0.081	50.286	-333.179		-54.682	353.054	
	0.75	-0.149	0.041	-0.071	50.286	-320.608		-54.682	339.383	
	1	-0.122	0.041	-0.061	50.286		-0.79	-54.682		-1.308
	1	-309.63	0.041	-51.927	50.286		-0.79	-54.682		-1.308
27	0	-261.077	0.038	-51.928	50.059	-335.459	-0.713	-54.365	355.14	-1.181
	0	-0.13	0.038	-0.064	50.059	-285.399		-54.365	300.775	
	1	-0.026	0.038	-0.027	50.059	-235.34		-54.365	246.41	
	2	0.078	0.038	0.011	50.059	-185.28		-54.365	192.045	
	3	0.182	0.038	0.049	50.059	-135.221		-54.365	137.68	
	4	0.286	0.038	0.087	50.059		-0.713	-54.365		-1.181
	4	-261.077	0.038	-51.928	50.059		-0.713	-54.365		-1.181
28	0	-183.811	0.004	-36.665	45.74	-190.498	-0.473	-48.672	195.769	-0.79
	0	0.292	0.004	0.085	45.74	-144.758		-48.672	147.097	
	1	0.322	0.004	0.089	45.74	-99.019		-48.672	98.426	
	2	0.353	0.004	0.093	45.74	-53.279		-48.672	49.754	
	3	0.384	0.004	0.097	45.74	-7.539		-48.672	1.082	
	4	0.415	0.004	0.102	45.74		-0.473	-48.672		-0.79
	4	-183.811	0.004	-36.665	45.74		-0.473	-48.672		-0.79

29	0		-106.531	-21.397	35.512	-79.812	-0.244	-36.219	76.056	-0.419
	0	-0.07	0.482	0.116	-0.019	0.097		-36.219	39.836	
	1	-0.07	0.411	0.097	-0.019	0.078	-44.3	-36.219	3.617	
	2	-0.07	0.341	0.078	-0.019	0.058	-8.788	-36.219	-32.603	
	3	-0.07	0.271	0.058	-0.019	0.039	26.724	-36.219	-68.822	
	4	-0.07	0.201	0.039	-0.019		62.236	-36.219		-0.419
	4		-106.531	-21.397			-0.244			
30	0		-29.237	-6.127	20.098	-11.539	-0.097	-19.217	6.748	-0.173
	0	-0.117	0.327	0.067	-0.025	0.042		-19.217	-12.469	
	1	-0.117	0.21	0.042	-0.025	0.018	8.559	-19.217	-31.686	
	2	-0.117	0.092	0.018	-0.025	-0.007	28.657	-19.217	-50.902	
	3	-0.117	-0.025	-0.007	-0.025	-0.031	48.755	-19.217	-70.119	
	4	-0.117	-0.143	-0.031	-0.025		68.853	-19.217		-0.173
	4		-29.237	-6.127			-0.097			
31	0		-309.634	-51.928	48.805	-363.18	-0.511	-57.886	410.523	-1.542
	0	0.228	-0.514	-0.239	0.098	-0.215		-57.886	396.051	
	0.25	0.228	-0.457	-0.215	0.098	-0.19	48.805	-57.886	381.579	
	0.5	0.228	-0.4	-0.19	0.098	-0.165	48.805	-57.886	367.108	
	0.75	0.228	-0.343	-0.165	0.098	-0.141	48.805	-57.886	352.636	
	1	0.228	-0.286	-0.141	0.098		48.805	-57.886		-1.542
	1		-309.634	-51.928			-0.511			
32	0		-261.082	-51.93	48.617	-328.925	-0.454	-57.492	369.036	-1.383
	0	0.226	-0.304	-0.15	0.087	-0.062		-57.492	311.543	
	1	0.226	-0.078	-0.062	0.087	0.025	48.617	-57.492	254.051	
	2	0.226	0.148	0.025	0.087	0.112	48.617	-57.492	196.558	
	3	0.226	0.374	0.112	0.087	0.199	48.617	-57.492	139.066	
	4	0.226	0.599	0.199	0.087		48.617	-57.492		-1.383
	4		-261.082	-51.93			-0.454			

33	0		-183.817	-36.666	44.758	-188.807	-0.28	-50.682	199.112	-0.902
	0	0.061	0.606	0.001	0.195	0.001	0.195	0.001	0.195	0.001
	1	0.061	0.668	0.001	0.196	0.001	0.196	0.001	0.196	0.001
	2	0.061	0.729	0.001	0.197	0.001	0.197	0.001	0.197	0.001
	3	0.061	0.79	0.001	0.198	0.001	0.198	0.001	0.198	0.001
	4	0.061	0.852	0.001	0.199	0.001	0.199	0.001	0.199	0.001
	4		-183.817	-36.666	44.758	-9.775	-0.28	-50.682	-3.616	-0.902
34	0		-106.537	-21.398	35.168	-81.167	-0.118	-36.657	73.19	-0.458
	0	-0.134	0.985	-0.036	0.23	0.036	0.23	-0.036	0.23	0.036
	1	-0.134	0.851	-0.036	0.193	0.036	0.193	-0.036	0.193	0.036
	2	-0.134	0.717	-0.036	0.157	0.036	0.157	-0.036	0.157	0.036
	3	-0.134	0.583	-0.036	0.12	0.036	0.12	-0.036	0.12	0.036
	4	-0.134	0.449	-0.036	0.084	0.036	0.084	-0.036	0.084	0.036
	4		-106.537	-21.398	35.168	59.504	-0.118	-36.657	-73.437	-0.458
35	0		-29.241	-6.128	20.575	-13.747	-0.033	-18.56	3.314	-0.181
	0	-0.251	0.708	-0.051	0.141	0.051	0.141	-0.051	0.141	0.051
	1	-0.251	0.457	-0.051	0.09	0.051	0.09	-0.051	0.09	0.051
	2	-0.251	0.206	-0.051	0.038	0.051	0.038	-0.051	0.038	0.051
	3	-0.251	-0.045	-0.051	-0.013	0.051	-0.013	-0.051	-0.013	0.051
	4	-0.251	-0.296	-0.051	-0.064	0.051	-0.064	-0.051	-0.064	0.051
	4		-29.241	-6.128	20.575	68.553	-0.033	-18.56	-70.927	-0.181
36	0		-309.686	-51.934	47.545	-357.455	0.017	-62.032	431.262	-2.005
	0	0.168	-0.779	0.265	-0.518	0.265	-0.518	0.265	-0.518	0.265
	0.25	0.168	-0.737	0.265	-0.452	0.265	-0.452	0.265	-0.452	0.265
	0.5	0.168	-0.695	0.265	-0.386	0.265	-0.386	0.265	-0.386	0.265
	0.75	0.168	-0.653	0.265	-0.32	0.265	-0.32	0.265	-0.32	0.265
	1	0.168	-0.611	0.265	-0.254	0.265	-0.254	0.265	-0.254	0.265
	1		-309.686	-51.934	47.545	-309.91	0.017	-62.032	369.23	-2.005

37	0		-261.118	-51.941	47.489	-324.233	0.06	-61.592	386.436	-1.803
	0	0.406	-0.623	0.166	-0.278	0.166				
	1	0.406	-0.217	0.166	-0.112	0.166		-61.592	324.844	
	2	0.406	0.189	0.166	0.054	0.166		-61.592	263.251	
	3	0.406	0.596	0.166	0.22	0.166		-61.592	201.659	
	4	0.406	1.002	0.166	0.387	0.166	0.06	-61.592	140.066	-1.803
	4									
38	0		-183.826	-36.669	44.23	-188.043	0.128	-53.06	202.566	-1.17
	0	0.066	1.027	-0.033	0.388	-0.033				
	1	0.066	1.093	-0.033	0.355	-0.033		-53.06	149.506	
	2	0.066	1.159	-0.033	0.323	-0.033		-53.06	96.446	
	3	0.066	1.224	-0.033	0.29	-0.033		-53.06	43.385	
	4	0.066	1.29	-0.033	0.257	-0.033	0.128	-53.06	-9.675	-1.17
	4									
39	0		-106.538	-21.399	34.543	-81.978	0.183	-37.23	69.353	-0.599
	0	-0.159	1.474	-0.036	0.302	-0.036				
	1	-0.159	1.314	-0.036	0.267	-0.036		-37.23	32.123	
	2	-0.159	1.155	-0.036	0.231	-0.036		-37.23	-5.107	
	3	-0.159	0.996	-0.036	0.195	-0.036		-37.23	-42.337	
	4	-0.159	0.837	-0.036	0.16	-0.036	0.183	-37.23	-79.566	-0.599
	4									
40	0		-29.231	-6.127	21.398	-16.827	0.188	-17.588	-1.522	-0.289
	0	-0.407	1.215	-0.084	0.243	-0.084				
	1	-0.407	0.809	-0.084	0.16	-0.084		-17.588	-19.11	
	2	-0.407	0.402	-0.084	0.076	-0.084		-17.588	-36.698	
	3	-0.407	-0.005	-0.084	-0.007	-0.084		-17.588	-54.286	
	4	-0.407	-0.412	-0.084	-0.091	-0.084	0.188	-17.588	-71.875	-0.289
	4									

41	0	-154.456	0.902	-1.921	-25.895	42.906	-351.535	-62.474	-62.683	455.747	69.669
	0	6.885	0.902	-1.995		42.906	-340.808		-62.683	440.076	
	0.25	1.591	0.902	-1.47		42.906	-330.082		-62.683	424.405	
	0.5	3.312	0.902	-1.244		42.906	-319.355		-62.683	408.734	
	0.75	5.034	0.902	-1.019		42.906	-308.628		-62.683	393.064	
	1	6.755	0.902		-25.895			-62.474			69.669
	1										
42	0	-130.186	1.024	-1.045	-25.885	42.435	-315.73	-59.312	-62.39	401.996	65.74
	0	6.674	1.024	-0.022		42.435	-273.295		-62.39	339.605	
	1	4.749	1.024	1.002		42.435	-230.859		-62.39	277.215	
	2	1.925	1.024	2.025		42.435	-188.424		-62.39	214.824	
	3	8.599	1.024	3.049		42.435	-145.988		-62.39	152.434	
	4	15.273	1.024		-25.885			-59.312			65.74
	4										
43	0	-91.582	1.437	-2.65	-18.26	36.232	-172.838	-47.383	-44.948	184.746	51.514
	0	7.399	1.437	-1.213		36.232	-136.606		-44.948	139.798	
	1	6.197	1.437	0.224		36.232	-100.374		-44.948	94.849	
	2	1.202	1.437	1.661		36.232	-64.142		-44.948	49.901	
	3	8.602	1.437	3.098		36.232	-27.911		-44.948	4.952	
	4	16.001	1.437		-18.26			-47.383			51.514
	4										
44	0	-53.009	1.484	-2.584	-10.642	24.843	-63.337	-31.648	-29.495	45.432	33.647
	0	7.448	1.484	-1.1		24.843	-38.494		-29.495	15.937	
	1	5.348	1.484	0.384		24.843	-13.651		-29.495	-13.558	
	2	2.099	1.484	1.868		24.843	11.193		-29.495	-43.053	
	3	9.547	1.484	3.352		24.843	36.036		-29.495	-72.548	
	4	16.995	1.484		-10.642			-31.648			33.647
	4										

49	0	24.278	-18.211	0.02	0.009	-3.441	7.786	-1.206	3.341	-7.482	-0.941
	0	12.14	2.274	0	-0.001	-3.441	3.915	3.341	3.341	-3.723	
	1.125	0.001	9.103	0	0	-3.441	0.045	3.341	3.341	0.035	
	2.25	-12.138	2.276	0	0	-3.441	-3.826	3.341	3.341	3.793	
	3.375	-24.277	-18.207	0.02	0.009	-3.441	-7.697	-1.206	3.341	7.551	-0.941
	4.5										
50	0	24.277	-18.207	0.02	0.009	-3.341	7.551	-0.941	3.441	-7.697	-1.206
	0	12.138	2.276	0	0.001	-3.341	3.793	3.441	3.441	-3.826	
	1.125	-0.001	9.103	0	0	-3.341	0.035	3.441	3.441	0.045	
	2.25	-12.14	2.274	0	-0.001	-3.341	-3.723	3.441	3.441	3.915	
	3.375	-24.278	-18.211	0.02	0.009	-3.341	-7.482	-0.941	3.441	7.786	-1.206
	4.5										
51	0	24.275	-18.203	0.025	0.012	-3.254	7.369	-0.714	3.568	-7.971	-1.523
	0	12.136	2.278	-0.001	0.002	-3.264	3.698	3.568	3.568	-3.957	
	1.125	-0.003	9.103	-0.001	0	-3.264	0.026	3.568	3.568	0.056	
	2.25	-12.141	2.272	-0.001	-0.002	-3.264	-3.645	3.568	3.568	4.07	
	3.375	-24.28	-18.215	0.025	0.012	-3.264	-7.317	-0.714	3.568	8.083	-1.523
	4.5										
52	0	24.272	-18.198	0.027	0.023	-3.206	7.233	-0.527	3.727	-8.316	-1.917
	0	12.134	2.281	-0.003	0.005	-3.206	3.626	3.727	3.727	-4.123	
	1.125	-0.005	9.103	-0.003	0.002	-3.206	0.019	3.727	3.727	0.071	
	2.25	-12.144	2.269	-0.003	-0.001	-3.206	-3.587	3.727	3.727	4.264	
	3.375	-24.283	-18.221	0.027	0.023	-3.206	-7.194	-0.527	3.727	8.458	-1.917
	4.5										

53	0	-0.211	0.122	-0.471	-2.357
	0	24.284	-18.209	-0.01	0.018
	0	12.146	2.283	-0.01	0.007
	1.125	0.007	9.119	-0.01	-0.004
	2.25	-12.132	2.299	-0.01	-0.015
	3.375	-24.271	-18.177	-0.01	-0.026
	4.5				
	4.5	-0.211	0.122	-0.471	-2.357
54	0	0.725	0.414	-43.578	-6.204
	0	38.604	-28.869	7.625	-5.699
	0	19.288	3.695	3.809	0.733
	1.125	-0.029	14.529	-0.007	2.872
	2.25	-19.345	3.631	-3.823	0.718
	3.375	-38.661	-28.997	-7.639	-5.729
	4.5				
	4.5	0.725	0.414	-43.578	-6.204
55	0	0.385	0.215	-35.046	-9.462
	0	38.631	-28.972	7.633	-5.727
	0	19.315	3.623	3.817	0.714
	1.125	-0.001	14.487	0.001	2.862
	2.25	-19.317	3.62	-3.815	0.717
	3.375	-38.634	-28.978	-7.631	-5.722
	4.5				
	4.5	0.385	0.215	-35.046	-9.462
56	0	0.221	0.129	-28.236	-13.321
	0	38.631	-28.971	7.633	-5.726
	0	19.315	3.624	3.817	0.715
	1.125	-0.002	14.487	0.001	2.862
	2.25	-19.318	3.62	-3.815	0.716
	3.375	-38.634	-28.978	-7.631	-5.723
	4.5				
	4.5	0.221	0.129	-28.236	-13.321

57	0	0	0.147	0.095	-22.542	-17.641	-17.641
	0	38.632	-28.972	7.632	-5.725	-12.721	28.76
	1.125	19.316	3.623	3.816	0.715	-12.721	14.45
	2.25	-0.001	14.488	0	2.862	-12.721	0.139
	3.375	-19.317	3.622	-3.816	0.716	-12.721	-14.172
	4.5	-38.633	-28.975	-7.632	-5.724	-12.721	-28.483
	4.5						
	0	0	0.147	0.095	-17.641	-17.641	-17.641
	0	38.633	-28.975	7.632	-5.724	-12.41	28.031
	1.125	19.317	3.622	3.816	0.716	-12.41	14.07
	2.25	0.001	14.488	0	2.862	-12.41	0.109
	3.375	-19.316	3.623	-3.816	0.715	-12.41	-13.852
	4.5	-38.632	-28.972	-7.632	-5.725	-12.41	-27.813
	4.5						
	0	0	0.221	0.129	-13.321	-13.321	-13.321
	0	38.634	-28.978	7.631	-5.723	-12.17	27.464
	1.125	19.318	3.62	3.815	0.716	-12.17	13.773
	2.25	0.002	14.487	-0.001	2.862	-12.17	0.082
	3.375	-19.315	3.624	-3.817	0.715	-12.17	-13.61
	4.5	-38.631	-28.971	-7.633	-5.726	-12.17	-27.301
	4.5						
	0	0	0.385	0.215	-9.462	-9.462	-9.462
	0	38.634	-28.978	7.631	-5.722	-11.997	27.049
	1.125	19.317	3.62	3.815	0.717	-11.997	13.552
	2.25	0.001	14.487	-0.001	2.862	-11.997	0.056
	3.375	-19.315	3.623	-3.817	0.714	-11.997	-13.44
	4.5	-38.631	-28.972	-7.633	-5.727	-11.997	-26.936
	4.5						
	0	0	0.385	0.215	-9.462	-9.462	-9.462
	0	38.634	-28.978	7.631	-5.722	-11.997	27.049
	1.125	19.317	3.62	3.815	0.717	-11.997	13.552
	2.25	0.001	14.487	-0.001	2.862	-11.997	0.056
	3.375	-19.315	3.623	-3.817	0.714	-11.997	-13.44
	4.5	-38.631	-28.972	-7.633	-5.727	-11.997	-26.936
	4.5						

61	0	0.725	0.414	-6.204	-43.578
	0	38.661	-28.997	7.639	-5.729
	0	19.345	3.631	3.823	0.718
	1.125	0.029	14.529	0.007	2.872
	2.25	-19.288	3.695	-3.809	0.733
	3.375	-38.604	-28.869	-7.625	-5.699
	4.5				
	4.5	0.725	0.414	-6.204	-43.578
62	0	0.048	0.047	-94.397	-11.389
	0	38.572	-28.796	7.618	-5.683
	0	19.256	3.732	3.802	0.741
	1.125	-0.06	14.529	-0.014	2.871
	2.25	-19.377	3.596	-3.83	0.708
	3.375	-38.693	-29.068	-7.646	-5.748
	4.5				
	4.5	0.048	0.047	-94.397	-11.389
63	0	-0.177	0.044	-78.566	-21.075
	0	38.595	-28.885	7.623	-5.703
	0	19.279	3.67	3.807	0.727
	1.125	-0.037	14.493	-0.009	2.864
	2.25	-19.353	3.586	-3.825	0.707
	3.375	-38.67	-29.052	-7.641	-5.742
	4.5				
	4.5	-0.177	0.044	-78.566	-21.075
64	0	-0.372	0.007	-64.541	-30.666
	0	38.61	-28.918	7.627	-5.712
	0	19.294	3.653	3.811	0.722
	1.125	-0.022	14.493	-0.005	2.863
	2.25	-19.338	3.603	-3.821	0.711
	3.375	-38.655	-29.018	-7.637	-5.734
	4.5				
	4.5	-0.372	0.007	-64.541	-30.666

65	0	-0.473	-0.017	-52.088	-40.894	-40.894			
	0	38.625	-28.952	7.63	-5.719	-16.482	37.217	16.182	-36.304
	1.125	19.309	3.636	3.814	0.719	-16.482	18.675	16.182	-18.099
	2.25	-0.007	14.493	-0.002	2.863	-16.482	0.133	16.182	0.105
	3.375	-19.324	3.619	-3.818	0.715	-16.482	-18.408	16.182	18.31
	4.5	-38.64	-28.985	-7.634	-5.726	-16.482	-36.95	16.182	36.514
	4.5	-0.473	-0.017	-52.088	-40.894	-40.894	-40.894	-52.088	-40.894
66	0	-0.473	-0.017	-40.894	-52.088	-52.088			
	0	38.64	-28.985	7.634	-5.726	-16.182	36.514	16.482	-36.95
	1.125	19.324	3.619	3.818	0.715	-16.182	18.31	16.482	-18.408
	2.25	0.007	14.493	0.002	2.863	-16.182	0.105	16.482	0.133
	3.375	-19.309	3.636	-3.814	0.719	-16.182	-18.099	16.482	18.675
	4.5	-38.625	-28.952	-7.63	-5.719	-16.182	-36.304	16.482	37.217
	4.5	-0.473	-0.017	-40.894	-52.088	-40.894	-40.894	-52.088	-40.894
67	0	-0.372	0.007	-30.666	-64.541	-64.541			
	0	38.655	-29.018	7.637	-5.734	-15.952	35.97	16.853	-37.757
	1.125	19.338	3.603	3.821	0.711	-15.952	18.024	16.853	-18.797
	2.25	0.022	14.493	0.005	2.863	-15.952	0.078	16.853	0.162
	3.375	-19.294	3.653	-3.811	0.722	-15.952	-17.868	16.853	19.121
	4.5	-38.61	-28.918	-7.627	-5.712	-15.952	-35.814	16.853	38.081
	4.5	-0.372	0.007	-30.666	-64.541	-30.666	-30.666	-64.541	-64.541
68	0	-0.177	0.044	-21.075	-78.566	-78.566			
	0	38.67	-29.052	7.641	-5.742	-15.789	35.578	17.296	-38.726
	1.125	19.353	3.586	3.825	0.707	-15.789	17.815	17.296	-19.268
	2.25	0.037	14.493	0.009	2.864	-15.789	0.052	17.296	0.191
	3.375	-19.279	3.67	-3.807	0.727	-15.789	-17.711	17.296	19.649
	4.5	-38.595	-28.885	-7.623	-5.703	-15.789	-35.474	17.296	39.107
	4.5	-0.177	0.044	-21.075	-78.566	-21.075	-21.075	-78.566	-78.566

73	0		-2.278	-0.419	-16.674	37.607	-75.306	16.473	-36.994	-59.151
	0	38.619	-28.932	-5.715	-16.674	37.607	-75.306	16.473	-36.994	-59.151
	1.125	19.302	3.648	0.721	-16.674	18.848		16.473	-18.462	
	2.25	-0.014	14.498	2.864	-16.674	0.09		16.473	0.07	
	3.375	-19.33	3.617	0.714	-16.674	-18.668		16.473	18.602	
	4.5	-38.646	-28.995	-5.728	-16.674	-37.427		16.473	37.134	
	4.5		-2.278	-0.419	-16.674	-37.427	-75.306	16.473	37.134	-59.151
74	0		-2.278	-0.419	-16.473	37.134	-59.151	16.674	-37.427	-75.306
	0	38.646	-28.995	-5.728	-16.473	37.134	-59.151	16.674	-37.427	-75.306
	1.125	19.33	3.617	0.714	-16.473	18.602		16.674	-18.668	
	2.25	0.014	14.498	2.864	-16.473	0.07		16.674	0.09	
	3.375	-19.302	3.648	0.721	-16.473	-18.462		16.674	18.848	
	4.5	-38.619	-28.932	-5.715	-16.473	-36.994		16.674	37.607	
	4.5		-2.278	-0.419	-16.473	-36.994	-59.151	16.674	37.607	-75.306
75	0		-2.231	-0.413	-16.326	36.78	-43.737	16.919	-37.963	-92.309
	0	38.675	-29.058	-5.743	-16.326	36.78	-43.737	16.919	-37.963	-92.309
	1.125	19.359	3.586	0.707	-16.326	18.414		16.919	-18.929	
	2.25	0.042	14.499	2.865	-16.326	0.047		16.919	0.105	
	3.375	-19.274	3.681	0.729	-16.326	-18.32		16.919	19.14	
	4.5	-38.59	-28.867	-5.7	-16.326	-36.687		16.919	38.174	
	4.5		-2.231	-0.413	-16.326	-36.687	-43.737	16.919	38.174	-92.309
76	0		-2.114	-0.399	-16.242	36.564	-29.145	17.196	-38.577	-110.405
	0	38.705	-29.126	-5.757	-16.242	36.564	-29.145	17.196	-38.577	-110.405
	1.125	19.389	3.552	0.7	-16.242	18.292		17.196	-19.231	
	2.25	0.073	14.5	2.865	-16.242	0.021		17.196	0.115	
	3.375	-19.243	3.717	0.736	-16.242	-18.251		17.196	19.461	
	4.5	-38.56	-28.798	-5.685	-16.242	-36.523		17.196	38.807	
	4.5		-2.114	-0.399	-16.242	-36.523	-29.145	17.196	38.807	-110.405
77	0		-1.866	-0.35	-16.237	36.498	-15.999	17.506	-39.238	-130.047
	0	38.747	-29.176	-5.768	-16.237	36.498	-15.999	17.506	-39.238	-130.047
	1.125	19.431	3.549	0.699	-16.237	18.232		17.506	-19.543	
	2.25	0.115	14.544	2.873	-16.237	-0.034		17.506	0.151	
	3.375	-19.201	3.807	0.754	-16.237	-18.3		17.506	19.845	
	4.5	-38.518	-28.66	-5.658	-16.237	-36.566		17.506	39.539	
	4.5		-1.866	-0.35	-16.237	-36.566	-15.999	17.506	39.539	-130.047

78	0	14.492	-10.66	-5.581	-1.134	-16.141	36.498	-145.968	15.412	-34.845	-8.844
	0	14.492	-10.66	-5.581	-1.134	-16.141	36.498	-145.968	15.412	-34.845	-8.844
	1.125	7.191	1.536	1.505	0.324	-16.141	18.339		15.412	-17.506	
	2.25	-0.111	5.519	-0.025	1.157	-16.141	0.18		15.412	-0.168	
	3.375	-7.412	1.287	-1.555	0.268	-16.141	-17.978		15.412	17.171	
	4.5	-14.713	-11.158	-3.085	-2.342	-16.141	-36.137		15.412	34.509	
	4.5			-5.581	-1.134			-145.968			-8.844
79	0	14.518	-10.746	-5.174	-1.05	-15.852	35.738	-128.38	15.224	-34.255	-30.242
	0	14.518	-10.746	-5.174	-1.05	-15.852	35.738	-128.38	15.224	-34.255	-30.242
	1.125	7.217	1.48	1.512	0.311	-15.852	17.904		15.224	-17.128	
	2.25	-0.085	5.492	-0.018	1.151	-15.852	0.071		15.224	-0.001	
	3.375	-7.386	1.29	-1.548	0.27	-15.852	-17.762		15.224	17.126	
	4.5	-14.687	-11.126	-3.078	-2.333	-15.852	-35.595		15.224	34.253	
	4.5			-5.174	-1.05			-128.38			-30.242
80	0	14.554	-10.83	-4.923	-0.999	-15.67	35.332	-109.819	15.257	-34.301	-50.817
	0	14.554	-10.83	-4.923	-0.999	-15.67	35.332	-109.819	15.257	-34.301	-50.817
	1.125	7.253	1.436	1.52	0.302	-15.67	17.702		15.257	-17.137	
	2.25	-0.048	5.489	-0.01	1.15	-15.67	0.073		15.257	0.028	
	3.375	-7.349	1.328	-1.54	0.278	-15.67	-17.556		15.257	17.192	
	4.5	-14.651	-11.047	-3.07	-2.316	-15.67	-35.185		15.257	34.356	
	4.5			-4.923	-0.999			-109.819			-50.817
81	0	14.587	-10.904	-4.806	-0.974	-15.497	34.934	-90.603	15.354	-34.497	-70.915
	0	14.587	-10.904	-4.806	-0.974	-15.497	34.934	-90.603	15.354	-34.497	-70.915
	1.125	7.286	1.399	1.527	0.293	-15.497	17.499		15.354	-17.224	
	2.25	-0.016	5.488	-0.003	1.15	-15.497	0.065		15.354	0.049	
	3.375	-7.317	1.364	-1.533	0.286	-15.497	-17.37		15.354	17.322	
	4.5	-14.618	-10.975	-3.063	-2.3	-15.497	-34.804		15.354	34.595	
	4.5			-4.806	-0.974			-90.603			-70.915

82	0	14.618	-10.975	-4.806	3.063	-2.3	-0.974	-15.354	34.595	-70.915	15.497	-34.804	-90.603
	0	7.317	1.364		1.533	0.286		-15.354	17.322		15.497	-17.37	
	1.125	0.016	5.488		0.003	1.15		-15.354	0.049		15.497	0.065	
	2.25	-7.286	1.399		-1.527	0.293		-15.354	-17.224		15.497	17.499	
	3.375	-14.587	-10.904		-3.057	-2.285		-15.354	-34.497		15.497	34.934	
	4.5			-4.806			-0.974			-70.915			-90.603
	4.5												
83	0	14.651	-11.047	-4.923	3.07	-2.316	-0.999	-15.257	34.356	-50.817	15.67	-35.185	-109.819
	0	7.349	1.328		1.54	0.278		-15.257	17.192		15.67	-17.556	
	1.125	0.048	5.489		0.01	1.15		-15.257	0.028		15.67	0.073	
	2.25	-7.253	1.436		-1.52	0.302		-15.257	-17.137		15.67	17.702	
	3.375	-14.554	-10.83		-3.05	-2.269		-15.257	-34.301		15.67	35.332	
	4.5			-4.923			-0.999			-50.817			-109.819
	4.5												
84	0	14.687	-11.126	-5.174	3.078	-2.333	-1.05	-15.224	34.253	-30.242	15.852	-35.595	-128.38
	0	7.386	1.29		1.548	0.27		-15.224	17.126		15.852	-17.762	
	1.125	0.085	5.492		0.018	1.151		-15.224	-0.001		15.852	0.071	
	2.25	-7.217	1.48		-1.512	0.311		-15.224	-17.128		15.852	17.904	
	3.375	-14.518	-10.746		-3.042	-2.251		-15.224	-34.255		15.852	35.738	
	4.5			-5.174			-1.05			-30.242			-128.38
	4.5												
85	0	14.713	-11.158	-5.581	3.085	-2.342	-1.134	-15.412	34.509	-8.844	16.141	-36.137	-145.968
	0	7.412	1.287		1.555	0.268		-15.412	17.171		16.141	-17.978	
	1.125	0.111	5.519		0.025	1.157		-15.412	-0.168		16.141	0.18	
	2.25	-7.191	1.536		-1.505	0.324		-15.412	-17.506		16.141	18.339	
	3.375	-14.492	-10.66		-3.035	-2.23		-15.412	-34.845		16.141	36.498	
	4.5			-5.581			-1.134			-8.844			-145.968
	4.5												

GAYA DALAM PORTAL E36

ELEMEN	JARAK	AKIBAT BEBAN MATI		AKIBAT BEBAN HIDUP		AKIBAT BEBAN GEMPA KIRI		AKIBAT BEBAN GEMPA KANAN	
		GESER	MOMEN	GESER	MOMEN	GESER	MOMEN	GESER	MOMEN
1	0	-210.074	-210.074	-51.776	-51.776	69.669	69.669	-62.474	-62.474
	0	-8.591	3.909	-1.803	3.841	62.683	-455.747	-42.906	351.535
	0.25	-8.591	1.762	-1.803	3.39	62.683	-440.076	-42.906	340.808
	0.5	-8.591	-0.386	-1.803	2.939	62.683	-424.405	-42.906	330.082
	0.75	-8.591	-2.534	-1.803	2.489	62.683	-408.734	-42.906	319.355
	1	-8.591	-4.682	-1.803	2.038	62.683	-393.064	-42.906	308.628
2	0	-185.784	-185.784	-51.756	-51.756	65.74	65.74	-59.312	-59.312
	0	-8.609	13.549	-2.047	2.09	62.39	-401.996	-42.435	315.73
	1	-8.609	4.94	-2.047	0.043	62.39	-339.605	-42.435	273.295
	2	-8.609	-3.669	-2.047	-2.004	62.39	-277.215	-42.435	230.859
	3	-8.609	-12.278	-2.047	-4.051	62.39	-214.824	-42.435	188.424
	4	-8.609	-20.887	-2.047	-6.098	62.39	-152.434	-42.435	145.988
3	0	-132.856	-132.856	-36.506	-36.506	51.514	51.514	-47.383	-47.383
	0	-10.133	18.698	-2.874	5.3	44.948	-184.746	-36.232	172.838
	1	-10.133	8.565	-2.874	2.426	44.948	-139.798	-36.232	136.606
	2	-10.133	-1.567	-2.874	-0.449	44.948	-94.849	-36.232	100.374
	3	-10.133	-11.7	-2.874	-3.323	44.948	-49.901	-36.232	64.142
	4	-10.133	-21.833	-2.874	-6.197	44.948	-4.952	-36.232	27.911
4	0	-79.974	-79.974	-21.27	-21.27	33.647	33.647	-31.648	-31.648
	0	-10.465	17.654	-2.968	5.169	29.495	-45.432	-24.843	63.337
	1	-10.465	7.189	-2.968	2.201	29.495	-15.937	-24.843	38.494
	2	-10.465	-3.276	-2.968	-0.767	29.495	13.558	-24.843	13.651
	3	-10.465	-13.741	-2.968	-3.735	29.495	43.053	-24.843	-11.193
	4	-10.465	-24.206	-2.968	-6.703	29.495	72.548	-24.843	-36.036
	4		-79.974		-21.27		33.647		-31.648

5	0	-8.75	15.056	-27.185	-6.056	16.141	-8.844	0.531	-15.412
	0	-8.75	6.306	-2.265	4.612	33.009	-8.844	0.531	
	1	-8.75	2.444	-2.265	2.347	33.881	-8.844	-8.313	
	2	-8.75	-11.195	-2.265	0.082	34.753	-8.844	-17.157	
	3	-8.75	-19.945	-2.265	-2.183	35.626	-8.844	-26.001	
	4	-8.75	-27.185	-2.265	-4.449	36.498	-8.844	-34.845	
	4								-15.412
6	0	-0.683	1.923	-421.356	-103.838	-2.005	-47.545	357.455	0.017
	0	-0.683	1.752	-0.529	1.036	62.032	-47.545	357.455	
	0.25	-0.683	1.581	-0.529	0.904	62.032	-47.545	345.568	
	0.5	-0.683	1.411	-0.529	0.772	62.032	-47.545	333.682	
	0.75	-0.683	1.24	-0.529	0.639	62.032	-47.545	321.796	
	1	-0.683	-27.185	-0.529	0.507	62.032	-47.545	309.91	
	1								0.017
7	0	-0.738	1.306	-372.803	-103.852	-1.803	-47.489	324.233	0.06
	0	-0.738	0.568	-0.332	0.557	61.592	-47.489	324.233	
	1	-0.738	-0.17	-0.332	0.224	61.592	-47.489	276.745	
	2	-0.738	-0.909	-0.332	-0.108	61.592	-47.489	229.256	
	3	-0.738	-1.647	-0.332	-0.441	61.592	-47.489	181.767	
	4	-0.738	-266.842	-0.332	-0.773	61.592	-47.489	134.279	
	4								0.06
8	0	-0.086	-1.645	-266.842	-73.309	-1.17	-44.23	188.043	0.128
	0	-0.086	-1.731	0.066	-0.777	53.06	-44.23	188.043	
	1	-0.086	-1.817	0.066	-0.711	53.06	-44.23	143.813	
	2	-0.086	-1.903	0.066	-0.645	53.06	-44.23	99.583	
	3	-0.086	-1.989	0.066	-0.58	53.06	-44.23	55.353	
	4	-0.086	-266.842	0.066	-0.514	53.06	-44.23	11.123	
	4								0.128

9	0		-160.894		-42.769		-0.599		0.183
	0	0.035	-2.231	0.071	-0.604	37.23	-69.353	-34.543	81.978
	1	0.035	-2.196	0.071	-0.532	37.23	-32.123	-34.543	47.435
	2	0.035	-2.161	0.071	-0.461	37.23	5.107	-34.543	12.892
	3	0.035	-2.125	0.071	-0.389	37.23	42.337	-34.543	-21.651
	4	0.035	-2.09	0.071	-0.318	37.23	79.566	-34.543	-56.194
	4								0.183
10	0		-54.919		-12.224		-0.289		0.188
	0	0.866	-2.685	0.166	-0.484	17.588	1.522	-21.398	16.827
	1	0.866	-1.82	0.166	-0.318	17.588	19.11	-21.398	-4.571
	2	0.866	-0.954	0.166	-0.151	17.588	36.698	-21.398	-25.968
	3	0.866	-0.088	0.166	0.015	17.588	54.286	-21.398	-47.366
	4	0.866	0.778	0.166	0.182	17.588	71.875	-21.398	-68.764
	4								0.188
11	0		-421.274		-103.827		-1.542		-0.511
	0	-0.435	1.108	-0.197	0.478	57.886	-410.523	-48.805	363.18
	0.25	-0.435	1	-0.197	0.429	57.886	-396.051	-48.805	350.979
	0.5	-0.435	0.891	-0.197	0.38	57.886	-381.579	-48.805	338.778
	0.75	-0.435	0.782	-0.197	0.331	57.886	-367.108	-48.805	326.577
	1	-0.435	0.674	-0.197	0.281	57.886	-352.636	-48.805	314.376
	1								-0.511
12	0		-372.725		-103.83		-1.383		-0.454
	0	-0.415	0.713	-0.174	0.299	57.492	-369.036	-48.617	328.925
	1	-0.415	0.299	-0.174	0.125	57.492	-311.543	-48.617	280.308
	2	-0.415	-0.116	-0.174	-0.05	57.492	-254.051	-48.617	231.691
	3	-0.415	-0.53	-0.174	-0.224	57.492	-196.558	-48.617	183.074
	4	-0.415	-0.945	-0.174	-0.398	57.492	-139.066	-48.617	134.457
	4								-0.454

13	0	-0.131	-0.925	-266.807	-0.002	-0.39	-73.303	50.682	-199.112	-0.902	-44.758	188.807	-0.28
	0	-0.131	-1.056		-0.002	-0.392		50.682	-148.43		-44.758	144.049	
	1	-0.131	-1.186		-0.002	-0.394		50.682	-97.748		-44.758	99.291	
	2	-0.131	-1.317		-0.002	-0.396		50.682	-47.066		-44.758	54.533	
	3	-0.131	-1.448		-0.002	-0.398		50.682	3.616		-44.758	9.775	
	4			-266.807			-73.303			-0.902			-0.28
14	0	0.153	-1.632	-160.866	0.073	-0.459	-42.768	36.657	-73.19	-0.458	-35.168	81.167	-0.118
	0	0.153	-1.479		0.073	-0.386		36.657	-36.533		-35.168	45.999	
	1	0.153	-1.326		0.073	-0.313		36.657	0.123		-35.168	10.831	
	2	0.153	-1.173		0.073	-0.24		36.657	36.78		-35.168	-24.337	
	3	0.153	-1.02		0.073	-0.167		36.657	73.437		-35.168	-59.504	
	4			-160.866			-42.768			-0.458			-0.118
15	0	0.485	-1.436	-54.896	0.102	-0.281	-12.226	18.56	-3.314	-0.181	-20.575	13.747	-0.033
	0	0.485	-0.952		0.102	-0.179		18.56	15.246		-20.575	-6.828	
	1	0.485	-0.467		0.102	-0.077		18.56	33.807		-20.575	-27.403	
	2	0.485	0.018		0.102	0.026		18.56	52.367		-20.575	-47.978	
	3	0.485	0.502		0.102	0.128		18.56	70.927		-20.575	-68.553	
	4			-54.896			-12.226			-0.181			-0.033
16	0	-0.201	0.505	-421.265	-0.082	0.203	-103.825	54.682	-394.066	-1.308	-50.286	370.894	-0.79
	0	-0.201	0.454		-0.082	0.182		54.682	-380.395		-50.286	358.322	
	0.25	-0.201	0.404		-0.082	0.162		54.682	-366.725		-50.286	345.751	
	0.75	-0.201	0.354		-0.082	0.142		54.682	-353.054		-50.286	333.179	
	1	-0.201	0.304		-0.082	0.121		54.682	-339.383		-50.286	320.608	
	1			-421.265			-103.825			-1.308			-0.79

17	0	-0.192	0.322	-372.715	-103.827	54.365	-355.14	-1.181	-50.059	335.459	-0.713
	0	-0.192	0.129	-0.075	0.128	54.365	-300.775	-50.059	285.399		
	1	-0.192	-0.063	-0.075	-0.022	54.365	-246.41	-50.059	235.34		
	2	-0.192	-0.255	-0.075	-0.098	54.365	-192.045	-50.059	185.28		
	3	-0.192	-0.447	-0.075	-0.173	54.365	-137.68	-50.059	135.221		
	4	-0.072	-0.439	-0.008	-0.17	48.672	-195.769	-45.74	190.498		
18	0	-0.072	-0.511	-0.008	-0.178	48.672	-147.097	-45.74	144.758		
	1	-0.072	-0.582	-0.008	-0.186	48.672	-98.426	-45.74	99.019		
	2	-0.072	-0.654	-0.008	-0.195	48.672	-49.754	-45.74	53.279		
	3	-0.072	-0.726	-0.008	-0.203	48.672	-1.082	-45.74	7.539		
	4	0.095	-0.819	0.039	-0.232	36.219	-76.056	-35.512	79.812		
19	0	0.095	-0.723	0.039	-0.194	36.219	-39.836	-35.512	44.3		
	1	0.095	-0.628	0.039	-0.155	36.219	-3.617	-35.512	8.788		
	2	0.095	-0.532	0.039	-0.116	36.219	32.603	-35.512	-26.724		
	3	0.095	-0.437	0.039	-0.078	36.219	68.822	-35.512	-62.236		
	4	0.22	-0.64	0.049	-0.134	19.217	-6.748	-20.098	11.539		
20	0	0.22	-0.42	0.049	-0.085	19.217	12.469	-20.098	-8.559		
	1	0.22	-0.2	0.049	-0.036	19.217	31.686	-20.098	-28.657		
	2	0.22	0.019	0.049	0.013	19.217	50.902	-20.098	-48.755		
	3	0.22	0.239	0.049	0.062	19.217	70.119	-20.098	-68.853		
	4										

21	0	0	-421.263	0	-103.825	52.204	-381.048	-1.055	-52.204	381.048	-1.055
	0	0	0	0	0	52.204	-367.997	-1.055	-52.204	367.997	-1.055
	0.25	0	0	0	0	52.204	-354.946	-1.055	-52.204	354.946	-1.055
	0.5	0	0	0	0	52.204	-341.895	-1.055	-52.204	341.895	-1.055
	0.75	0	0	0	0	52.204	-328.844	-1.055	-52.204	328.844	-1.055
	1	0	0	0	0	52.204	-328.844	-1.055	-52.204	328.844	-1.055
	1	0	-421.263	0	-103.825	51.939	-344.092	-0.955	-51.939	344.092	-0.955
22	0	0	-372.712	0	-103.826	51.939	-292.153	-0.955	-51.939	292.153	-0.955
	0	0	0	0	0	51.939	-240.214	-0.955	-51.939	240.214	-0.955
	1	0	0	0	0	51.939	-188.275	-0.955	-51.939	188.275	-0.955
	2	0	0	0	0	51.939	-136.336	-0.955	-51.939	136.336	-0.955
	3	0	0	0	0	51.939	-136.336	-0.955	-51.939	136.336	-0.955
	4	0	0	0	0	51.939	-136.336	-0.955	-51.939	136.336	-0.955
	4	0	-372.712	0	-103.826	47.038	-192.85	-0.644	-47.038	192.85	-0.644
23	0	0	-266.792	0	-73.299	47.038	-145.813	-0.644	-47.038	145.813	-0.644
	0	0	0	0	0	47.038	-98.775	-0.644	-47.038	98.775	-0.644
	1	0	0	0	0	47.038	-51.738	-0.644	-47.038	51.738	-0.644
	2	0	0	0	0	47.038	-4.7	-0.644	-47.038	4.7	-0.644
	3	0	0	0	0	47.038	-4.7	-0.644	-47.038	4.7	-0.644
	4	0	0	0	0	47.038	-4.7	-0.644	-47.038	4.7	-0.644
	4	0	-266.792	0	-73.299	35.843	-78.164	-0.345	-35.843	78.164	-0.345
24	0	0	-160.851	0	-42.765	35.843	-42.321	-0.345	-35.843	42.321	-0.345
	0	0	0	0	0	35.843	-6.478	-0.345	-35.843	6.478	-0.345
	1	0	0	0	0	35.843	29.365	-0.345	-35.843	-29.365	-0.345
	2	0	0	0	0	35.843	65.208	-0.345	-35.843	-65.208	-0.345
	3	0	0	0	0	35.843	65.208	-0.345	-35.843	-65.208	-0.345
	4	0	0	0	0	35.843	65.208	-0.345	-35.843	-65.208	-0.345
	4	0	-160.851	0	-42.765	35.843	65.208	-0.345	-35.843	-65.208	-0.345

25	0	-54.885	-12.224	-0.143	-0.143	-19.688	9.353	-0.143
	0	0	0	19.688	-9.353	19.688	9.353	
	0	0	0	19.688	10.335	19.688	-10.335	
1	0	0	0	19.688	30.023	19.688	-30.023	
2	0	0	0	19.688	49.712	19.688	-49.712	
3	0	0	0	19.688	69.4	19.688	-69.4	
4	0	-54.885	-12.224	-0.143	-0.143	-19.688	-69.4	-0.143
4	0	-421.265	-103.825	-0.79	-0.79	-54.682	394.066	-1.308
0	0.201	-0.505	0.082	50.286	-370.894	50.286	394.066	
0	0.201	-0.454	0.082	50.286	-358.322	50.286	380.395	
0.25	0.201	-0.404	0.082	50.286	-345.751	50.286	366.725	
0.5	0.201	-0.354	0.082	50.286	-333.179	50.286	353.054	
0.75	0.201	-0.304	0.082	50.286	-320.608	50.286	339.383	
1	0.201	-0.304	0.082	50.286	-320.608	50.286	339.383	-1.308
1	0.201	-0.304	0.082	50.286	-320.608	50.286	339.383	-1.308
27	0	-372.715	-103.827	-0.713	-0.713	-54.365	355.14	-1.181
0	0.192	-0.322	0.075	50.059	-335.459	50.059	355.14	
0	0.192	-0.129	0.075	50.059	-285.399	50.059	300.775	
1	0.192	0.063	0.075	50.059	-235.34	50.059	246.41	
2	0.192	0.255	0.075	50.059	-185.28	50.059	192.045	
3	0.192	0.447	0.075	50.059	-135.221	50.059	137.68	
4	0.192	0.447	0.075	50.059	-135.221	50.059	137.68	-1.181
4	0.192	0.447	0.075	50.059	-135.221	50.059	137.68	-1.181
28	0	-266.796	-73.3	-0.473	-0.473	-48.672	195.769	-0.79
0	0.072	0.439	0.008	45.74	-190.498	45.74	195.769	
0	0.072	0.511	0.008	45.74	-144.758	45.74	147.097	
1	0.072	0.582	0.008	45.74	-99.019	45.74	98.426	
2	0.072	0.654	0.008	45.74	-53.279	45.74	49.754	
3	0.072	0.726	0.008	45.74	-7.539	45.74	1.082	
4	0.072	0.726	0.008	45.74	-7.539	45.74	1.082	-0.79
4	0.072	0.726	0.008	45.74	-7.539	45.74	1.082	-0.79

29	0	-0.095	0.819	-160.854	-42.765	35.512	-79.812	-0.244	-36.219	76.056	-0.419
	0	-0.095	0.723	-160.854	0.232	35.512	-44.3	-0.244	-36.219	39.836	
	1	-0.095	0.628	-160.854	0.194	35.512	-8.788	-0.097	-36.219	3.617	
	2	-0.095	0.532	-160.854	0.155	35.512	26.724	-0.097	-36.219	-32.603	
	3	-0.095	0.437	-160.854	0.116	35.512	62.236	-0.097	-36.219	-68.822	
	4	-0.095	0.437	-160.854	0.078	35.512		-0.097	-36.219		-0.419
30	0			-54.887	-12.225	20.098	-11.539	-0.097	-19.217	6.748	-0.173
	0	-0.22	0.64	-54.887	0.134	20.098	8.559	-0.097	-19.217	-12.469	
	1	-0.22	0.42	-54.887	0.085	20.098	28.657	-0.097	-19.217	-31.686	
	2	-0.22	0.2	-54.887	0.036	20.098	48.755	-0.097	-19.217	-50.902	
	3	-0.22	-0.019	-54.887	-0.013	20.098	68.853	-0.097	-19.217	-70.119	
	4	-0.22	-0.239	-54.887	-0.062	20.098		-0.097	-19.217		-0.173
31	0			-421.274	-103.827	48.805	-363.18	-0.511	-57.886	410.523	-1.542
	0	0.435	-1.108	-421.274	-0.478	48.805	-350.979	-0.511	-57.886	396.051	
	0.25	0.435	-1	-421.274	-0.429	48.805	-338.778	-0.511	-57.886	381.579	
	0.5	0.435	-0.891	-421.274	-0.38	48.805	-326.577	-0.511	-57.886	367.108	
	0.75	0.435	-0.782	-421.274	-0.331	48.805	-314.376	-0.511	-57.886	352.636	
	1	0.435	-0.674	-421.274	-0.281	48.805		-0.511	-57.886		-1.542
32	0			-372.725	-103.83	48.617	-328.925	-0.454	-57.492	369.036	-1.383
	0	0.415	-0.713	-372.725	-0.299	48.617	-280.308	-0.454	-57.492	311.543	
	1	0.415	-0.299	-372.725	-0.125	48.617	-231.691	-0.454	-57.492	254.051	
	2	0.415	0.116	-372.725	0.05	48.617	-183.074	-0.454	-57.492	196.558	
	3	0.415	0.53	-372.725	0.224	48.617	-134.457	-0.454	-57.492	139.066	
	4	0.415	0.945	-372.725	0.398	48.617		-0.454	-57.492		-1.383
	4	0.415	0.945	-372.725	0.398	48.617		-0.454	-57.492		-1.383

42	0	-185.784	-51.756	-59.312	65.74				
	0	8.609	-13.549	2.047	-2.09	42.435	-315.73	-62.39	401.996
	1	8.609	-4.94	2.047	-0.043	42.435	-273.295	-62.39	339.605
	2	8.609	3.669	2.047	2.004	42.435	-230.859	-62.39	277.215
	3	8.609	12.278	2.047	4.051	42.435	-188.424	-62.39	214.824
	4	8.609	20.887	2.047	6.098	42.435	-145.988	-62.39	152.434
	4		-185.784	-51.756	-59.312	65.74			
43	0	-132.856	-36.506	-47.383	51.514				
	0	10.133	-18.698	2.874	-5.3	36.232	-172.838	-44.948	184.746
	1	10.133	-8.565	2.874	-2.426	36.232	-136.606	-44.948	139.798
	2	10.133	1.567	2.874	0.449	36.232	-100.374	-44.948	94.849
	3	10.133	11.7	2.874	3.323	36.232	-64.142	-44.948	49.901
	4	10.133	21.833	2.874	6.197	36.232	-27.911	-44.948	4.952
	4		-132.856	-36.506	-47.383	51.514			
44	0	-79.974	-21.27	-31.648	33.647				
	0	10.465	-17.654	2.968	-5.169	24.843	-63.337	-29.495	45.432
	1	10.465	-7.189	2.968	-2.201	24.843	-38.494	-29.495	15.937
	2	10.465	3.276	2.968	0.767	24.843	-13.651	-29.495	-13.558
	3	10.465	13.741	2.968	3.735	24.843	11.193	-29.495	-43.053
	4	10.465	24.206	2.968	6.703	24.843	36.036	-29.495	-72.548
	4		-79.974	-21.27	-31.648	33.647			
45	0	-27.185	-6.056	-15.412	16.141				
	0	8.75	-15.056	2.265	-4.612	8.844	-0.531	-0.872	-33.009
	1	8.75	-6.306	2.265	-2.347	8.844	8.313	-0.872	-33.881
	2	8.75	2.444	2.265	-0.082	8.844	17.157	-0.872	-34.753
	3	8.75	11.195	2.265	2.183	8.844	26.001	-0.872	-35.626
	4	8.75	19.945	2.265	4.449	8.844	34.845	-0.872	-36.498
	4		-27.185	-6.056	-15.412	16.141			

46	0	24.291	-18.23	0.018	0.244	-3.929	8.932	-2.357	3.162	-7.102	-0.471
	0	12.152	2.269	0.02	-0.052	-3.929	4.512	3.162	3.162	-3.544	
	1.125	0.013	9.112	0.02	-0.008	-3.929	0.092	3.162	3.162	0.014	
	2.25	-12.125	2.298	0.02	0.014	-3.929	-4.329	3.162	3.162	3.571	
	3.375	-24.264	-18.171	0.02	0.036	-3.929	-8.749	3.162	3.162	7.129	
	4.5			0.018	0.244			-2.357			-0.471
	4.5			0.073	0.047			-1.917			-0.527
47	0	24.289	-18.237	0.005	-0.014	-3.727	8.458	3.206	3.206	-7.194	
	0	12.151	2.26	0.005	-0.008	-3.727	4.264	3.206	3.206	-3.587	
	1.125	0.012	9.101	0.005	-0.001	-3.727	0.071	3.206	3.206	0.019	
	2.25	-12.127	2.287	0.005	0.005	-3.727	-4.123	3.206	3.206	3.626	
	3.375	-24.266	-18.184	0.005	0.011	-3.727	-8.316	3.206	3.206	7.233	
	4.5			0.073	0.047			-1.917			-0.527
	4.5			0.053	0.024			-1.523			-0.714
48	0	24.284	-18.224	0.003	-0.007	-3.568	8.083	3.264	3.264	-7.317	
	0	12.145	2.267	0.003	-0.004	-3.568	4.07	3.264	3.264	-3.645	
	1.125	0.006	9.102	0.003	-0.001	-3.568	0.056	3.264	3.264	0.026	
	2.25	-12.133	2.281	0.003	0.002	-3.568	-3.957	3.264	3.264	3.698	
	3.375	-24.271	-18.196	0.003	0.005	-3.568	-7.971	3.264	3.264	7.369	
	4.5			0.053	0.024			-1.523			-0.714
	4.5			0.044	0.018			-1.206			-0.941
49	0	24.279	-18.214	0.001	-0.002	-3.441	7.786	3.341	3.341	-7.482	
	0	12.141	2.272	0.001	-0.001	-3.441	3.915	3.341	3.341	-3.723	
	1.125	0.002	9.103	0.001	-0.001	-3.441	0.045	3.341	3.341	0.035	
	2.25	-12.137	2.277	0.001	0	-3.441	-3.826	3.341	3.341	3.793	
	3.375	-24.276	-18.205	0.001	0.001	-3.441	-7.697	3.341	3.341	7.551	
	4.5			0.044	0.018			-1.206			-0.941
	4.5			0.044	0.018			-0.941			-1.206
50	0	24.276	-18.205	-0.001	0.001	-3.341	7.551	3.441	3.441	-7.697	
	0	12.137	2.277	-0.001	0	-3.341	3.793	3.441	3.441	-3.826	
	1.125	-0.002	9.103	-0.001	-0.001	-3.341	0.035	3.441	3.441	0.045	
	2.25	-12.141	2.272	-0.001	-0.001	-3.341	-3.723	3.441	3.441	3.915	
	3.375	-24.279	-18.214	-0.001	-0.002	-3.341	-7.482	3.441	3.441	7.786	
	4.5			0.044	0.018			-0.941			-1.206
	4.5			0.044	0.018			-0.941			-1.206

51	0	24.271	-18.196	0.053	0.024	-0.714	3.568	-7.971	-1.523
	0	12.133	2.281				3.568	-3.957	
	1.125	-0.006	9.102				3.568	0.056	
	2.25	-12.145	2.267				3.568	4.07	
	3.375	-24.284	-18.224				3.568	8.083	
	4.5			0.053	0.024	-0.714			-1.523
	4.5								
52	0	24.266	-18.184	0.073	0.047	-0.527	3.727	-8.316	-1.917
	0	12.127	2.287				3.727	-4.123	
	1.125	-0.012	9.101				3.727	0.071	
	2.25	-12.151	2.26				3.727	4.264	
	3.375	-24.289	-18.237				3.727	8.458	
	4.5			0.073	0.047	-0.527			-1.917
	4.5								
53	0	24.264	-18.171	0.018	0.244	-0.471	3.929	-8.749	-2.357
	0	12.125	2.288				3.929	-4.329	
	1.125	-0.013	9.112				3.929	0.092	
	2.25	-12.152	2.269				3.929	4.512	
	3.375	-24.291	-18.23				3.929	8.932	
	4.5			0.018	0.244	-0.471			-2.357
	4.5								
54	0	52.927	-39.585	1.524	0.827	-43.578	11.928	-26.85	-6.204
	0	26.447	5.063				11.928	-13.43	
	1.125	-0.033	19.921				11.928	-0.011	
	2.25	-26.513	4.988				11.928	13.409	
	3.375	-52.994	-39.735				11.928	26.828	
	4.5			1.524	0.827	-43.578			-6.204
	4.5								
55	0	52.967	-39.736	0.871	0.429	-35.046	11.997	-26.936	-9.462
	0	26.487	4.956				11.997	-13.44	
	1.125	0.006	19.858				11.997	0.056	
	2.25	-26.474	4.97				11.997	13.552	
	3.375	-52.954	-39.708				11.997	27.049	
	4.5			0.871	0.429	-35.046			-9.462
	4.5								

56	0	0	0.587	0.257	-28.236	-13.321
	0	52.963	-39.728	15.265	-11.451	12.17
	1.125	26.483	4.961	7.633	1.429	12.17
	2.25	0.003	19.859	0.001	5.724	12.17
	3.375	-26.477	4.967	-7.631	1.432	12.17
	4.5	-52.958	-39.715	-15.263	-11.446	12.17
	4.5					27.464
						-13.321
57	0	0	0.467	0.19	-22.542	-17.641
	0	52.961	-39.723	15.264	-11.449	12.41
	1.125	26.481	4.964	7.632	1.43	12.41
	2.25	0.001	19.86	0	5.724	12.41
	3.375	-26.48	4.965	-7.632	1.431	12.41
	4.5	-52.96	-39.719	-15.264	-11.447	12.41
	4.5					28.031
						-17.641
58	0	0	0.467	0.19	-17.641	-22.542
	0	52.96	-39.719	15.264	-11.447	12.721
	1.125	26.48	4.965	7.632	1.431	12.721
	2.25	-0.001	19.86	0	5.724	12.721
	3.375	-26.481	4.964	-7.632	1.43	12.721
	4.5	-52.961	-39.723	-15.264	-11.449	12.721
	4.5					28.76
						-22.542
59	0	0	0.587	0.257	-13.321	-28.236
	0	52.958	-39.715	15.263	-11.446	13.112
	1.125	26.477	4.967	7.631	1.432	13.112
	2.25	-0.003	19.859	-0.001	5.724	13.112
	3.375	-26.483	4.961	-7.633	1.429	13.112
	4.5	-52.963	-39.728	-15.265	-11.451	13.112
	4.5					29.673
						-28.236
60	0	0	0.871	0.429	-9.462	-35.046
	0	52.954	-39.708	15.262	-11.443	13.593
	1.125	26.474	4.97	7.63	1.433	13.593
	2.25	-0.006	19.858	-0.002	5.723	13.593
	3.375	-26.487	4.956	-7.634	1.428	13.593
	4.5	-52.967	-39.736	-15.266	-11.454	13.593
	4.5					30.794
						-9.462
						-35.046

61	0	1.524	0.827	-6.204	-43.578
	0	52.994	-39.735	15.277	-11.457
	1.125	26.513	4.988	7.645	1.437
	2.25	0.033	19.921	0.013	5.745
	3.375	-26.447	5.063	-7.619	1.466
	4.5	-52.927	-39.585	-15.251	-11.398
	4.5				
	0	0.332	0.094	-94.397	-11.389
	0	52.882	-39.487	15.235	-11.365
	1.125	26.402	5.11	7.603	1.481
	2.25	-0.079	19.917	-0.029	5.742
	3.375	-26.559	4.933	-7.661	1.416
	4.5	-53.039	-39.84	-15.293	-11.495
	4.5				
62	0	0.211	0.088	-78.566	-21.075
	0	52.91	-39.598	15.247	-11.406
	1.125	26.429	5.03	7.615	1.454
	2.25	-0.051	19.868	-0.017	5.727
	3.375	-26.531	4.915	-7.649	1.415
	4.5	-53.011	-39.827	-15.281	-11.484
	4.5				
63	0	-0.073	0.013	64.541	-30.666
	0	52.93	-39.643	15.254	-11.423
	1.125	26.449	5.008	7.622	1.445
	2.25	-0.031	19.868	-0.01	5.727
	3.375	-26.511	4.938	-7.642	1.423
	4.5	-52.991	-39.782	-15.274	-11.467
	4.5				
64	0	-0.24	-0.034	-52.088	-40.894
	0	52.95	-39.689	15.261	-11.438
	1.125	26.47	4.985	7.629	1.437
	2.25	-0.01	19.868	-0.003	5.727
	3.375	-26.491	4.962	-7.635	1.43
	4.5	-52.971	-39.735	-15.267	-11.453
	4.5				
65	0	-0.24	-0.034	-52.088	-40.894
	0	52.95	-39.689	15.261	-11.438
	1.125	26.47	4.985	7.629	1.437
	2.25	-0.01	19.868	-0.003	5.727
	3.375	-26.491	4.962	-7.635	1.43
	4.5	-52.971	-39.735	-15.267	-11.453
	4.5				

66	0	52.971	-39.735	-0.24	15.267	-11.453	-0.034	-40.894	16.482	-36.95	-52.088
	0	26.491	4.962		7.635	1.43			16.482	-18.408	
	1.125	0.01	19.868		0.003	5.727			16.482	0.133	
	2.25	-26.47	4.985		-7.629	1.437			16.482	18.675	
	3.375	-52.95	-39.689	-0.24	-15.261	-11.438	-0.034	-40.894	16.482	37.217	-52.088
	4.5										
67	0	52.991	-39.762	-0.073	15.274	-11.467	0.013	-30.666	16.853	-37.757	-64.541
	0	26.511	4.938		7.642	1.423			16.853	-18.797	
	1.125	0.031	19.868		0.01	5.727			16.853	0.162	
	2.25	-26.449	5.008		-7.622	1.445			16.853	19.121	
	3.375	-52.93	-39.643	-0.073	-15.254	-11.423	0.013	-30.666	16.853	38.081	-64.541
	4.5										
68	0	53.011	-39.827	0.211	15.281	-11.484	0.088	-21.075	17.296	-38.726	-78.566
	0	26.531	4.915		7.649	1.415			17.296	-19.268	
	1.125	0.051	19.868		0.017	5.727			17.296	0.191	
	2.25	-26.429	5.03		-7.615	1.454			17.296	19.649	
	3.375	-52.91	-39.598	0.211	-15.247	-11.406	0.088	-21.075	17.296	39.107	-78.566
	4.5										
69	0	53.039	-39.84	0.332	15.293	-11.495	0.094	-11.389	17.867	-39.921	-94.397
	0	26.559	4.933		7.661	1.416			17.867	-19.821	
	1.125	0.079	19.917		0.029	5.742			17.867	0.279	
	2.25	-26.402	5.11		-7.603	1.481			17.867	20.379	
	3.375	-52.882	-39.487	0.332	-15.235	-11.365	0.094	-11.389	17.867	40.48	-94.397
	4.5										
70	0	52.79	-39.263	-1.715	15.215	-11.315	-0.703	-130.047	16.237	-36.566	-15.999
	0	26.31	5.231		7.583	1.509			16.237	-18.3	
	1.125	-0.171	19.934		-0.049	5.746			16.237	-0.034	
	2.25	-26.651	4.847		-7.681	1.398			16.237	18.232	
	3.375	-53.131	-40.031	-1.715	-15.313	-11.537	-0.703	-130.047	16.237	36.498	-15.999
	4.5										

71	0	-2.545	15.232	-11.37	-0.798	-17.196	38.807	-110.405	16.242	-36.523	-29.145
	0		52.843	-39.436					16.242	-18.251	
	1.125		26.363	5.118		-17.196	19.461		16.242	0.021	
	2.25		-0.117	19.881		-17.196	0.115		16.242	18.292	
	3.375		-26.598	4.853		-17.196	-19.231		16.242	36.564	
	4.5		-53.078	-39.964		-17.196	-38.577		16.242		
	4.5	-2.545	-15.296	-11.515	-0.798			-110.405			-29.145
72	0	-2.877	15.245	-11.401	-0.827	-16.919	38.174	-92.309	16.326	-36.687	-43.737
	0		52.892	-39.548					16.326	-18.32	
	1.125		26.412	5.061		-16.919	19.14		16.326	0.047	
	2.25		-0.068	19.879		-16.919	0.105		16.326	18.414	
	3.375		-26.548	4.907		-16.919	-18.929		16.326	36.78	
	4.5		-53.029	-39.855		-16.919	-37.963		16.326		
	4.5	-2.877	-15.283	-11.485	-0.827			-92.309			-43.737
73	0	-3.001	15.258	-11.429	-0.837	-16.674	37.607	-75.306	16.473	-36.994	-59.151
	0		52.938	-39.652					16.473	-18.462	
	1.125		26.458	5.008		-16.674	18.848		16.473	0.07	
	2.25		-0.022	19.878		-16.674	0.09		16.473	18.602	
	3.375		-26.503	4.958		-16.674	-18.668		16.473	37.134	
	4.5		-52.983	-39.753		-16.674	-37.427		16.473		
	4.5	-3.001	-15.27	-11.457	-0.837			-75.306			-59.151
74	0	-3.001	15.27	-11.457	-0.837	-16.473	37.134	-59.151	16.674	-37.427	-75.306
	0		52.983	-39.753					16.674	-18.668	
	1.125		26.503	4.958		-16.473	18.602		16.674	0.09	
	2.25		0.022	19.878		-16.473	0.07		16.674	18.848	
	3.375		-26.458	5.008		-16.473	-18.462		16.674	37.607	
	4.5		-52.938	-39.652		-16.473	-36.994		16.674		
	4.5	-3.001	-15.258	-11.429	-0.837			-59.151			-75.306
75	0	-2.877	15.283	-11.485	-0.827	-16.326	36.78	-43.737	16.919	-37.963	-92.309
	0		53.029	-39.855					16.919	-18.929	
	1.125		26.548	4.907		-16.326	18.414		16.919	0.105	
	2.25		0.068	19.879		-16.326	0.047		16.919	19.14	
	3.375		-26.412	5.061		-16.326	-18.32		16.919	38.174	
	4.5		-52.892	-39.548		-16.326	-36.687		16.919		
	4.5	-2.877	-15.245	-11.401	-0.827			-43.737			-92.309

76	0		-2,545						-0,798					-29,145						-110,405
	0	53,078	-39,964	15,296	-11,515									17,196	-38,577					
	1,125	26,598	4,853	7,664	1,4									17,196	-19,231					
	2,25	0,117	19,881	0,032	5,729									17,196	0,115					
	3,375	-26,363	5,118	-7,6	1,473									17,196	19,461					
	4,5	-52,843	-39,436	-15,232	-11,37									17,196	38,807					
	4,5		-2,545		-0,798									-29,145						-110,405
77	0		-1,715						-0,703					-15,999						-130,047
	0	53,131	-40,031	15,313	-11,537									17,506	-39,238					
	1,125	26,651	4,847	7,681	1,398									17,506	-19,543					
	2,25	0,171	19,934	0,049	5,746									17,506	0,151					
	3,375	-26,31	5,231	-7,583	1,509									17,506	19,845					
	4,5	-52,79	-39,263	-15,215	-11,315									17,506	39,539					
	4,5		-1,715		-0,703									-15,999						-130,047
78	0		-8,75						-2,265					-145,968						-8,844
	0	27,185	-19,945	6,056	-4,449									15,412	-34,845					
	1,125	13,477	2,927	3,003	0,647									15,412	-17,506					
	2,25	-0,232	10,377	-0,05	2,308									15,412	-0,168					
	3,375	-13,94	2,406	-3,102	0,535									15,412	17,171					
	4,5	-27,648	-20,987	-6,155	-4,672									15,412	34,509					
	4,5		-8,75		-2,265									-145,968						-8,844
79	0		-7,885						-2,099					-128,38						-30,242
	0	27,272	-20,209	6,069	-4,49									15,224	-34,255					
	1,125	13,564	2,761	3,016	0,62									15,224	-17,128					
	2,25	-0,145	10,309	-0,036	2,296									15,224	-0,001					
	3,375	-13,853	2,435	-3,089	0,538									15,224	17,126					
	4,5	-27,561	-20,86	-6,142	-4,664									15,224	34,253					
	4,5		-7,885		-2,099									-128,38						-30,242
80	0		-7,4						-1,996					-109,819						-50,817
	0	27,335	-20,357	6,084	-4,526									15,257	-34,301					
	1,125	13,627	2,684	3,032	0,602									15,257	-17,137					
	2,25	-0,081	10,304	-0,021	2,295									15,257	0,028					
	3,375	-13,789	2,502	-3,074	0,555									15,257	17,192					
	4,5	-27,497	-20,722	-6,126	-4,62									15,257	34,356					
	4,5		-7,4		-1,996									-109,819						-50,817

81	0	27.39	-20.482	-7.18	6.099	-4.558	-1.947	-90.603	15.354	-34.497	-70.915
	0	13.682	2.621		3.046	0.586			15.354	-17.224	
	1.125	-0.026	10.302		-0.007	2.295			15.354	0.049	
	2.25	-13.734	2.562		-3.06	0.57			15.354	17.322	
	3.375	-27.442	-20.6		-6.112	-4.589			15.354	34.595	
	4.5			-7.18			-1.947	-90.603			-70.915
82	0	27.442	-20.6	-7.18	6.112	-4.589	-1.947	-70.915	15.497	-34.804	-90.603
	0	13.734	2.562		3.06	0.57			15.497	-17.37	
	1.125	0.026	10.302		0.007	2.295			15.497	0.065	
	2.25	-13.682	2.621		-3.046	0.586			15.497	17.499	
	3.375	-27.39	-20.482		-6.099	-4.558			15.497	34.934	
	4.5			-7.18			-1.947	-70.915			-90.603
83	0	27.497	-20.722	-7.4	6.126	-4.62	-1.996	-50.817	15.67	-35.185	-109.819
	0	13.789	2.502		3.074	0.555			15.67	-17.556	
	1.125	0.081	10.304		0.021	2.295			15.67	0.073	
	2.25	-13.627	2.684		-3.032	0.602			15.67	17.702	
	3.375	-27.335	-20.357		-6.084	-4.526			15.67	35.332	
	4.5			-7.4			-1.996	-50.817			-109.819
84	0	27.561	-20.86	-7.885	6.142	-4.654	-2.099	-30.242	15.852	-35.595	-128.38
	0	13.853	2.435		3.089	0.538			15.852	-17.762	
	1.125	0.145	10.309		0.036	2.296			15.852	0.071	
	2.25	-13.564	2.761		-3.016	0.62			15.852	17.904	
	3.375	-27.272	-20.209		-6.069	-4.49			15.852	35.738	
	4.5			-7.885			-2.099	-30.242			-128.38
85	0	27.648	-20.987	-8.75	6.155	-4.672	-2.265	-8.844	16.141	-36.137	-145.968
	0	13.94	2.406		3.102	0.535			16.141	-17.978	
	1.125	0.232	10.377		0.05	2.308			16.141	0.18	
	2.25	-13.477	2.927		-3.003	0.647			16.141	18.339	
	3.375	-27.185	-19.945		-6.056	-4.449			16.141	36.498	
	4.5			-8.75			-2.265	-8.844			-145.968

GAYA DALAM PORTAL 6

ELEMEN	JARAK	AKIBAT BEBAN MATI		AKIBAT BEBAN HIDUP		AKIBAT BEBAN GEMPA KIRI		AKIBAT BEBAN GEMPA KANAN					
		GESER	MOMEN	AKSIAL	MOMEN	GESER	MOMEN	AKSIAL	MOMEN	GESER	MOMEN	AKSIAL	
1	0	-29.478	17.201	-440.612	-7.501	15.57	-123.095	54.223	-494.436	31.2	-50.399	475.371	-31.017
	0	-29.478	9.832		-7.501	13.695		54.223	-480.88		-50.399	462.771	
	0.25	-29.478	2.462		-7.501	11.82		54.223	-467.325		-50.399	450.172	
	0.75	-29.478	-4.907		-7.501	9.945		54.223	-453.769		-50.399	437.572	
	1	-29.478	-12.277	-440.612	-7.501	8.07	-123.095	54.223	-440.213	31.2	-50.399	424.972	-31.017
2	0	-30.049	45.303	-397.446	-8.256	8.172	-123.075	53.903	-446.037	29.75	-49.968	430.651	-29.593
	0	-30.049	15.254		-8.256	-0.084		53.903	-392.133		-49.968	380.683	
	1	-30.049	-14.795		-8.256	-8.34		53.903	-338.23		-49.968	330.716	
	2	-30.049	-44.844		-8.256	-16.596		53.903	-284.327		-49.968	280.748	
	3	-30.049	-74.893	-397.446	-8.256	-24.852	-123.075	53.903	-230.424	29.75	-49.968	230.78	-29.593
3	0	-36.949	73.031	-286.261	-11.881	23.303	-86.865	44.468	-253.11	24.099	-43.475	253.069	-24.017
	0	-36.949	36.082		-11.881	11.423		44.468	-208.643		-43.475	209.593	
	1	-36.949	-0.867		-11.881	-0.458		44.468	-164.175		-43.475	166.118	
	2	-36.949	-37.816		-11.881	-12.339		44.468	-119.707		-43.475	122.643	
	3	-36.949	-74.764	-286.261	-11.881	-24.22	-86.865	44.468	-75.239	24.099	-43.475	79.167	-24.017
4	0	-40.692	73.161	-175.074	-12.895	23.929	-50.655	31.849	-106.18	16.384	-30.594	109.776	-16.363
	0	-40.692	32.469		-12.895	11.034		31.849	-74.331		-30.594	79.182	
	1	-40.692	-8.223		-12.895	-1.862		31.849	-42.483		-30.594	48.589	
	2	-40.692	-48.915		-12.895	-14.757		31.849	-10.634		-30.594	17.995	
	3	-40.692	-89.607	-175.074	-12.895	-27.652	-50.655	31.849	21.214	16.384	-30.594	-12.599	-16.363
	4	-40.692			-12.895								

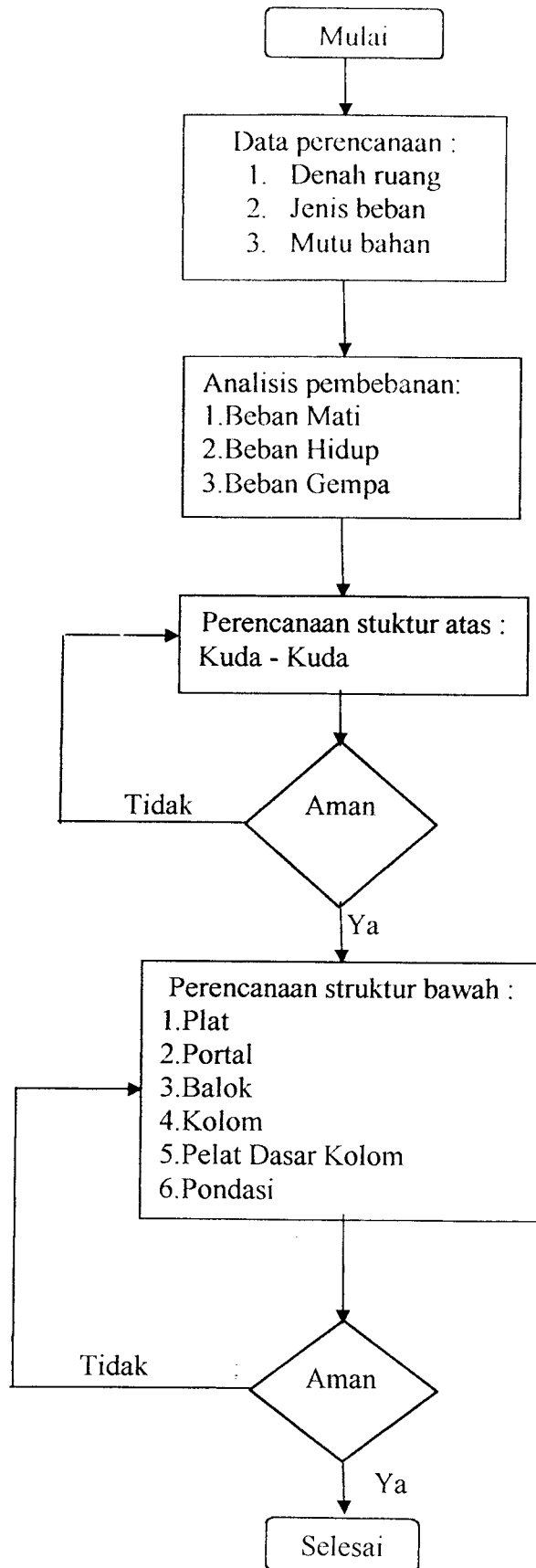
5	0	-35.615	58.06	-63.935	-9.889	20.439	-14.456	11.114	-11.924	8.111	-13.241	20.413	-8.114
	0	-35.615	22.445	-9.889	10.55			11.114	-0.809		-13.241	7.172	
	1	-35.615	-13.169	-9.889	0.661			11.114	10.305		-13.241	-6.068	
	2	-35.615	-48.784	-9.889	-9.229			11.114	21.419		-13.241	-19.309	
	3	-35.615	-84.399	-9.889	-19.118			11.114	32.533		-13.241	-32.549	
	4									8.111			-8.114
6	0	0	0	-883.079	0	0	-246.659	55.058	-484.341	-0.183	-55.058	484.341	-0.183
	0	0	0		0	0		55.058	-470.576		-55.058	470.576	
	0.25	0	0		0	0		55.058	-456.812		-55.058	456.812	
	0.5	0	0		0	0		55.058	-443.047		-55.058	443.047	
	0.75	0	0		0	0		55.058	-429.282		-55.058	429.282	
	1	0	0	-883.079	0	0	-246.659			-0.183			-0.183
7	0	0	0	-796.773	0	0	-246.697	54.929	-440.768	-0.156	-54.929	440.768	-0.156
	0	0	0		0	0		54.929	-385.84		-54.929	385.84	
	1	0	0		0	0		54.929	-330.911		-54.929	330.911	
	2	0	0		0	0		54.929	-275.982		-54.929	275.982	
	3	0	0		0	0		54.929	-221.053		-54.929	221.053	
	4	0	0	-796.773	0	0	-246.697			-0.156			-0.156
8	0	0	0	-574.102	0	0	-174.158	50.517	-265.89	-0.082	-50.517	265.89	-0.082
	0	0	0		0	0		50.517	-215.373		-50.517	215.373	
	1	0	0		0	0		50.517	-164.857		-50.517	164.857	
	2	0	0		0	0		50.517	-114.34		-50.517	114.34	
	3	0	0		0	0		50.517	-63.823		-50.517	63.823	
	4	0	0	-574.102	0	0	-174.158			-0.082			-0.082
	4	0	0		0	0							

9	0	-351.435	0	0	0	-101.617	39.398	-125.225	-0.02	-39.398	125.225	-0.02
	0	0	0	0	0	0	39.398	-85.827		-39.398	85.827	
	1	0	0	0	0	0	39.398	-46.429		-39.398	46.429	
	2	0	0	0	0	0	39.398	-7.032		-39.398	7.032	
	3	0	0	0	0	0	39.398	32.366		-39.398	-32.366	
	4	0	0	0	0	-101.617			-0.02			-0.02
	4	-351.435										
10	0	-128.674	0	0	0	-29.056	24.595	-33.667	0.003	-24.595	33.667	0.003
	0	0	0	0	0	0	24.595	-9.071		-24.595	9.071	
	1	0	0	0	0	0	24.595	15.524		-24.595	-15.524	
	2	0	0	0	0	0	24.595	40.119		-24.595	-40.119	
	3	0	0	0	0	0	24.595	64.715		-24.595	-64.715	
	4	0	0	0	0	-29.056			0.003			0.003
	4	-128.674										
11	0	-440.612	7.501	-15.57	-123.095	50.399	-475.371	-31.017	-54.223	494.436	31.2	
	0	29.478	-17.201			50.399	-462.771		-54.223	480.88		
	0.25	29.478	-9.832	-13.695		50.399	-450.172		-54.223	467.325		
	0.5	29.478	-2.462	-11.82		50.399	-437.572		-54.223	453.769		
	0.75	29.478	4.907	-9.945		50.399	-424.972		-54.223	440.213		
	1	29.478	12.277	-8.07	-123.095			-31.017			31.2	
	1	-440.612										
12	0	-397.446	8.256	-8.172	-123.075	49.968	-430.651	-29.593	-53.903	446.037	29.75	
	0	30.049	-45.303			49.968	-380.683		-53.903	392.133		
	1	30.049	-15.254	0.084		49.968	-330.716		-53.903	338.23		
	2	30.049	14.795	8.34		49.968	-280.748		-53.903	284.327		
	3	30.049	44.844	16.596		49.968	-230.78		-53.903	230.424		
	4	30.049	74.893	24.852	-123.075			-29.593			29.75	
	4	-397.446										

17	0	111.184	-147.924	6.9	3.625	-5.65	22.686	-10.905	5.576	-22.289	-6.493
	0	111.184	-147.924	6.9	3.625	-5.65	22.686	-10.905	5.576	-22.289	-6.493
	2	55.554	18.815			-5.65	11.386		5.576	-11.137	
	4	-0.076	74.294			-5.65	0.085		5.576	0.016	
	6	-55.706	18.513			-5.65	-11.216		5.576	11.168	
	8	-111.336	-148.528	6.9	3.625	-5.65	-22.517	-10.905	5.576	22.321	-6.493
18	0	111.187	-147.925	3.743	1.014	-7.715	30.941	-24.001	7.654	-30.609	-12.882
	0	111.187	-147.925	3.743	1.014	-7.715	30.941	-24.001	7.654	-30.609	-12.882
	2	55.557	18.818			-7.715	15.51		7.654	-15.302	
	4	-0.073	74.302			-7.715	0.079		7.654	0.005	
	6	-55.703	18.525			-7.715	-15.352		7.654	15.312	
	8	-111.333	-148.512	3.743	1.014	-7.715	-30.783	-24.001	7.654	30.619	-12.882
19	0	111.14	-147.667	-5.077	-3.006	-8.273	33.138	-32.156	8.25	-33.012	-17.353
	0	111.14	-147.667	-5.077	-3.006	-8.273	33.138	-32.156	8.25	-33.012	-17.353
	2	55.51	18.982			-8.273	16.592		8.25	-16.513	
	4	-0.12	74.372			-8.273	0.045		8.25	-0.013	
	6	-55.75	18.501			-8.273	-16.501		8.25	16.486	
	8	-111.38	-148.629	-5.077	-3.006	-8.273	-33.047	-32.156	8.25	32.985	-17.353
20	0	63.935	-84.399	-35.615	-9.889	-8.111	32.533	-37.836	8.114	-32.549	-13.241
	0	63.935	-84.399	-35.615	-9.889	-8.111	32.533	-37.836	8.114	-32.549	-13.241
	2	31.867	11.403			-8.111	16.311		8.114	-16.322	
	4	-0.201	43.068			-8.111	0.09		8.114	-0.094	
	6	-32.269	10.598			-8.111	-16.132		8.114	16.134	
	8	-64.337	-86.009	-35.615	-9.889	-8.111	-32.353	-37.836	8.114	32.361	-13.241

21	0	43.153	-57.525	0.571	0.755	-1.423	5.707	-0.431	1.45	-5.779	-0.56
	0	21.573	7.202	-0.019	0.052	-1.423	2.861	-0.431	1.45	-2.878	
	2	-0.007	28.768	-0.019	0.014	-1.423	0.014	-0.431	1.45	0.022	
	4	-21.587	7.174	-0.019	-0.025	-1.423	-2.832	-0.431	1.45	2.923	
	6	-43.167	-57.579	-0.019	-0.064	-1.423	-5.679	-0.431	1.45	5.823	
	8			0.571	0.755			-0.431			-0.56
22	0	111.336	-148.528	6.9	3.625	-5.576	22.321	-6.493	5.65	-22.517	-10.905
	0	55.706	18.513	36.27	-48.393	-5.576	11.168	-6.493	5.65	-11.216	
	2	0.076	74.294	0.03	6.027	-5.576	0.016	-6.493	5.65	0.085	
	4	-55.554	18.815	-18.09	24.206	-5.576	-11.137	-6.493	5.65	11.386	
	6	-111.184	-147.924	-36.21	-48.155	-5.576	-22.289	-6.493	5.65	22.686	
	8			6.9	3.625			-6.493			-10.905
23	0	111.333	-148.512	3.743	1.014	-7.654	30.619	-12.882	7.715	-30.783	-24.001
	0	55.703	18.525	18.15	-48.391	-7.654	15.312	-12.882	7.715	-15.352	
	2	0.073	74.302	0.03	6.029	-7.654	0.005	-12.882	7.715	0.079	
	4	-55.557	18.818	-18.09	24.21	-7.654	-15.302	-12.882	7.715	15.51	
	6	-111.187	-147.925	-36.21	-48.149	-7.654	-30.609	-12.882	7.715	30.941	
	8			3.743	1.014			-12.882			-24.001
24	0	111.38	-148.629	-5.077	-3.006	-8.25	32.985	-17.353	8.273	-33.047	-32.156
	0	55.75	18.501	36.281	-48.417	-8.25	16.486	-17.353	8.273	-16.501	
	2	0.12	74.372	0.041	6.024	-8.25	-0.013	-17.353	8.273	0.045	
	4	-55.51	18.982	-18.079	24.226	-8.25	-16.513	-17.353	8.273	16.592	
	6	-111.14	-147.667	-36.199	-48.092	-8.25	-33.012	-17.353	8.273	33.138	
	8			-5.077	-3.006			-17.353			-32.156

LAMPIRAN 18



Flowchart Desain Perencanaan.

LAMPIRAN 19

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1	AJISAMBODO	94 310 233	STRUKTUR
2	ACHMAD ZAMRONI	94 310 231	STRUKTUR

JUDUL TUGAS AKHIR :

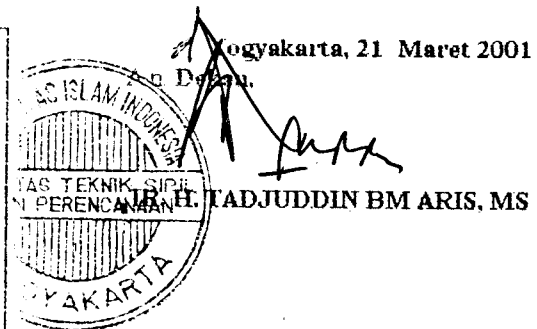
REDESAIN GEDUNG KULIAH FAKULTAS TEKNIK DAN EKONOMI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA.

**PERIODE II : DESEMBER – MEI
TAHUN : 2000 / 2001**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Maret.	April.	Mei.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing		■				
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal			■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■		
6.	Sidang-Sidang				■	■	
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

: IR. H. ILMAN NOOR, MSCE
: IR. FATKHURROHMAN N, MS



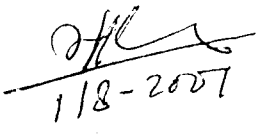






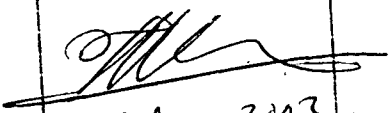

Surabaya, 21 Maret 2001

TADJUDDIN BM ARIS, MS

Catatan :

Seminar :
Sidang : 21-08-2002
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO.	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
		Harus konsultasi min. 2x dan 1 minggu	 1/8-2007
	16/08-2007	- perb. proposal - lampiran ytr	
	25/08-	perb.	
	26/08	Revisi proposal	
		plat culup dua tipe hitung analisis portal ds. 6' x 12	
		Buat analisis struktur dy SDR	
		Buat teras-teras profil.	
		Dilampirkan ke- DP I	
		Sidang Komis 	8/07-2007