

SKRIPSI

**“STUDI ALTERNATIF STRUKTUR ATAP PEMBANGUNAN PASAR
MODERN PELAIHARI BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR RUANG (SPACE TRUSS)”**



Di Susun Oleh :

RAMADHONI SATRIO H

12.21.082

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**STUDI ALTERNATIF PEMBANGUNAN STRUKTUR ATAP PASAR MODERN
PELAIHARI BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR RUANG (SPACE TRUSS)**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

Ramadhoni Satrio Hutomo

12.21.082

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1

Ir. A. Agus Santosa, MT

Dosen Pembimbing 2

Ir. Ester Priskasari, MT

Malang, Agustus 2016

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang



Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**STUDI ALTERNATIF PEMBANGUNAN STRUKTUR ATAP PASAR MODERN
PELAIHARI BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR RUANG (SPACE TRUSS)**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada hari : Kamis

Tanggal : 11 Agustus 2016

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

Ramadhoni Satrio Hutomo

12.21.082

Disahkan Oleh :

Ketua



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Sekretaris



(Ir. Munasih, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. Eding Iskak Imananto, MT)

Dosen Penguji II



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ramadhoni Satrio Hutomo

NIM : 12.21.082

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“STUDI ALTERNATIF STRUKTUR ATAP PEMBANGUNAN PASAR MODERN PELAIHARI BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR RUANG (SPACE TRUSS)”.

Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyalin hasil karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 5 September 2016

Membuat pernyataan

METERAI TEMPEL
A917CADF822526576
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Ramadhoni Satrio Hutomo

NIM : 12. 21. 082

“STUDI ALTERNATIF STRUKTUR ATAP PEMBANGUNAN PASAR MODERN BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR RUANG (*SPACE TRUSS*)”, Oleh : Ramadhoni Satrio Hutomo (Nim : 12.21.082), Pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa, M.T. Pembimbing II : Ir. Ester Priskasari, M.T. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berpengaruh terhadap segala aspek kehidupan, salah satunya terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang teknik sipil. Perkembangan ini tentunya akan berdampak positif seperti adanya program bantu teknik sipil sehingga dapat mempermudah dan mempercepat dalam menganalisa struktur yang rumit.

Space truss merupakan sistem struktural rangka tiga dimensi yang terdiri dari batang-batang yang saling menyambung dan tidak menerima gaya momen dan torsi sehingga gaya yang terjadi hanya gaya aksial. Sistem sambungan pada space Truss merupakan sistem sambungan tunggal salah satunya adalah mero sistem. Dalam kajian ini menggunakan data perencanaan Pasar Modern Banjarmasin Kalimantan Selatan, dengan bentang 100.00 m, tinggi 26.50 m dan pajang 90.00 m, terdiri dari 1 lantai dan struktur menggunakan profil baja pipa. Perencanaan struktur di sesuaikan dengan peraturan SNI 1727-2013 dan SNI 1729-2015 dengan metode LRFD. Pemodelan dan analisa struktur menggunakan program bantu StaadPro V8i 2007.

Hasil yang diperoleh dari perencanaan ulang, struktur menggunakan profil baja pipa \varnothing 60.33 mm, \varnothing 88.90 mm, dan \varnothing 101.60 mm. Conection menggunakan conection mero sistem dengan dimensi sambungan yang digunakan : panjang conus 50,00 mm dan 70,00 mm, untuk tebal conus disesuaikan dengan tebal pipa yaitu tebal 3.912 mm, 5.486 mm, dan 5.740 mm, Hexsagon yang digunakan $H_{25 \times 17 - 11}$, $H_{40 \times 24 - 17}$ dan $H_{60 \times 36 - 25}$, dimensi baut menggunakan type M10, M16 dan M24, dengan ball joint yang digunakan type N.120 dan N.150. Untuk sambungan las pada base plate digunakan panjang las 103.305 mm dan $t_e = 5.145$ mm. Base plate menggunakan ukuran 400,00 mm x 400,00 mm dengan ketebalan 12,00 mm dan jumlah angkur 4 berdiameter 16,00 mm

Kata Kunci : Mero Sistem, Space Truss, dan Teknologi

KATA PENGANTAR

Atas hidayah dan ridho ALLAH S.W.T yang telah memberikan kesempatan dan semangat sehingga terselesaikannya Skripsi ini dengan judul “**Studi Alternatif Pembangunan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Struktur Ruang (*Space Truss*)**”, Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyelesaian Skripsi akhir ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu tak lupa kiranya penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. H. Sudirman Indra., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang.
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Ibu Ir. Munasih, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1.
5. Bapak Ir. A. Agus Santosa., MT selaku Dosen Pembimbing I.
6. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT. selaku Dosen Pembimbing II.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu dengan segala kerendahan hati penyusun mohon maaf yang sebesar-besarnya jika masih banyak terdapat kekurangan di dalamnya. Untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan, diakhir kata semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Penyusun

Ramadhoni Satrio Hutomo
Nim. 12.21.082

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan Skripsi	
Lembar Pengesahan Skripsi	
Lembar Keaslian Skripsi	
Abstrak	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Notasi	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Ruang Lingkup	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum	7
2.1.1 Pasar	7
2.1.2 Pengertian Space Truss	8
2.2 Pembebanan Struktur	10

2.2.1	Beban Mati	11
2.2.2	Beban Hidup	11
2.2.3	Beban Air Hujan	14
2.2.4	Beban Angin	15
2.2.5	Beban Gempa	22
2.2.6	Kombinasi Pembebanan.....	22
2.3	Ketentuan Umum	23
2.3.1	Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Faktor Beban Dan Ketahanan (<i>DFBK</i>)	23
2.3.2	Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Kekuatan Izin	24
2.3.3	Desain Ketebalan Dinding Desain PSB.....	24
2.3.4	Persyaratan Desain (<i>Luas Area Efektif</i>)	25
2.4	Desain Batang	26
2.4.1	Pembatasan Kelangsingan Komponen Struktur Tarik.....	26
2.4.2	Desain Kekuatan Tarik	26
2.4.3	Desain Kekuatan Tekan	28
2.5	Sambungan Mero Sistem	30
2.5.1	Umum	30
2.5.2	Conus Dan Tebal Conus	35
2.5.3	Hexagon (<i>Hexnut</i>).....	36
2.5.4	Diameter, Tebal Dan Panjang Baut	37
2.5.5	Bola Baja (<i>Ball Joint</i>)	40
2.6	Sambungan Las	43

2.6.1	Luas Efektif.....	43
2.6.2	Pembatasan	44
2.6.3	Kekuatan Sambungan Las.....	46
2.7	Base Pelate	51
2.7.1	Pembagian Kategori.....	51
2.7.2	Perhitungan Angkur	55
2.8	Bagan Alir	57

BAB III PERENCANAAN STRUKTUR

3.1	Data – Data Perencanaan	58
3.2	Perencanaan Pembebanan	59
3.2.1	Beban Mati.....	61
3.2.2	Beban Hidup	63
3.2.3	Beban Air Hujan	64
3.2.4	Beban Angin	66
3.2.5	Kombinasi Pembebanan.....	73
3.2.6	Analisa Gording	76
3.2.7	Pembebanan Pada Joint.....	87
3.3	Perencanaan Batang Pipa (<i>Member</i>)	95
3.3.1	Perencanaan Spesifikasi Baja Pipa	95
3.3.2	Hasil Analisa Statika.....	96
3.4	Desain Komponen Struktur.....	98
3.4.1	Desain Komponen Struktur Tarik Property Pip.S.20.....	98

3.4.2	Desain Komponen Struktur Tekan Property Pip.S.20	99
3.4.3	Desain Komponen Struktur Tarik Property Pip.S.30.....	102
3.4.4	Desain Komponen Struktur Tekan Property Pip.S.30	103
3.4.5	Desain Komponen Struktur Tarik Property Pip.S.35.....	106
3.4.6	Desain Komponen Struktur Tekan Property Pip.S.35	108
3.4.7	Kontrol Dimensi Batang	111

BAB IV ANALISA SAMBUNGAN

4.1	Analisa Sambungan Mero Sistem.....	112
4.1.1	Perencanaan Hexagon	112
4.1.2	Perencanaan Conus	117
4.1.3	Perencanaan Baut.....	120
4.1.4	Perencanaan Ball Joint.....	125
4.1.5	Dimensi Sambungan Mero Sistem.....	131
4.2	Analisa Perletakan Gording	133
4.3	Analisa Sambungan Gording Menerus	139
4.4	Analisa Base Pelate	149
4.4.1	Perencanaan Penyangga Ball Joint	150
4.4.2	Perencanaan Base Plate.....	154

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	166
5.2	Saran.....	168

DAFTAR PUSTAKA.....169

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1. : Kategori Risiko Bangunan Dan Struktur Lainnya Untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa Dan Es15
- Tabel 2.2. : Faktor Arah Angin K_d17
- Tabel 2.3. : Koefisien Tekanan Internal, (GCpl)19
- Tabel 2.4. : Koefisien Eksposur Tekan Velositas, K_h dan K_z19
- Tabel 2.5.A. : Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda31
- Tabel 2.5.B. : Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda32
- Tabel 2.5.C. : Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda32
- Tabel 2.6. : Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda32
- Tabel 2.7. : Tipe Sambungan Tanpa Noda33
- Tabel 2.8. : Tipe Sambungan dengan Menggunakan Fabrikasi.....33
- Tabel 2.9. : Sistem Sambungan yang Umum digunakan34
- Tabel 2.9 : Kekuatan Nominal Baut Persatuan Luas39
- Tabel 2.10 : Pratarik Baut Minimum, kN^* 39
- Tabel 2.11 : Ukuran baut dari ASTM A325 dan A490.....40
- Tabel 2.12 : Ukuran Minimum Las Sudut44
- Tabel 2.13 : Kekuatan tersedia dari Joint dilas, ksi (Mpa)47
- Tabel 2.14 : Tipe Elektroda las50
- Tabel 3.1 : Maximum Support Spacings (mm).....59
- Tabel 3.2 : Masses Zincalume Lysaght BR-IITM 90059

• Tabel 3.3	: Kategori Risiko Bangunan Gedung	66
• Tabel 3.4	: Informasi Klimatologi Stasiun Meteorologi Balikpapan.....	67
• Tabel 3.5	: Faktor Arah Angin (Kd)	67
• Tabel 3.6	: Koefisien Tekanan Internal (GCpi)	68
• Tabel 3.6	: Koefisien Tekan Eksternal.....	70
• Tabel 3.7	: Beban Angin untuk Perencanaan Gording	72
• Tabel 3.8	: Beban Yang Terjadi Pada Gording.....	73
• Tabel 3.10	: Penguraian Gaya Pada Gording.....	75
• Tabel 3.11	: Nilai momen dan lendutan gording atap	78
• Tabel 3.12	: Beban Angin pada Joint.....	89
• Tabel 3.13	: Pembebanan Pada Struktur	94
• Tabel 3.14	: Gaya Normal Pada Batang (Fx).....	96
• Tabel 3.15	: Gaya lintang/Reaksi tumpuan pada batang (Fy).....	97
• Tabel 3.16	: Kontrol Dimensi Batang	111
• Tabel 4.1	: Dimensi Diameter Conus Pada Hexagon	117
• Tabel 4.2	: Dimensi Conus Yang Digunakan	120
• Tabel 4.3	: Gaya Yang Ditahan Oleh Baut	121
• Tabel 4.4	: Keterangan Beam Pada Node 1615	125
• Tabel 4.5	: Keterangan Beam Pada Node 1513	127
• Tabel 4.6	: Keterangan Beam Pada Node 1630	128
• Tabel 4.7	: Keterangan Beam Pada Node 1657	130
• Tabel 4.8	: Kebutuhan Dimensi Ball Joint.....	131

- **Tabel 4.9 : Dimensi Sambungan Mero Sistem132**
- **Tabel 4.10 : Dimensi Hexagon Dan Conus Yang Digunakan132**
- **Tabel 4.11 : Gaya untuk Mendesain Tumpuan Gording.....134**
- **Tabel 4.12 : Gaya Yg Terjadi Pada Gording Atap No.2.....139**
- **Tabel 4.13 : Ukuran Minimum Las Sudut145**
- **Tabel 4.14 : Reaksi Maksimum dan Minimum yang terjadi149**
- **Tabel 4.15 : Ukuran Minimum Las Sudut162**

DAFTAR GAMBAR

• Gambar 2.1 : Ruang Geometri Frame.....	9
• Gambar 2.2 : Gambar Space Truss Dan Connector.....	10
• Gambar 2.3 : Bagian-Bagian Sambungan Mero Sistem.....	35
• Gambar 2.4 : Baut, Hexagon dan Conus	35
• Gambar 2.5 : Ukuran Baut berdasarkan ASTM 325 dan ASTM 490	39
• Gambar 2.6 : Sambungan Mero Konektor.....	42
• Gambar 2.7 : Bagian Conus, Hexagon (Hexnut) dan Baut.....	43
• Gambar 2.8 : Base Plate dengan gaya aksial dan gaya geser	55
• Gambar 3.1 : Jarak Support Spacing	60
• Gambar 3.2 : Perletakan Beban Hidup/Air Hujan	65
• Gambar 3.3 : Koefisien Tekanan Eksternal.....	71
• Gambar 3.4 : Perletakan beban angin	72
• Gambar 3.5 : Perletakan Gording pada atap.....	73
• Gambar 3.6 : Penguraian Beban pada Atap.....	74
• Gambar 3.7 : Penomoran Gording.....	76
• Gambar 3.8 : Bidang Momen pada Gording	77
• Gambar 3.9 : Lendutan pada gording	77
• Gambar 3.10: Letak Area Tributari Atap	88
• Gambar 3.11: Ukuran Baut Berdasarkan ASTM 325 & ASTM 490	92
• Gambar 4.1 : Arah Penguraian gaya.....	133

- **Gambar 4.2 : Detail Tumpuan Gording.....138**
- **Gambar 4.3 : Nomor joint dan Beam.....140**
- **Gambar 4.4 : Penampang Base Plate dan Notasi.....149**
- **Gambar 4.5 : Rencana Penyangga Ball Joint.....150**
- **Gambar 4.6 : Penempatan Angkur pada base plate160**
- **Gambar 4.7 : Detail Base Plate.....165**

DAFTAR NOTASI

- A = Luas Bidang Tekan. (Bab 2.5.3)
- A_1 = Luas penampang baja yang secara konsentris menumpu pada permukaan beton, (mm^2). (Bab 2.7.1)
- A_2 = Luas maksimum bagian permukaan beton yang secara geometris sama dengan dan konsentris dengan daerah yang dibebani, (mm^2). (Bab 2.7.1)
- A_b = Luas Penampang Angkur, (mm^2). (Bab 2.7.2)
- A_b = Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir, in.2 (mm^2). (Bab 2.5.4)
- A_{BM} = Luas penampang logam dasar dasar, in.² (mm^2). (Bab 2.6.3)
- A_e = Luas Neto Efektif, in.² (mm^2). (Bab 2.4.2)
- A_g = Luas Bruto dari komponen Struktur, in.² (mm^2). (Bab 2.4.2)
- A_{og} = Luas total bukaan pada amplop bangunan gedung (dinding-dinding dan atap, dalam ft²). (Bab 2.2.4)
- AT = Luas tributari dalam ft² (m^2) yang didukung oleh setiap komponen struktural. (Bab 2.2.2)
- A_{we} = Luas efektif las, in.² (mm^2). (Bab 2.6.3)
- A_{wei} = Luas efektif throat las dari setiap elemen las i th, in.² (mm^2). (Baba 2.6.3)
- B = Lebar Base Pelate. (Bab 2.7.1)
- b_f = Lebar Sayap /flens kolom. (Bab 2.7.1)
- C = Diambil dari nilai terbesar antara m , n , dan n' . (Bab 2.7.3)

- d = Tinggi kolom. (Bab 2.7.1)
- dh = Tambahan kedalaman air pada atap yang tidak melendut diatas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran air rencana (tinggi hidrolik) dalam in. (mm). (Bab 2.2.3)
- ds = Kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke lubang masuk sistem drainase sekunder apabila sistem drainase primer tertutup (tinggi statis), dalam in. (mm). (Bab 2.2.3)
- E = Modulus elastisitas baja = 29.000 ksi (200.000 Mpa). (Bab 2.4.3)
- f = Jarak angkur kesumbu base pelate dan sumbu kolom. (Bab 2.7.1)
- $F(pi) = [pi.(1.9-0.9pi)]0.3$. (Bab 2.6.3)
- fc = Mutu kuat tekan beton (Mpa). (Bab 2.7.1)
- Fe = Tegangan tekuk kritis elastis (Mpa). (Bab 2.4.3)
- F_{EXX} = Kekakuan klasifikasi logam pengisi, ksi (Mpa). (Bab 2.6.3)
- F_n = Tegangan tarik nominal, F_{nt} , atau tegangan geser, F_{nv} dari tabel J3.2 (SNI 1729-2015), ksi (Mpa). (Bab 2.5.4)
- F_{nBM} = Tegangan nominal dari logam dasar, ksi (Mpa). (Bab 2.6.3)
- F_{nw} = Tegangan nominal dari logam las, ksi (Mpa). (Bab 2.6.3)
- F_{nwi} = Tegangan nominal dalam elemen las i th, ksi (Mpa). (Bab 2.6.3)
- F_{nwix} = Komponen-x dari tegangan nominal, F_{nwi} , ksi (Mpa). (Bab 2.6.3)
- F_{nwiy} = Komponen-y dari tegangan nominal, F_{nwi} , ksi (Mpa). (Bab 2.6.3)
- F_p = Tegangan tumpu yang timbul pada permukaan beton, (Mpa). (2.7.3)
- F_t = Kuat Tarik Nominal Angkur, (MPa). (Bab 2.7.2)
- F_u = Kekuatan Tarik Minimum yang disyaratkan, ksi (MPa). (Bab 2.4.2)

F_v = Kuat Geser Nominal Angkur, (MPa). (Bab 2.7.2)

F_v = Tegangan Geser Yang Terjadi Pada Angkur = $\frac{V_{ub}}{A_b}$ (2.7.3)

F_y = Tegangan leleh minimum yang di syaratkan, ksi (Mpa). (Bab 2.4.3)

G = Faktor efek-tiupan angin, lihat Pasal 26.9 SNI 1727-2013 dapat diambil (0.85). (Bab 2.2.4)

Hl = Hexagon Hole (diambil dari tabel). (Bab 2.5.3)

I = Panjang sambungan, in (mm). (Bab 2.3.4)

K = Faktor panjang efektif. (Bab 2.4.3)

Kd = Faktor Arah angin. (Bab 2.2.4)

Kz = Koefisien Eksposur tekanan velositas. (Bab 2.2.4)

Kzt = Faktor topografi tertentu. (Bab 2.6.2)

L = Panjang Aktual las yang di bebani ujungnya, in. (mm). (Bab 2.6.1)

L = Panjang batang tekuk. (Bab 2.4.3)

L = Panjang sambungan dalam arah pembebanan (mm). (Bab 2.3.4)

L_0 = Beban hidup atap desain tanpa reduksi per ft² (m²) dari proyeksi horizontal yang ditumpu oleh komponen struktur (lihat Tabel 4-1 SNI 1727-2013). (Bab 2.2.2)

L_r = Beban hidup atap tereduksi per ft² (m²) dari proyeksi horizontal yang ditumpu oleh komponen struktur. (Bab 2.2.2)

M_n = Momen Nominal Base Pelate, (N.mm). (Bab 2.7.3)

M_p = Momen Lentur Dari Base Pelate, (N.mm). (Bab 2.7.3)

Mpl = Momen Lentur Tervaktor Yang Terjadi Pada Base Pelate, (N.mm). (Bab 2.7.3)

n = Jumlah Angkur. (Bab 2.7.2)

N = Panjang Base Pelate. (Bab 2.7.1)

N' = Panjang kantilever base pelate dari muka kolom flens atau web berdasarkan

$$\text{teori garis leleh} = \sqrt{\frac{d \cdot b_f}{4}}. \text{ (Bab 2.7.3)}$$

Φ = Faktor Tahanan Pada Angkur = 0.75 (Bab 2.7.2)

Φ_c = 0.6 (Bab 2.7.1)

Ω = Factor ketahanan, di syaratkan dalam bab B sampai Bab K (Bab 2.4.2)

P = Gaya tekan batang. (Bab 2.5.3)

Pi = Δ/Δ_{mi} rasio deformasi elemen i , terhadap deformasi pada tegangan maksimum. (Baba 2.6.3)

Pn = Tegangan nominal aksial, ksi (MPa). (Bab 2.4.2)

ΦRn = Kekuatan desain. (Bab 2.4.2)

Qh = Tekanan velositas di hitung menggunakan persamaan (2.2-4) pada ketinggian atap rata-rata h . (Bab 2.2.4)

qh = Tekanan velositas dievaluasi pada tinggi atap rata-rata h menggunakan eksposur seperti didefinisikan dalam pasal 26.7.3 yang mengakibatkan beban angin tertinggi untuk setiap arah angina di lokasi. (Bab 2.2.4)

Qz = Tekanan velositas di hitung dengan persamaan (2.2-4) pada ketinggian z . (Bab 2.2.4)

- R = Beban Air hujan pada atap yang tidak melendut , dalam lb/ft² (kN/m²). (Bab 2.2.3)
- r = Radius girasi atau jari – jari girasi. (Bab 2.4.3)
- R_a = Kekuatan perlu yang menggunakan kombinasi beban DKI. (Bab 1.3.2)
- r_{cr} = Jarak dari pusat rotasi seketika pada elemen las dengan rasio minimum Δ_u/r_i , in.(mm). (Bab 2.6.3)
- r_i = Jarak dari pusat rotasi seketika pada elemen las i , in. (mm). (Bab 2.6.3)
- R_n = Kekuatan nominal, di syaratkan dalam bab B sampai Bab K.
- R_n = Kekuatan nominal, disyaratkan dalam Bab B sampai K
- R_n = Kekuatan nominal, disyaratkan dalam Bab B sampai K. (Bab 2.4.2)
- R_n/Ω = Kekuatan izin. (Bab 2.3.2)
- R_{nwi} = Kekuatan nominal total dari las sudut yang di bebani longitudinal, seperti di tentukan menurut tabel 2.10, kips (N). (Bab 2.6.3)
- R_{nwt} = Kekuatan nominal total dari las sudut yang di bebani transversal, seperti di tentukan menurut tabel 2.10 tanpa alternatif dalam pasal J2.4(a) (SNI 1729-2015), kips (N). (Bab 2.6.3)
- R_u = Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK. (Bab 2.4.2)
- R_u = Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK. (Bab 2.3.1)
- T_{ub} = Gaya Tarik Terfaktor Pada Angkur, (N). (Bab 2.7.2)
- V = Kecepatan angin dasar. (Bab 2.2.4)
- V_i = Volume Internal ruang tanpa partisi, dalam ft³. (Bab 2.2.4)
- V_{ub} = Gaya Geser Tervaktor Pada Angkur, (N). (Bab 2.7.2)
- W = Ukuran dari kaki las, in. (mm). (Bab 2.6.2)

W_r = Wrech (diambil dari tabel). (Bab 2.5.3)

x = Eksentrisitas sambungan, in (mm)

x_i = Komponen x dari $r_{i..}$ (Bab 2.6.3)

y_i = Komponen y dari r_i (Bab 2.6.3)

Δ_i = Deformasi elemen las i di level tegangan menengah, secara linear di proporsikan ke deformasi kritis berdasarkan jarak dari pusat rotasi seketika, r_i , in. (mm). (Bab 2.6.3)

$\Delta_{mi} = 0.209(\theta_i + 2) - 0.32W$, deformasi elemen las i di tegangan maksimum, in. (mm). (Bab 2.6.3)

Δ_{ucr} = Deformasi elemen las dengan rasio minimum Δ_{ui}/r_i pada tegangan ultimit (runtuh), umumnya pada elemen yang terjauh dari pusat rotasi seketika, in. (mm). (Bab 2.6.3)

Δ_{ui} = Deformasi elemen las i di tegangan ultimit (runtuh), in.(mm). (Bab 2.6.3)

θ = Sudut pembebanan yang diukur dari sumbu longitudinal las, derajat. (Bab 2.6.3)

θ_i = Sudut antara sumbu longitudinal dari elemen i dan arah gaya resultan yang bekerja pada elemen, derajat. (Bab 2.6.3)

Φ = Faktor ketahanan, disyaratkan dalam Bab B sampai K. (Bab 2.3.2)

Φ = Besar sudut terkecil yang dibentuk dari 2 baut (rad). (Bab 2.5.5)

ΦR_n = Kekuatan desain. (Bab 2.5.5)

Ω = Faktor keamanan, disyaratkan dalam Bab B sampai K. (Bab 2.3.2)

- D* = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai atap, plafond, partisi tetap, tangga dan peralatan layan tetap. (Bab 2.2.6)
- L* = Beban hidup yang di timbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk beban kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain – lain. Faktor beban untuk *L* harus sama dengan 1.0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum dan semua daerah yang memikul beban hidup lebih besar dari 5.0 kPa. (Bab 2.2.6)
- Lr* = Beban hidup diatap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak. (Bab 2.2.6)
- H* = Beban akibat tekanan tanah lateral, tekanan air tanah atau tekanan dari material dalam jumlah besar. (Bab 2.2.6)
- W* = Beban angin. (Bab 2.2.6)
- E* = Beban gempa. (Bab 2.2.6)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam proses mendukung terbentuknya percepatan perkembangan perekonomian di era otonomi daerah dan era persaingan bebas, kelengkapan sarana dan prasarana pada berbagai bidang merupakan suatu syarat penting yang harus ada. Hal ini sebagai konsekuensi logis bagi Pemerintah Daerah dan seluruh lapisan masyarakat Kabupaten Rembang umumnya. Provinsi Kalimantan Selatan yang menginginkan perkembangan dan kesiapannya mengelola pemerintahannya sendiri dengan mengoptimalkan seluruh potensi sumber daya yang ada, baik Sumber Daya Alam maupun Sumber Daya Manusia.

Penyediaan sarana kota dimaksud disini adalah penyediaan kelengkapan sarana perdagangan berupa Pembangunan Pasar Tradisional Modern Pelaihari Banjarmasin, Provinsi Kalimantan Selatan. Pembangunan Pasar Tradisional Modern Pelaihari merupakan salah satu sarana ekonomi untuk memberikan kemudahan kepada masyarakat dalam melakukan transaksi jual beli barang baik barang-barang yang bersifat konsumtif maupun produktif. Selain itu Pembangunan Pasar Tradisional Modern juga memberikan peluang kesempatan kerja dan peningkatan pendapatan bagi masyarakat sehingga pembangunannya akan memberikan kontribusi bagi dinamika ekonomi masyarakat dan peningkatan pendapatan pemerintah daerah.

Akhir-akhir ini pasar tradisional baik di Pusat maupun di daerah terus melakukan pembenahan, disamping pembenahan manajemen juga melakukan renovasi ataupun peremajaan pasar. Salah satu yang dibutuhkan oleh pengelola

pasar adalah pengembangan infrastruktur pasar, agar pasar terlihat nyaman dan kondusif. Kondisi bangunan yang sudah tidak layak (rapuh) dan juga kumuh, baik dari segi struktur, dinding maupun atap bangunan. Masalah yang lain adalah banyaknya pedagang yang menjual dagangannya melebihi ukuran los yang dimiliki, sehingga pada waktu terjadi transaksi perdagangan akan mengganggu dan menghalangi jalan pengunjung untuk masuk ke los-los lainnya, sehingga dibutuhkan tempat yang luas dalam bertransaksi.

Design ruang pasar membutuhkan bentang lebar dan panjang yang bebas dari kolom, sehingga penjual dan pembeli dapat leluasa melakukan transaksi jual beli kedalam Pasar tersebut, maka Design Pasar Paleahari Banjarmasin, Kalimantan Selatan dibangun dengan menggunakan struktur bentang lebar menggunakan rangka batang. Baja yang digunakan adalah baja pipa dengan menggunakan sambungan las. Bentang Pasar yang mencapai 40 meter ini membuat design struktur atap harus di design dengan menggunakan struktur bentang lebar.

Ada beberapa jenis struktur bentang lebar yang bisa di gunakan menjadi pilihan dalam merencanakan struktur bentang lebar antara lain : Struktur Rangka Batang dan Rangka Ruang, Struktur Funicular (kabel dan pelengkung), Struktur Plan dan Grid, struktur membran yang meliputi Pneumatik dan struktur tent (tenda) dan Net (Jaring), serta struktur Cangkang. (*Schodek 1998*).

Perkembangan ilmu konstruksi yang semakin pesat menghasilkan berbagai jenis struktur, sehingga memberikan berbagai alternatif pilihan. Dengan berbagai alternatif pilihan tersebut maka menjadi salah satu tantangan bagi perencana dan tenaga ahli untuk merencanakan suatu konstruksi yang mempunyai kendala tinggi, dalam arti kemampuan struktur untuk menahan dan mendistribusikan beban secara proposional sehingga diperoleh suatu konstruksi yang aman dan ekonomis

Perancangan konstruksi rangka ruang atau tiga dimensi merupakan salah satu alternatif yang dikembangkan oleh para perencanan, seiring dengan semakin luasnya penggunaan aplikasi perangkat elektronis sebagai alat bantu dalam merencanakan suatu konstruksi.

Atas dasar latar belakang tersebut penulis akan meredesign struktur atas dari bangunan pasar modern tersebut menggunakan Struktur Ruang (Space Frame) yang mana space frame merupakan struktur rangka tiga dimensi yang dibentuk dari struts dalam geometris pola. Space frame dapat digunakan untuk konstruksi yang berbentang besar dengan mendukung beberapa interior. Seperti truss, bingkai ruang yang kuat karena kekakuan yang melekat pada segitiga, melenturkan beban (lentur momen) ditularkan sebagai ketegangan dan kompresi beban sepanjang strut masing-masing.

Struktur space frame memiliki beberapa kelebihan diantaranya : Beban akibat berat struktur sendiri kecil karena terbuat dari pipa galvanis atau aluminium, Elemen-elemen strukturnya merupakan produk pabrik. Sehingga bentuk dan ukurannya seragam dan persisi, Pekerjaan yang dibutuhkan hanya perakitan elemen struktur dan pemasangan, sehingga tidak membutuhkan tenaga kerja yang banyak, dan Bentuk strukturnya indah dan memiliki unsur estetika.

Oleh karena itu dalam penulisan skripsi ini, penulis mencoba untuk merencanakan kembali (Redesign) pasar modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan dengan judul “STUDI ALTERNATIF STRUKTUR ATAP PEMBANGUNAN PASAR MODERN PELAIHARI BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR RUANG (SPACE TRUSS)”

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai Berikut :

- 1) Berapakah dimensi baja pipa untuk struktur atap dari Pasar Modern setelah menggunakan Struktur Ruang (*Space Frame*) ?
- 2) Berapakah dimensi dari Conus, Hexagon (*Hexnut*) dan Baut yang digunakan dalam sambungan Mero Sistem ?
- 3) Berapakah tebal dan panjang sambungan las yang digunakan pada struktur atas Pasar Modern Pelaihari?
- 4) Berapakah dimensi Base Plate dan jumlah angkur yang aman digunakan dalam mendesain Struktur Atas Pasar Pelaihari Banjarmasin?

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dilakukannya mendesain ulang pembangunan Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui dimensi baja pipa yang aman di gunakan dalam struktur atap Pasar Moder Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan setelah menggunakan Struktur Ruang (*Space Truss*)
- 2) Mengetahui dimensi dari Conus, Hexagon (*Hexnut*) dan baut yang aman digunakan dalam sambungan Mero Sistem pada Struktur ruang Pasar Moder Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.
- 3) Mengetahui ketebalan dan panjang sambungan las yang aman digunakan dalam perencanaan struktur atap Pasar Moder Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.
- 4) Mengetahui dimensi base plate dan jumlah angkur yang aman digunakan dalam mendesain struktur atap Pasar Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.

1.4. Manfaat Penulisan

Beberapa mamfaat yang diharapkan dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menambah pengetahuan, pengalaman serta memperdalam ilmu ketekniksipilan bagi penyusun dalam merencanakan struktur bentang lebar dengan menggunakan struktur Ruang (*Space Truss*) dan Connector Mero Sistem.
- 2) Sebagai pemenuhan akan kebutuhan sarana dalam bertransaksi jual beli bagi masyarakat Bajarmasin.
- 3) Sebagai referensi baru dalam perencanaan bangunan dengan system rangka ruang (*Space Truss*) yang memiliki kecenderungan lebih ekonomis dan indah dari pada perencanaan dari baja konvensional.
- 4) Memberikan alternatif bentuk lain yang dapat dipergunakan dalam perencanaan struktur atas pada pembangunan Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.
- 5) Menonjolkan sisi lain dari pasar bahwa selain untuk beribadah, Pasar Pelaihari juga mempergunakan struktur rangka (*Space Truss*) dengan sambungan yang modern. Jadi masjid tidak selalu berbentuk kuno tapi juga mengikuti perkembangan teknologi.

1.5. Linkup Pembahasan

Luasnya pembahasan yang ada pada proyek pembangunan Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan ini tidak memungkinkan untuk membahas secara keseluruhan, sehingga penulis membatasi pembahasan permasalahan pada skripsi ini sebagai berikut :

- 1) Menghitung dimensi baja pipa yang aman digunakan dalam Struktur atap Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan setelah menggunakan struktur ruang (*Space Truss*).
- 2) Menghitung dimensi dimensi dari Conus, Hexagon (*Hexnut*) dan baut yang aman digunakan dalam sambungan Mero System pada Struktur ruang Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.
- 3) Menghitung ketebalan dan panjang sambungan las yang aman digunakan dalam sambungan Mero System pada Struktur ruang Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.
- 4) Menghitung dimensi Base Plate dan jumlah angkur yang aman digunakan dalam mendesain Struktur atap pada Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

2.1.1. Pasar

Pasar adalah tempat para penjual dan pembeli dapat dengan mudah saling berhubungan transaksi jual beli. Pasar dalam artian luas adalah tempat tertentu dan tetap, pusat memperjualbelikan barang-barang keperluan sehari-hari. Selain itu pasar sebagai pusat pertemuan produsen dan konsumen yang sudah banyak dikenal sejak jaman dahulu kala ketika sifat perdagangan masih berupa pertukaran barang (*barter*). Adanya penyediaan sarana kehidupan yang baik dan layak sangat mendukung terciptanya tatanan kehidupan masyarakat yang kondusif. Salah satunya dengan adanya sarana dan prasarana yang memadai bagi masyarakat.

Awalnya pasar dibedakan atas dua macam yaitu pasar tradisional dan pasar modern. Pasar tradisional adalah pasar yang dikelola secara sederhana dengan bentuk fisik tradisional yang menerapkan system transaksi tawar menawar secara langsung dimana fungsi utamanya adalah untuk melayani kebutuhan masyarakat baik di desa, kecamatan, dan lainnya (Sinaga,2008), sedangkan pasar modern adalah pasar yang dikelola dengan manajemen modern, umumnya terdapat diperkotaan, sebagai penyedia barang dan jasa dengan mutu dan pelayanan yang baik kepada konsumen yang pada umumnya anggota masyarakat kelas menengah keatas. Pasar modern antara lain mall, supermarket, department store, shopping centre, waralaba, toko mini swalayan, pasar serba

ada, toko serba ada dan sebagainya (Sinaga, 2008).

Pasar Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan merupakan pasar tradisional dengan konsep modern. Pemerintah sengaja membuat konsep seperti ini, dikarenakan untuk memenuhi segala tuntutan masyarakatnya, dengan menyediakan berbagai macam fasilitas umum yang memadai dan juga pasar pelaihari merupakan tempat wisata untuk masyarakat Banjarmasin maupun para wisatawan dari luar.

2.1.2. Pengertian Space Truss

Space frame adalah salah satu sistem structural yang sangat banyak digunakan dalam bidang konstruksi baja sejak waktu yang lampau. Sistem ini mempunyai banyak keuntungan, salah satunya dikarenakan karena space frame sangat ringan. Ini membuat struktur space frame dapat digunakan dalam bentang yang panjang Sambungan yang digunakan dalam space truss sendiri adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam space frame, di mana MERO system termasuk yang banyak digunakan karena sangat mudah dalam sistem fabrikasi.

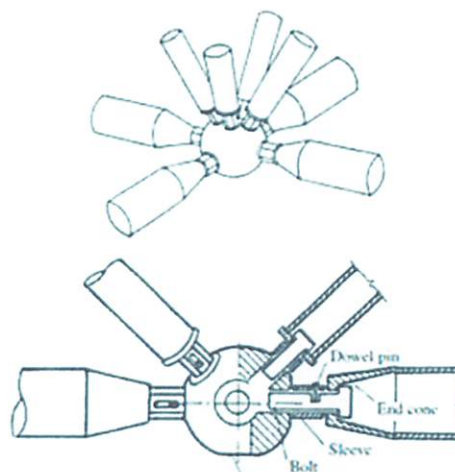
Istilah *Space Truss* seperti yang sering digunakan meliputi koneksi terjepit dan kaku. sebagian besar terdiri dari kerangka ruang identik, modul berulang, dengan sejajar lapisan atas dan bawah (yang sesuai dengan akord truss). Sementara ruang geometri frame bisa sangat beragam (Pearce, 1978; Borrego, 1968), ada yang setengah oktahedron (*empat sisi piramida*) dan tetrahedron (tiga sisi piramida) modul polyhedral digunakan secara luas untuk bangunan (Gambar 2.1). Meskipun sering digunakan untuk menutupi ruang besar dengan atap datar

horizontal, rangka ruang disesuaikan untuk berbagai konfigurasi, termasuk dinding dan atap miring serta melengkung.

Pembangunan *Space Truss* pertama kali dipelopori oleh insinyur Jerman, Schwedler dan Zimmermann pada abad ke- 19. Zimmermann membuat bentang sepanjang 361 ft (108,3 m) pada *Exhibition Structures* di Lyons pada awal 1894.

Space Truss juga dibangun oleh Schwedler di Civic Centre di Charlotte, Carolina Utara, Amerika Serikat setelah Perang Dunia ke-2 dengan panjang bentang 332 ft (99,6 m). Pencapaian tersebut adalah hal yang luar biasa pada waktu itu. Sistem ini dilanjutkan pada 1937, ketika Dr. Mengerinhausen tertarik kepada struktur *Space Truss/Frame* . Dia menyadari bahwa penggunaan *Space Truss* dalam skala besar akan menjadi mungkin jika produksi dipindahkan ke pabrik dan dilakukan perakitan di lapangan.

Dr. Mengerinhausen mengembangkan studi yang bertujuan untuk mereduksi perakitan dan penemuannya tentang MERO konektor menjadi solusi dalam perakitan yang lebih mudah. *Space Truss* yang menggunakan nodal berbentuk bola pejal dan batang HSS (*Hollow Structural Section*) ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Gambar *Space Truss* dan connector

Space Truss terdiri dari batang aksial, yang biasa digunakan adalah tube, yang lebih dikenal dengan *circular hollow sections* atau *rectangular hollow sections*, dan sambungan yang menyambung semua anggota batang. Anggota struktural batang lainnya seperti WF, juga bisa digunakan, terutama jika beban yang didistribusikan ke noda menyebabkan *bending* pada batang aksial.

Sedikit ada perbedaan antara space frame dan space truss dimana space truss yaitu rangka tiga dimensi yang terdiri dari batang-batang yang saling menyambung dan tidak menerima gaya momen, dan torsi, sedangkan space frame menerima gaya momen dan torsi.

Menurut Dr. Ing. Z. S. Makowski dalam bukunya yang berjudul Konstruksi ruang baja, Struktur ruang dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok utama sebagai berikut :

- 1) Struktur trali yang terdiri atas rangkaian batang yang disatukan dengan lainya oleh titik simpul.
- 2) Struktur dengan selaput logam, elemen penutup pada struktur ini menahan gaya luar.
- 3) Segala macam konstruksi gantung.

2.2 Pembebanan Struktur

Pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan terdiri dari beban mati (berat sendiri space Struss dan beban mati tambahan), beban hidup (pekerja, air hujan dan beban hidup lainnya), beban angin dan beban gempa. Beban – beban yang bekerja secara detail dijabarkan sebagai berikut :

2.2.1 Beban Mati

Menurut (*SNI 1727-2013 Pasal 3*), Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafond, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural lainnya serta peralatan lain termasuk berat keran.

Beban mati yang bekerja pada struktur atap bangunan ini berupa beban yang berasal dari berat sendiri elemen struktur dan beban mati tambahan antara lain adalah sebagai berikut :

- Berat Penutup Atap
- Berat Gording
- Berat Struktur Rangka Baja
- Berat Ball Joint, Conus, Hexagon (Hexnut), dan Baut
- Berat Mecanical dan electrical

2.2.2 Beban Hidup

Menurut (*SNI 1727-2013 Pasal 4*), Beban hidup adalah beban yang di akibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban hujan, beban gempa, beban banjir atau beban mati. Beban hidup atap adalah beban pada atap yang diakibatkan oleh :

- a. Pelaksanaan pemeliharaan oleh pekerja, peralatan dan material
- b. Selama masa layan struktur yang diakibatkan oleh benda bergerak, seperti tanaman atau benda dekorasi kecil yang tidak berhubungan dengan penghuni.

Beban hidup yang diperlukan/digunakan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, akan tetapi tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang ditetapkan dalam Tabel 4-1 (*SNI 1727-2013*).

Lantai, atap, dan permukaan sejenisnya harus dirancang untuk mendukung dengan aman beban hidup terdistribusi merata yang ditentukan dalam Pasal 4.3 (*SNI 1727-2013*) atau beban terpusat, dalam pound (*lb*) atau kilonewton (*kN*) yang tercantum dalam Tabel 4-1 (*SNI 1727-2013*), dipilih yang menghasilkan efek beban terbesar. Kecuali ditentukan lain, beban terpusat yang ditunjukkan harus diasumsikan bekerja merata pada daerah seluas 2,5 ft (762 mm) persegi x 2,5 ft (762 mm) dan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan efek beban maksimum dalam komponen struktur.

Menurut (*SNI 1727-2013 Pasal 4.8*), Atap datar, berbubung, dan atap lengkung. Dimana atap datar biasa, berbubung, dan atap lengkung, dan awning, dan kanopi, selain dari konstruksi atap pabrikan yang ditumpu oleh suatu struktur rangka, diizinkan untuk dirancang dengan beban hidup atap yang direduksi, sebagaimana ditentukan dalam Persamaan 2.2.1-1 (*Beban hidup atap yang di distribusi sesuai dengan Tabel 4-1 SNI 1727-2013*) atau kombinasi beban lain yang menentukan, seperti dijelaskan dalam Pasal 2, dipilih yang menghasilkan beban terbesar. Dalam struktur seperti rumah kaca, dimana acuan perancah khusus digunakan sebagai permukaan untuk pekerja dan material selama pemeliharaan dan pelaksanaan perbaikan, tidak boleh digunakan beban atap yang lebih rendah dari yang ditentukan dalam Persamaan 4.8-1 kecuali

disetujui oleh lembaga yang berwenang. Pada struktur semacam ini, beban hidup atap minimum harus diambil sebesar 12 psf ($0,58 \text{ kN/m}^2$).

$$L_r = L_0.R_1.R_2 \text{ dimana } 12 \leq L_r \leq 20 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dalam SI

$$L_r = L_0.R_1.R_2 \text{ dimana } 0.58 \leq L_r \leq 0.96 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

L_r = Beban hidup atap tereduksi per ft^2 (m^2) dari proyeksi horizontal yang ditumpu oleh komponen struktur.

L_0 = Beban hidup atap desain tanpa reduksi per ft^2 (m^2) dari proyeksi horizontal yang ditumpu oleh komponen struktur (*Lihat Tabel 4-1 SNI 1727-2013*).

Faktor reduksi R_1 dan R_2 harus di tentukan sebagai berikut.

1	<i>Untuk $A_T \leq 200 \text{ ft}^2$</i>
$R_1 = 1.2 - 0.001 A_T$	<i>Untuk $200 \text{ ft}^2 < A_T < 600 \text{ ft}^2$</i>
0.6	<i>Untuk $A_T \geq 600 \text{ ft}^2$</i>

Dalam SI

1	<i>Untuk $F \leq 4$</i>
$R_1 = 1.2 - 0.005 F$	<i>Untuk $4 < F < 12$</i>
0.6	<i>Untuk $F \geq 12$</i>

Dimana :

A_T = Luas tributari dalam ft^2 (m^2) yang didukung oleh setiap komponen struktural dan

1	<i>Untuk $F \leq 4$</i>
$R_2 = 1.2 - 0.005 F$	<i>Untuk $4 < F < 12$</i>

0.6

Untuk $F \geq 12$

Untuk atap berbubung, F = jumlah peninggian dalam inci per foot (dalam SI: $F = 0,12 \times$ kemiringan (*slope*), dengan kemiringan dinyatakan dalam persentase), dan untuk atap lengkung atau kubah, F = rasio tinggi terhadap bentang dikalikan dengan 32.

2.2.3 Beban Air Hujan

Menurut SNI 1727-2013, Setiap bagian dari suatu atap harus dirancang mampu menahan beban dari semua air hujan yang terkumpul apabila sistem drainase primer untuk bagian tersebut tertutup di tambah beban merata yang disebabkan oleh kenaikan air diatas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran rencananya.

$$R = 0.0098 \times (ds + dh) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

R = Beban Air hujan pada atap yang tidak melendut , dalam lb/ft^2 (kN/m^2).

Apabila istilah atap yang tidak melendut digunakan, lendutan dari beban (termasuk beban mati) tidak perlu diperhitungkan ketika menentukan jumlah air hujan pada atap.

ds = kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke lubang masuk sistem drainase sekunder apabila sistem drainase primer tertutup (tinggi statis), dalam in. (mm)

dh = tambahan kedalaman air pada atap yang tidak melendut diatas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran air rencana (tinggi hidrolis) dalam in. (mm)

2.2.4 Beban angin

- **Menentukan Kategori Risiko**

Faktor kategori risiko mempengaruhi besar kecilnya kategori yang di gunakan, sehingga untuk menentukan kategori risiko suatu bangunan dapat di tentukan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.1. Kategori Risiko Bangunan Dan Struktur Lainnya Untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa Dan Es

Penggunaan Atau Pemanfaatan Fungsi Bangunan Gedung Dan Struktur	Kategori Risiko
Bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan risiko rendah untuk kehidupan manusia dalam kejadian kegagalan	I
Semua bangunan gedung dan struktur lain kecuali mereka terdaftar dalam Kategori Risiko I, III, dan IV	II
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan risiko besar bagi kehidupan manusia. Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam Kategori Risiko IV, dengan potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi substansial dan/atau gangguan massa dari hari-ke-hari kehidupan sipil pada saat terjadi kegagalan. Bangunan gedung dan struktur lain tidak termasuk dalam Risiko Kategori IV (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang manufaktur, proses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat seperti bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan peledak) yang mengandung zat beracun atau mudah meledak di mana kuantitas material melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup untuk menimbulkan suatu ancaman kepada publik jika dirilis.	III
Bangunan gedung dan struktur lain yang dianggap sebagai fasilitas penting. Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi masyarakat. Bangunan gedung dan struktur lain (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang memproduksi, memproses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat berbahaya seperti bahan bakar, bahan kimia berbahaya, atau limbah berbahaya) yang berisi jumlah yang cukup dari zat yang sangat beracun di mana kuantitas melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup menimbulkan ancaman bagi masyarakat jika dirilis ^a .	IV

Bangunan gedung dan struktur lain yang diperlukan untuk mempertahankan fungsi dari Kategori Risiko IV struktur lainnya.	
---	--

Sumber : SNI 1727-2013 Tabel 1.5-1

- **Menentukan Kecepatan angin dasar**

Bangunan gedung dan struktur lain, termasuk sistem penahan beban angin utama (SPBAU). Kecepatan angin dasar, V adalah kecepatan tiupan angin dalam tiga detik pada ketinggian 33 ft (10 m) di atas tanah pada eksposur C (*Pasal 26.7.3 SNI 1727-2013*) yang ditentukan sesuai dengan pasal 26.5.1 SNI 1727-2013.

Angin harus diasumsikan datang dari segala arah horizontal. Kecepatan angin dasar harus di perbesar jika catatan atau pengalaman menunjukkan bahwa kecepatan angin lebih tinggi dari pada yang ditentukan.

- **Faktor arah angin**

Faktor arah angin K_d , harus di tentukan dari tabel 26.6-1 (*SNI 1727-2013*) faktor ini hanya akan di masukkan dalam menentukan beban angin bila kombinasi bebanya yang disyaratkan digunakan untuk mendesain. Sehingga untuk besarnya faktor arah angin pada atap lengkung adalah K_d 0.85 dapat di tentukan berdasarkan tabel 2.2.

Tabel 2.2. Faktor Arah Angin, K_d

Tipe Struktur	Faktor Arah Angin K_d^*
Bangunan Gedung	
Sistem Penahan Beban Angin Utama	0,85
Komponen dan Klading Bangunan Gedung	0,85
Atap Lengkung	0,85
Cerobong asap, Tangki, dan Struktur yang sama	
Segi empat	0,90
Segi enam	0,95
Bundar	0,95
Dinding pejal berdiri bebas dan papan reklame pejal berdiri bebas dan papan reklame terikat	0,85
papan reklame terbuka dan kerangka kisi	0,85
Rangka batang menara	
Segi tiga, segi empat, persegi panjang	0,85
Penampang lainnya	0,95

Sumber : SNI 1729-2013 Tabel 26.6-1

- **Kategori Eksposur**

Untuk setiap arah angin yang diperhitungkan, eksposur lawan angin didasarkan pada kekerasan permukaan tanah yang di tentukan dari topografi alam, vegetasi, dan fasilitas di bangunan. lokasi dari bangunan merupakan faktor untuk menentukan kategori eksposur, karena lokasi bangunan merupakan di daerah perkotaan maka kategori yang di gunakan adalah kategori B.

Kategori kekasaran permukaan pada eksposur B berlaku pada daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan, atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat yang banyak memiliki ukuran dari tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar.

- **Faktor Topografi**

Efek peningkatan kecepatan angin pada bukit, bukit memanjang, dan tebing curam yang terisolasi akan menimbulkan perubahan mendadak dalam topografi umum, terletak dalam setiap kategori eksposur, harus dimasukkan dalam perhitungan beban angin bila kondisi bangunan gedung dan kondisi lokasi dan lokasi struktur memenuhi kondisi pada pasal 26.8.1 (*SNI 1727-2013*).

Efek peningkatan kecepatan angin harus dimasukkan dalam perhitungan beban angin desain dengan menggunakan faktor K_{zt}

$$K_{zt} = (1 + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)^2 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana : K_1, K_2, K_3 di tentukan pada Gambar 26.8-1 (*SNI 1727-2013*)

- **Faktor Efek Tiupan Angin**

Faktor efek tiupan angin untuk suatu bangunan gedung dan struktur lain yang kaku boleh diambil sebesar 0.85.

- **Klasifikasi Ketertutupan**

Untuk menentukan koefisien tekanan internal, semua bangunan gedung harus diklasifikasikan sebagai bangunan tertutup, tertutup sebagian, atau terbuka.

- **Koefisien tekanan internal**

Koefisien tekanan Internal, (GC_{pi}), harus ditentukan dari Tabel 2.3 berdasarkan pada klasifikasi ketertutupan bangunan gedung. Namun Untuk bangunan tertutup sebagian yang memiliki sebuah ruangan besar tanpa sekat, koefisien tekanan internal, (GC_{pi}), harus dikalikan dengan faktor reduksi, R_i berikut ini :

$$R_i = 0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_i}{22.800 \cdot A_{og}}}} \right) < 1.0 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

A_{og} = Luas total bukaan pada amplop bangunan gedung (dinding-dinding dan atap, dalam ft²)

V_i = Volume Internal ruang tanpa partisi, dalam ft³

Tabel 2.3. Koefisien Tekanan Internal, (GC_{pi})

Klasifikasi Ketertutupan	(GC_{pi})
Bangunan gedung terbuka	0,00
Bangunan gedung tertutup sebagian	+ 0,55 - 0,55
Bangunan gedung tertutup	+ 0,18 - 0,18

Sumber : SNI 1727-2013 Tabel 26.11-1

- Tekanan Velositas

Berdasarkan kategori eksposur yang ditentukan, koefisien eksposur tekanan velositas K_z atau K_h , sebagaimana yang berlaku, harus ditentukan dari Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4. Koefisien Eksposur tekan Velositas, K_h dan K_z

Tinggi di atas level tanah, z		Eksposur		
		B	C	D
ft	(m)			
0-15	0-4.6	0.57	0.85	1.03
20	6.1	0.62	0.90	1.08
25	7.6	0.66	0.94	1.12
30	9.1	0.70	0.98	1.16
40	12.2	0.76	1.04	1.22
50	15.2	0.81	1.09	1.27
60	18	0.85	1.13	1.31
70	21.3	0.89	1.17	1.34
80	24.4	0.93	1.21	1.38
90	27.4	0.96	1.24	1.40
100	30.5	0.99	1.26	1.43
120	36.6	1.04	1.31	1.48
140	42.7	1.09	1.36	1.52
160	48.8	1.13	1.39	1.55
180	54.9	1.17	1.43	1.58
200	61.0	1.20	1.46	1.61
250	76.2	1.28	1.53	1.68
300	91.4	1.35	1.59	1.73
350	106.7	1.41	1.64	1.78
400	121.9	1.47	1.69	1.82
450	137.2	1.52	1.73	1.86
500	152.4	1.56	1.77	1.89

Sumber : SNI 1727-2013 Tabel 27.3-1

Tekanan Velositas, q_z , di evaluasi pada ketinggian Z harus di hitung dengan persamaan berikut :

$$q_z = 0.00256.K_z.K_{zt}.K_d.V^2 \text{ (lb/ft}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.6)$$

[Dalam SI $q_z = 0.613.K_z.K_{zt}.K_d.V^2 \text{ (N/m}^2\text{)}; V \text{ dalam m/s}]$

Dimana :

K_d = Faktor Arah angin

K_z = Koefisien Eksposur tekanan velositas

K_{zt} = Faktor topografi tertentu

V = Kecepatan angin dasar

Q_z = Tekanan velositas di hitung dengan persamaan (2.6) pada ketinggian z

Q_h = Tekanan velositas di hitung menggunakan persamaan (2.6) pada ketinggian atap rata-rata h

- **Beban angin**

Tekanan angin desain untuk Sistem penahan beban angin utama (*SPBAU*) bangunan gedung dari semua ketinggian harus ditentukan persamaan berikut:

$$p = q \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (G \cdot C_{pi}) \quad (lb/ft^2) \quad (N/m^2) \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

q = q_z , untuk dinding di sisi angin datang yang diukur pada ketinggian z di atas permukaan tanah

q = q_h untuk dinding di sisi angin pergi, dinding samping, dan atap yang diukur pada ketinggian h

q_i = q_h untuk dinding di sisi angin datang, dinding samping, dinding di sisi angin pergi, dan atap bangunan gedung tertutup untuk mengevaluasi tekanan internal negatif pada bangunan gedung tertutup sebagian

q_i = q_z untuk mengevaluasi tekanan internal positif pada bangunan gedung tertutup sebagian bila tinggi z ditentukan sebagai level dari bukaan tertinggi pada bangunan gedung yang dapat mempengaruhi tekanan internal positif. Untuk bangunan gedung yang terletak di wilayah berpartikel terbawa angin, kaca yang tidak tahan impact atau dilindungi dengan penutup tahan impact, harus diperlakukan sebagai

bukaan sesuai dengan Pasal 26.10.3. Untuk menghitung tekanan internal positif, q_i secara konservatif boleh dihitung pada ketinggian ($q_i = q_h$)

G = Faktor efek-tiupan angin, lihat Pasal 26.9 (SNI 1727-2013) dapat diambil (0.85)

C_p = Koefisien tekanan eksternal dari Gambar 27.4-1, 27.4-2 dan 27.4-3 (SNI 1727-2013)

(GC_{pi}) = Koefisien tekanan internal dari Tabel 26.11-1 (SNI 1727-2013)

2.2.5 Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI 1727-2013 Pasal 2.3, struktur, komponen, dan fondasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan desainya sama atau melebihi efek dari beban terfaktor dalam kombinasi berikut :

- $1.4D$
- $1.2D + 1.6L + 0.5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- $1.2D + 1.6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0.5W)$
- $1.2D + 1.0W + L + 0.5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- $0.9D + 1.0W$

Dimana :

D = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai atap, plafond, partisi tetap, tangga dan peralatan layanan tetap

L = Beban hidup yang di timbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk beban kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain – lain. Faktor beban untuk L harus sama dengan 1.0

untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum dan semua daerah yang memikul beban hidup lebih besar dari 5.0 kPa

L_r = Beban hidup diatap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

H = Beban akibat tekanan tanah lateral, tekanan air tanah atau tekanan dari material dalam jumlah besar.

W = Beban angin

E = Beban gempa

S = Beban Salju

R = Beban Hujan

2.3 Ketentuan Umum

2.3.1 Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan

Desain yang sesuai dengan ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) memenuhi persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK. Semua ketentuan Spesifikasi ini, kecuali untuk Pasal B3.4 (*SNI 1729-2015*) ini, harus digunakan.

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

R_u = Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

R_n = Kekuatan nominal, disyaratkan dalam Bab B sampai K (*SNI 1729-2015*)

Φ = Faktor ketahanan, disyaratkan dalam Bab B sampai K (*SNI 1729-2015*)

ΦR_n = Kekuatan desain

2.3.2 Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Kekuatan Izin

Desain yang sesuai dengan ketentuan Desain Kekuatan Izin (DKI) memenuhi persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan izin dari setiap komponen struktur sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DKI. Semua ketentuan spesifikasi ini, kecuali Pasal B3.3 SNI (1729-2015), harus digunakan.

$$R_a \leq \Phi \cdot R_n / \Omega \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

R_a = Kekuatan perlu yang menggunakan kombinasi beban DKI

R_n = Kekuatan nominal, disyaratkan dalam Bab B sampai K (SNI 1729-2015)

Ω = Faktor keamanan, disyaratkan dalam Bab B sampai K (SNI 1729-2015)

R_n / Ω = Kekuatan izin

2.3.3 Desain Ketebalan Dinding Desain PSB

Dalam (SNI 1729-2015 Pasal B4) Desain ketebalan dinding t harus digunakan dalam perhitungan dengan melibatkan ketebalan dinding Hollow Structural Section (HSS). Ketebalan dinding desain t , harus digunakan dalam perhitungan yang melibatkan ketebalan dinding Profil Struktur Berongga (PSB). Ketebalan dinding desain, t , harus diambil sama dengan 0.93 kali ketebalan dinding nominal untuk PSB Elektrik-resistant-Welded (ERW) dan sama dengan ketebalan nominal untuk PSB Submerged-Arc-Welded (SAW).

Sebuah pipa dapat dirancang menggunakan ketentuan dari spesifikasi untuk profil PSB bulat selama pipa tersebut sesuai dengan ASTM A53 kelas B dan

pembatasan sesuai dari spesifikasi digunakan. ASTM A500 PSB dan ASTM A53 pipa mutu B yang diproduksi melalui proses sebuah ERW. Suatu proses SAW digunakan untuk penampang melintang yang lebih besar dari yang diizinkan oleh ASTM A500.

2.3.4 Persyaratan Desain (Luas Area Efektif)

Menurut (SNI 1729-2015 Pasal D3) Luas neto efektif dari komponen struktur tarik harus di tentukan sebagai berikut :

$$A_e = A_n \times U \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana U adalah faktor Shear lag.

Faktor Shear lag dapat di tentukan sebagai berikut :

- a. Untuk semua komponen struktur tarik di salurkan secara langsung kesetiap dari elemen profil melintang melalui sarana sambungan las, $A = A_g$, di mana adalah luas area total dengan faktor Shear lag $U = 1.0$

$$I \geq 1.3 D \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana : I adalah panjang sambungan, in. (mm)

- b. Untuk sambungan dengan pelat buhul, $A = A_n$, di mana A_n adalah luas area total dikurangi dengan luas area yang diganti dengan sambungan.

$D \leq I < 1.3 D$ maka Shear Lag (U) yang di gunakan adalah

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} \dots\dots\dots (2.12)$$

Pada persamaan di atas, x adalah jarak tegak lurus dari sambungan ke titik centroid dari luas area total. Untuk HSS yang berbentuk bulat.

$$\bar{x} = \frac{D}{\pi} \dots\dots\dots (2.13)$$

Di mana:

L = Panjang sambungan dalam arah pembebanan (mm)

D = Piameter terluar dari HSS bulat (mm)

I = Panjang sambungan, in. (mm)

\bar{X} = Eksentrisitas Sambungan, in. (mm)

2.4 Desain Batang

2.4.1 Pembatasan Kelangsingan Komponen Struktur Tarik

Tidak ada batasan kelangsingan maksimum untuk komponen struktur dalam tarik. Untuk komponen struktur yang dirancang berdasarkan tarik, rasio kelangsingan L/r lebih baik tidak melebihi 300. Saran ini tidak berlaku pada batang atau gantungan dalam gaya tarik. (*SNI 1729-2015 Pasal D*).

2.4.2 Desain Kekuatan Tarik

Perencanaan batang tarik pada hakekatnya menentukan luas penampang lintang yang cukup untuk menahan beban yang diberikan. batang tarik tanpa lubang akan mencapai kekuatan maksimum apabila semua serat penampang lintang batang meleleh, dengan kata lain distribusi tegangan tarik sudah merata pada penampang.

Menurut (*SNI 1729-2015 Pasal B4.3*) desain yang sesuai dengan ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) memenuhi persyaratan spesifikasi bila kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK.

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

R_u = Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

R_n = Kekuatan nominal, di syaratkan dalam Bab B sampai Bab K

Φ = Factor ketahanan, di syaratkan dalam Bab B sampai Bab K

ΦR_n = Kekuatan desain

Menurut (SNI 1729-2015 Pasal D2) Kekuatan tarik desain, $\Phi_t P_n$ dan Kekuatan tarik tersedia, P_n/Ω_t , dari komponen struktur tarik, harus nilai terendah yang diperoleh sesuai dengan keadaan batas dari leleh tarik pada penampang bruto dan keruntuhan tarik pada penampang netto.

(a.) Menghitung tegangan leleh tarik pada penampang Bruto

$$P_n = F_y \times A_g \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\Phi_t = 0,90 \text{ (DFBK)} \qquad \Omega_t = 1.67 \text{ (DKI)}$$

(b.) Untuk keruntuhan Tarik (Putus) pada penampang Netto

$$P_n = F_u \times A_e \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\Phi_t = 0,75 \text{ (DFBK)} \qquad \Omega_t = 2.00 \text{ (DKI)}$$

Dimana :

A_e = Luas Neto Efektif, in² (mm²)

A_g = Luas Bruto dari komponen Struktur, in² (mm²)

F_y = Tegangan leleh minimum yang disyaratkan, ksi (MPa)

F_u = Kekuatan Tarik Minimum yang disyaratkan, ksi (MPa)

P_n = Tegangan nominal aksial, ksi (MPa)

Luas Neto Efektif

Luas bruto A_g , dan luas Neto, A_n , dari komponen struktur tarik harus di tentukan sesuai dengan ketentuan SNI 1729-2015 Pasal B4.3. dimana luas netto A_n , untuk PSB terslot yang di las pada pelat buhul, luas netto A_n , adalah luas bruto di kurangi hasil ketebalan dan lebar total material yang dihilangkan untuk

membentuk slot tersebut, namun untuk komponen struktur tanpa lubang, luas neto tersebut, A_n adalah sama dengan luas bruto, A_g .

2.4.3 Desain Kekuatan Tekan

Batang tekan jarang sekali mengalami tekanan aksial saja. Namun bila pembebanan ditata sedemikian rupa hingga rotasi ujung dapat diabaikan atau beban dari batang-batang yang bertemu pada titik simpul bersifat simetris, maka batang tekan dapat direncanakan dengan aman sebagai batang yang dibebani secara konsentris.

Menurut (SNI 1729-2015 Pasal E1) Kekuatan tekan desain, $\phi_c P_n$, dan Kekuatan Tekan tersedia, P_n/Ω_c , di tentukan sebagai berikut : Ketentuan tekan nominal, P_n harus nilai terendah yang di peroleh berdasarkan pada keadaan batas dari tekuk lentur, tekuk torsi-lentur.

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\Phi_t = 0,90 \text{ (DFBK)} \qquad \Omega_t = 1.67 \text{ (DKI)}$$

Untuk kondisi tekan, penampang di klasifikasikan sebagai elemen nonlansing atau penampang elemen lansing. Untuk profil elemen nonlansing, rasio tebal terhadap lebar dari elemen tekan tidak boleh melebihi λ_r . Jika rasio tersebut melebihi λ_r disebut penampang dengan elemen-lansing.

Untuk kondisi lentur, penampang di klasifikasikan sebagai penampang Kompak, non kompak atau penampang elemen-lansing. Untuk penampang kompak, sayap-sayapnya harus menyatu dengan bagian badan dan rasio tebal-terhadap-lebar dari elemen tekannya tidak boleh melebihi batasnya, λ_p . Jika rasio tebal-terhadap-lebar dari satu atau lebih elemen tekan melebihi λ_p . Tetapi tidak boleh melebihi λ_r , maka penampang tersebut di sebut nonkompak. Jika rasio tebal-

terhadap-lebar dari setiap elemen tekan melebihi λ_r , disebut penampang dengan elemen langsing.

Rasio tebal-terhadap-lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur yang menahan Tekan Aksial untuk PSB Bulat:

- Rasio Ketebalan-Terhadap-Lebar D/t
- Batasan Rasio Tebal-terhadap-lebar = $0.11 \times \frac{E}{F_y}$

Rasio tebal-terhadap-lebar : Elemen tekan Komponen Struktur Menahan Lentur untuk PSB Bulat :

- Rasio Ketebalan-terhadap-lebar D/t
- $\lambda_p = 0.07 \times \frac{E}{F_y}$ (2.18)
- $\lambda_r = 0.31 \times \frac{E}{F_y}$ (2.19)

Dimana :

E = Modulus elastisitas baja = 29.000 ksi (200.000 Mpa)

F_y = Tegangan leleh minimum yang di syaratkan, ksi (Mpa)

Panjang Efektif

Untuk komponen struktur yang dirancang berdasarkan tekan, rasio kelangsingan efektif dapat memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$(K.L)/r < 200..... (2.20)$$

Kekuatan tekan nominal, P_n , harus nilai terendah berdasarkan pada keadaan batas dari tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk-lentur yang sesuai.

$$P_n = A_g \times F_{cr}..... (2.21)$$

Tegangan Kritis, F_{cr} , harus di tentukan sebagai berikut :

$$a. \text{ Bila } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ (atau } \frac{F_y}{F_e} \leq 2.25)$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] \cdot F_y \dots \dots \dots (2.22)$$

$$b. \text{ Bila } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ (atau } \frac{Q \cdot F_y}{F_e} > 2.25)$$

$$F_{cr} = 0.877 \cdot F_e \dots \dots \dots (2.23)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana :

- F_e = Tegangan tekuk kritis elastis (Mpa)
- A_g = Luas penampang bruto
- K = Faktor panjang efektif
- L = Panjang batang tekuk
- r = Radius girasi atau jari – jari girasi

2.5 Sambungan Mero Sistem

2.5.1 Umum

Sambungan adalah bagian yang sangat penting dalam space Struss. Penggunaan sambungan yang sesuai adalah bagian yang sangat menentukan kesuksesan desain dan konstruksi. Berbagai macam tipe sambungan tergantung pada tipe sambungan, termasuk baut, las atau sambungan konektor mekanik yang khusus. Berbagai macam tipe sambungan telah dikembangkan, menghasilkan

beberapa penemuan tentang berbagai macam sambungan yang sudah lama digunakan.

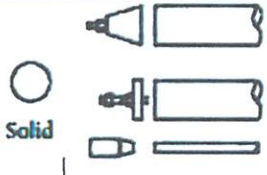

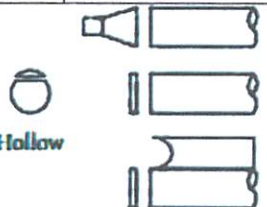







Sistem sambungan pada space Truss lebih penting dari pada beberapa tipe lain, dikarenakan batang yang disambung akan menjadi system sambungan tunggal. Lebih jauh lagi, members 6 yang terletak pada area 3 dimensi yang membuat transfer beban menjadi lebih kompleks.

Berbagai macam tipe sambungan yang umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.5, Tabel 2.6, Tabel 2.7 dan Tabel 2.8. Secara umum, tipe sambungan dapat dibedakan menjadi 3:

- 1) Dengan noda
- 2) Tanpa noda
- 3) Sistem fabrikasi khusus











a) *Tipe sambungan bola*

Tabel 2.5.A. Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda

Node	Connector Member	Cross Section	Examples
Sphere	 <p>Solid</p>		<p>Mero KK, Germany : Montal, Germany; Uzay, Italy; Zublin, Germany</p> <p>Steve Baer, United States, Van tiel, netherlands, KT Space Truss, Lapan</p> <p>Mero MT, Germany</p>
	 <p>Hollow</p>		<p>Spherobat, France</p> <p>NS Space Truses, Japan; Tubal, Netherlands; Orbik, United Kingdom</p> <p>NS Space Trusses, Japan; Tubal, Netherlands; Orbik, United Kingdom</p>
	 <p>Hollow</p>		<p>SDC, France</p>
	 <p>Hollow</p>		<p>Oktapelatta, Germany</p> <p>WHSI, China</p>
	 <p>Hollow</p>		<p>Vestrut, Italy</p>









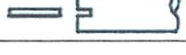



















b) Tipe Sambungan Silinder

Tabel 2.5.B. Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda

Node	Connector Member	Cross Section	Examples	
	 Solid			Triodetic, Canada; Nameless, East Germany
	 Hollow	  	  	Octatube Plus, Netherlands; Nameless, Singapore Pieter HuyBers, Netherlands Nameless System, United Kingdom





c) Menggunakan Lempengan

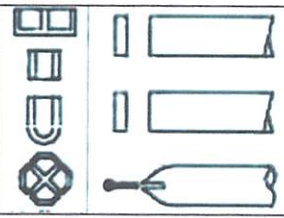
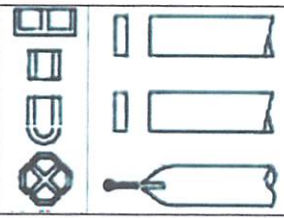
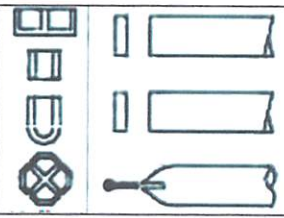
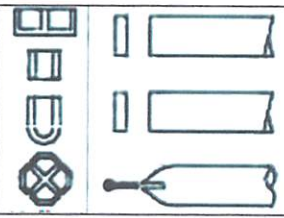
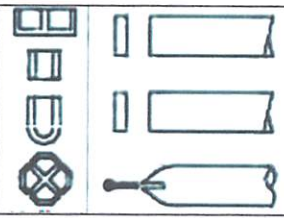
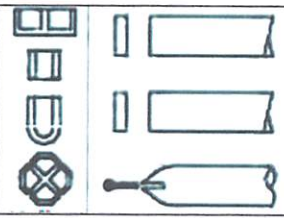
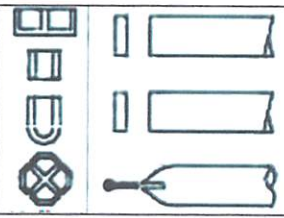
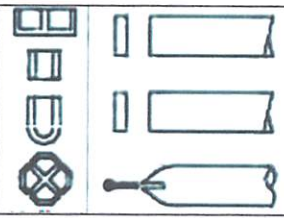
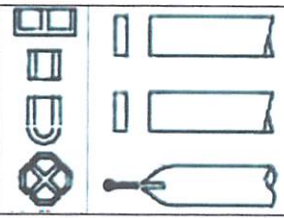
Tabel 2.5.C. Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda

Node	Connector Member	Cross Section	Examples	
Disc	 Flat	 	  	Palc, Spain Power Strut, United States Pieter Huybers, Netherlands
	 Flat	 	  	Palc, Spain Power Strut, United States Pieter Huybers, Netherlands
	 Disc			Tridimatec, France
	 Disc		 	Moduspan (Unistrut), United States; Space Truss System VI (Unistrut), United States
	 Welded	 	 	Boyd Auger, United States; Octatube, Netherlands Piramodul Large Span, Netherlands
	 Nodus		 	Nodus, United Kingdom

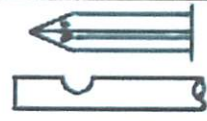



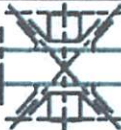

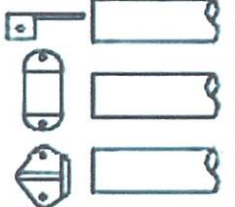

d) Menggunakan Prisma

Tabel 2.6. Tipe Sambungan Dengan Menggunakan Noda


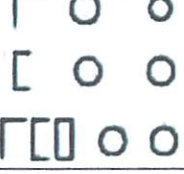




Node	Connector Member	Cross Section	Examples	
Prism	 Solid		 	Montal, Germany Mero BK, Germany





			Mero TK and ZK, Germany
			Mero NK, Germany
			Stterwhite, United States

Tabel 2.7. Tipe Sambungan Tanpa Noda

Node	Connector Member	Cross Section	Examples
Form Of Member	Forming 		Buckminster Fuller Nonadome, Netherlands
	Flattened and Bending 		Radial, Australia Harley, Australia
	Pelate (S) 		Mai Sky, United States
	Member end 		Pieter Huybers, Netherlands Pierce, United States Buckminster Fuller

Tabel 2.8 Sambungan Dengan Menggunakan Fabrikasi

Node	Prefabricated Unit	Member Cross- Section top/bracing/ballom	Examples
Geometrical Solid			Space Deck, United Kingdom Mero DE, Germany Unistrut, France
			Nameless System Italy
2D Components			Ruter, Germany

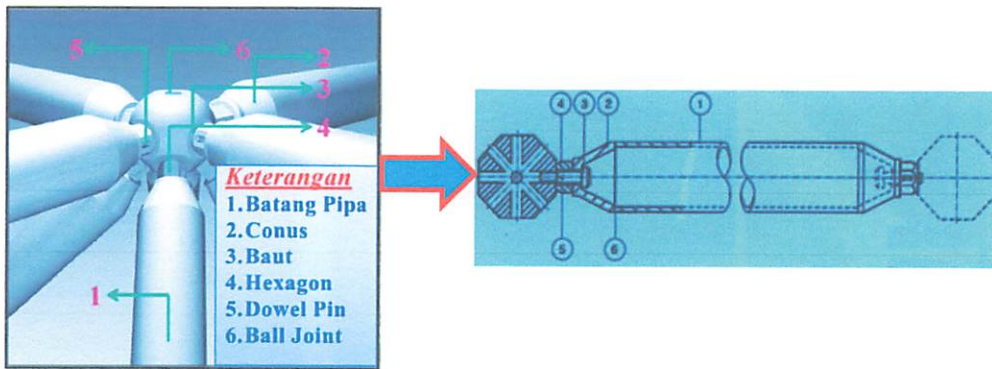
			Nameless System, Italy
3D Components			Cubic, United Kingdom

Sistem sambungan yang umum digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.9. Sistem Sambungan Yang Umum Digunakan

Names	Germany	Periode Of Development	Material	Connecting Method
MERO	United Kingdom Canada	1940 - 1950	Steel Aluminium	Bolting
Space Deck Triodetic	United Kingdom Canada	1950 - 1960 1950 - 1960	Steel Aluminium Steel	Bolting Insert member ends into hub
Unistrut (moduspan)	United States	1950 - 1960	Steel	Bolting
Oktapelatte	Germany	1950 - 1960	Steel	Welding
Unibat	France	1950 - 1970	Steel	Bolting
Nodus	United Kingdom	1960 - 1970	Steel	Bolting and Using Pins
NS	Japan	1970 - 1980	Steel	Bolting

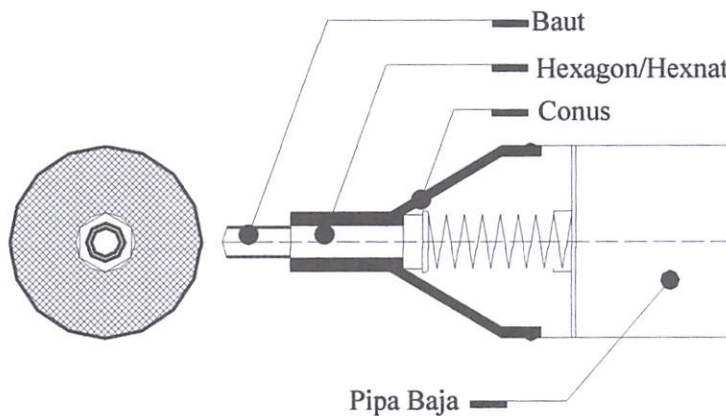
Di Indonesia perencanaan struktur rangka ruang masih sangat terbatas untuk profil bulat dan sambungan dengan Mero Sistem. Mengeringhausen (*Jerman, 1942*) menyebutkan bahwa Mero Sistem mempunyai dua elemen dasar sebuah batang dan bola penghubung yang mempunyai delapan belas lubang berulir. Mero sistem memiliki perangkat sambungan berupa Conus, Hexagon (*Hexnut*), baut dan bola baja.



Gambar 2.3. Bagian -Bagian sambungan Mero Sistem

2.5.2 Conus Dan Tebal Conus

Conus merupakan perangkat yang berfungsi menghubungkan batang pipa ke sistem sambungan yang menerima dan menyalurkan beban yang bekerja. Bentuk conus merupakan bentuk lingkaran dengan model tertentu yang diameternya sesuai dengan pipa yang dipakai. Melalui conus inilah beban atau gaya batang pada penampang lingkaran disalurkan keperangkat lain, yaitu Hexagon. Hubungan conus dengan pipa disambung dengan las.



Gambar 2.4. Baut, Hexagon dan Conus

Diameter terluar dari conus dapat diambil seperti rumus :

$$D_c = n * t_3 \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana:

- n = rasio perbandingan diameter conus dan diameter pipa Truss

Tebal dari conus dapat diambil dengan rumus sebagai Berikut :

$$t_{w_c} = \frac{P_{max}}{f_y} \dots\dots\dots (2.26)$$

Untuk mempermudah desain tebal conus, maka tebal conus digunakan sebagai kelipatan 0.1

2.5.3 Hexagon (Hexnut)

Hexagon bisa juga disebut Hexnut, merupakan perangkat bantu yang digunakan untuk memutar baut hingga masuk terikat ke bola baja. Selain itu juga untuk menyalurkan beban dan gaya, Hexnut berbentuk segi enam dengan tinggi tertentu .

Ukuran hexnut bermacam-macam sesuai dengan batang pipa yang disambung, tetapi tebalnya hampir sama yaitu antara 6-10 Cm, walaupun lebih tebal itu di perlukan karena keadaan konstruksi. Hexanut ini akan bekerja pada saat gaya aksial tekan, karena perangkat inilah yang menumpu langsung ke bola baja.

Dalam perencanaan kekuatan Hexagon di dasarkan pada luas penampang, karena selain sebagai pengunci hexagon berfungsi sebagai penyalur gaya-gaya pada saat tekan. Pemilihan insert to node, conus insert dan hexagon lengh disesuaikan dengan dimensi baut dan dimensi batang yang digunakan. Untuk menganalisa dimensi hexagon maka dapat direncanakan dengan rumus sebagai berikut :

$$a = \left[\frac{0,5 \times Hex \ Hole}{\cos 30} \right] \dots\dots\dots (2.27)$$

$$b = \left[\frac{0,5 \times Wrench}{\cos 30} \right] \dots\dots\dots (2.28)$$

$$t = \left[\frac{Wrech - Hex Hole}{2} \right] \dots\dots\dots (2.29)$$

$$A = 6 \times \left[\frac{a+b}{2} \right] \times t \dots\dots\dots (2.30)$$

$$d = b + (\tan 30 \times 0.5 \times Type\ Of\ Wrench) \times 2 \dots\dots\dots (2.31)$$

Kapasitas tekan maksimum Hexagon :

$$P = \Phi \cdot F_y \times A_g \dots\dots\dots (2.32)$$

Kontrol desain Hexagon (*Hexnut*)

$$P. Rencana > P. Maks. Tekan \dots\dots\dots (2.33)$$

Dimana :

P = Gaya tekan batang

Wr = Wrench (diambil dari tabel)

Hl = Hexagon Hole (diambil dari tabel)

A = Luas Bidang Tekan

2.5.4 Diameter, Tebal dan Panjang Baut

Penggunaan baut kekuatan tinggi harus menurut ketentuan spesifikasi untuk joint struktur yang menggunakan baut kekuatan-tinggi, selanjutnya diacu seperti Spesifikasi RCSC, yang disetujui oleh The Research Council on Structural Connection, kecuali disyaratkan lain dalam Spesifikasi ini. Baut kekuatan-tinggi dalam Spesifikasi ini dikelompokkan sesuai dengan kekuatan material sebagai berikut:

- Group A-ASTM A325, A325M, F1852, A354 Kelas BC, dan A449
- Group B-ASTM A490, A490M, F2280, dan A354 Kelas BD

Kondisi snug-tight yang didefinisikan sebagai kekencangan yang diperlukan untuk memberi lapisan tersambung ke kontak kuat/teguh. Baut yang dikencangkan pada suatu kondisi selain dari snug tight harus secara jelas diidentifikasi pada gambar desain. Semua baut kekuatan-tinggi yang disyaratkan pada gambar desain yang digunakan dalam pra-tarik atau joint kritis-slip harus dikencangkan dengan suatu ketegangan baut tidak kurang dari yang diberikan dalam Tabel J3.1 atau J3.1M (SNI 1729-2015) Pemasangan harus melalui setiap dari metode yang berikut: metode turn-of-nut, suatu indikator-gaya tarik-langsung, twist-off-type tension-control bolt, kunci pas dikalibrasi atau baut desain alternatif.

Kekuatan tarik atau geser desain, ΦR_n , dan kekuatan tarik atau geser yang diizinkan, R_n/Ω dari suatu baut snug-tightened atau baut kekuatan-tinggi pra-tarik atau bagian berulir harus ditentukan sesuai dengan keadaan batas dari keruntuhan tarik dan keruntuhan geser sebagai berikut:

$$R_n = F_n A_b \dots\dots\dots (2.34)$$

$$\Phi = 0.75 \text{ (DFBK)} \quad \Omega = 2.00 \text{ (DKI)}$$

Dimana :

A_b = Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir, in.² (mm²)

F_n = Tegangan tarik nominal, F_{nt} , atau tegangan geser, F_{nv} dari tabel J3.2 (SNI 1729-2015), ksi (Mpa)

Menurut persyaratan SNI 1729-2015 desain kekuatan berdasarkan desain vaktor beban dan ketahanan (DFBK) Suatu baut yang memikul gaya terfaktor, R_u harus memenuhi :

$$R_u \leq \Phi R_n \dots\dots\dots (2.35)$$

Daftar spesifikasi tabel diameter baut untuk ASTM490 dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.9. Kekuatan nominal baut per satuan luas

Applied Load Condition		Nominal Strength per Unit Area F_u , ksi	
		ASTM A325 or F1852 Bolt	ASTM A490 Bolt
Tension ^a	Static	90	113
	Fatigue	See Section 5.5	
Shear ^{ab}	Threads included in shear plane	48	60
	Threads excluded from shear plane	60	75

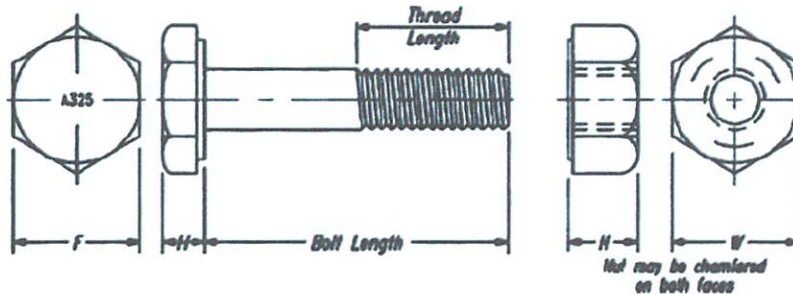
^a Except as required in Section 5.2.
^b In shear connections that transmit axial force and have length between extreme bolts measured parallel to the line of force exceeds 50 in., tabulated values shall be reduced by 20 percent.

Tabel 2.10. Pratarik Baut Minimum, kN*

Ukuran Baut, mm	Baut A325M	Baut A490M
M16	91	114
M20	142	179
M22	176	221
M24	205	257
M27	267	334
M30	326	408
M36	475	595

* Sama dengan 0,70 dikalikan kekuatan tarik minimum baut, dibulatkan mendekati kN, seperti disyaratkan dalam spesifikasi untuk baut ASTM A325M dan A490M dengan ulir UNC.

Sumber : SNI 1729-2015 Tabel J3-1M



Gambar 2.5. Ukuran baut berdasarkan ASTM 325 dan ASTM 490

Baut memiliki bagian-bagian ulir yaitu :

- 1) Sudut ulir
- 2) Puncak ulir luar
- 3) Jarak bagi

- 4) Diameter inti dari ulir luar
- 5) Diameter luar dari ulir luar
- 6) Diameter dalam dari ulir dalam
- 7) Diameter dari ulir dalam

Tabel 2.11. Ukuran baut dari ASTM325 dan A490

Nominal Bolt Diameter d_b , in.	Heavy Hex Structural Bolt Dimensions			Heavy Hex Nut Dimensions	
	Width across flats F , in.	Height H_1 , in.	Thread Length T , in.	Width across flats W , in.	Height H_2 , in.
$1/2$	$7/8$	$5/16$	1	$7/8$	$31/64$
$5/8$	$1^{1/16}$	$25/64$	$1^{1/4}$	$1^{1/16}$	$39/64$
$3/4$	$1^{1/4}$	$15/32$	$1^{3/8}$	$1^{1/4}$	$47/64$
$7/8$	$1^{7/16}$	$35/64$	$1^{1/2}$	$1^{7/16}$	$55/64$
1	$1^{5/8}$	$39/64$	$1^{3/4}$	$1^{5/8}$	$63/64$
$1^{1/8}$	$1^{13/16}$	$1^{1/16}$	2	$1^{13/16}$	$1^{7/64}$
$1^{1/4}$	2	$25/32$	2	2	$1^{7/32}$
$1^{3/8}$	$2^{3/16}$	$27/32$	$2^{1/4}$	$2^{3/16}$	$1^{11/32}$
$1^{1/2}$	$2^{3/8}$	$15/16$	$2^{1/4}$	$2^{3/8}$	$1^{15/32}$

2.5.5 Bola Baja (Ball Joint)

Mero Conector, diperkenalkan pertama kali oleh Dr. Mengeringhausen, 50 tahun lalu, dan menjadi sangat populer pada bangunan semi permanen dan permanen. Konektor ini terbuat dari noda yang difabrikasi dengan sistem *hot-press*. Bagian batang dari noda adalah *hollow sections* dengan ujung *cone* tajam yang dilas pada sambungan, diakomodasi dengan sambungan baut. Baut yang digunakan dipertebal dengan *hexagonal sleeve* and sambungan dowel pin, yang

berakhir pada sambungan joint. Noda ini dapat menyambung lebih dari 18 batang, di mana tidak terdapat eksentrisitas. Pabrikan dapat memproduksi noda dengan ukuran 46.5 to 350 mm, dengan ukuran baut yang berkisar antara M12 sampai dengan M64 dengan gaya maksimum yang diijinkan adalah 1413 kN.

Mero Conector mempunyai beberapa keunggulan, di antaranya semua member dari *Space Truss* melewati satu sambungan, yang mengurangi eksentrisitas beban pada joint. Hal ini membuat beban yang terjadi pada sambungan hanyalah beban aksial. Gaya pada batang juga ditahan oleh baut dan *cone* pada ujung *frame*. Bentuk *ball joint* dapat dilihat seperti Gambar 2.6.

Bola baja atau juga disebut nodes berbentuk bola pejal yang terbuat dari baja, aluminium, atau kuningan. Penggunaannya tergantung dari fungsi struktur yang direncanakan. Untuk bola baja selalu digunakan pada struktur besar yang membutuhkan kekuatan sambungan yang tinggi, selain faktor artistik yang juga diperhatikan.

Bola baja kemungkinan mengalami korosi sangat tinggi, oleh karena itu harus dilakukan pencegahan seperti proses galvanis, lapisan chrom atau pengecatan.

Untuk tipe dan ukuran dari bola baja disesuaikan dengan struktur yang direncanakan, dengan panduan dari Tridome. Dalam proses produksi bola baja ketepatan arah sudut dan jarak lubang menjadi hal yang penting diperhatikan, karena penyimpangan yang kecil sekalipun akan mempengaruhi perilaku struktur dan mempersulit pelaksanaan pemasangan dilapangan.

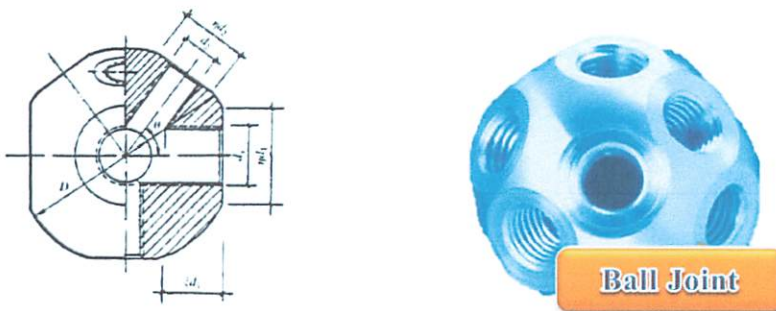
Jenis bola baja diklasifikasikan berdasarkan lubang baut yang ada, dan keberadaan lubang ini oleh perencana disesuaikan dengan struktur yang dibuat. Bola baja di bedakan menjadi dua tipe yaitu :

1. Tipe Standart

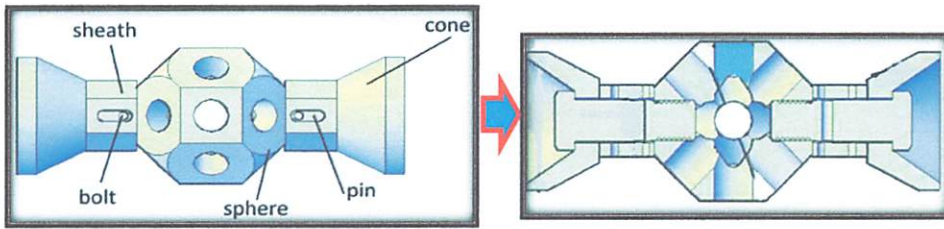
Bola baja mempunyai lubang baut dengan arah yang teratur, yaitu arah yang diambil dari sudut ruang dua buah kubus yang tersusun yang mengarah kepusatnya sebagai posisi bola baja. Maksimum lubang baut adalah 18 buah lubang sesuai dengan arah sudut dan sumbu ruang tersebut.

2. Tipe Khusus

Disediakan untuk struktur dengan arah batang yang tidak standart, sehingga lubang baut pada bola baja harus direncanakan sesuai dengan kebutuhan. Berbeda dengan tipe standart yang sudah disediakan. Pada tipe ini produksi bola baja baru dilaksanakan setelah bentuk konstruksi sudah didapat dan arah batang penyusun diketahui kemiringannya. Tipe khusus ini sering digunakan pada struktur lengkung, Kubah atau struktur lain yang arah batangnya tidak standart.



Gambar 2.6. Sambungan MERO Konektor



Gambar 2.7. Bagian Conus, Hexagon (Hexnut) dan Baut

2.6 Sambungan Las

Sambungan las memiliki beberapa jenis yaitu las tumpul, las sudut, las pengisi atau tersusun. Pada struktur atas hanggar pesawat ini berupa susunan batang-batang baja pipa sehingga terbentuk sudut-sudut antara batang baja pipa yang satu dengan yang lainnya, maka jenis las yang digunakan dalam perencanaan struktur atas hanggar pesawat ini menggunakan jenis las sudut.

2.6.1 Luas Efektif

Menurut (SNI 1729-2015 Pasal J2-2), luas efektif dari suatu las sudut adalah panjang efektif dikalikan dengan throat efektif. Throat efektif dari suatu las sudut merupakan jarak terpendek (garis tinggi) dari perpotongan kaki las ke muka las diagrammatik. Suatu penambahan dalam throat efektif diizinkan jika penetrasi konsisten di luar jarak terpendek (garis tinggi) dari perpotongan kaki las ke muka las diagrammatik yang dibuktikan melalui pengujian dengan menggunakan proses produksi dan variabel prosedur.

Untuk las sudut dalam lubang dan slot, panjang efektif harus panjang dari sumbu las sepanjang pusat bidang yang melalui throat. Pada kasus las sudut yang beroverlap, luas efektif tidak boleh melebihi luas penampang nominal dari lubang atau slot, dalam bidang permukaan lekatan.

2.6.2 Pembatasan

Menurut (SNI 1729-2015 Pasal J2-2), Ukuran minimum las sudut harus tidak kurang dari ukuran yang diperlukan untuk menyalurkan gaya yang dihitung, atau ukuran seperti yang tertera dalam Tabel 2.11. Ketentuan ini tidak boleh diterapkan pada perkuatan las sudut dari las tumpul penetrasi-joint-sebagian atau las tumpul penetrasi-joint-lengkap.

Tabel : 2.12 Ukuran Minimum las sudut

Ketebalan Material dari bagian paling tipis yang tersambung, in. (mm)	Ukuran Minimum las Sudut, ^[a]in. (mm)
Sampai dengan ¼ (6.00)	1/8 (3)
Lebih besar dari ¼ (6) sampai dengan ½ (13.00)	3/16 (5)
Lebih besar dari ½ (13) sampai dengan ¾ (19.0)	¼ (6)
Lebih besar dari ¾ (19.00)	5/16 (8)

^[a] Dimensi kaki las sudut. Las pas tunggal harus di gunakan
Catatan : Lihat Pasal J2.2b (SNI 1729-2015) untuk ukuran maksimum las sudut

Sumber : SNI 1729-2013 Tabel J2.4

Ukuran maksimum dari las sudut dari bagian-bagian yang tersambung harus :

- Sepanjang tepi material dengan ketebalan kurang dari ¼ in. (6 mm); tidak lebih besar dari ketebalan material.
- Sepanjang tepi material dengan ketebalan ¼ in. (6 mm) atau lebih; tidak lebih besar dari ketebalan material dikurangi 1/16 in. (2 mm), kecuali las yang secara khusus diperlihatkan pada gambar pelaksanaan untuk memperoleh ketebalan throat-penuh. Untuk kondisi las yang sudah jadi, jarak antara tepi logam dasar dan ujung kaki las boleh kurang dari 1/16 in. (2 mm) bila ukuran las secara jelas dapat diverifikasi.

Panjang minimum dari las sudut yang dirancang berdasarkan kekuatan tidak boleh kurang dari empat kali ukuran las nominal, atau ukuran lain dari las harus diperhitungkan tidak melebihi ¼ dari panjangnya.

Jika las sudut longitudinal saja digunakan pada sambungan ujung dari komponen struktur tarik tulangan-rata, panjang dari setiap las sudut tidak boleh kurang dari jarak tegak lurus antaranya. Untuk efek panjang las sudut longitudinal pada sambungan ujung di daerah efektif dari komponen struktur yang disambung, lihat Pasal D3. Untuk las sudut yang dibebani ujungnya dengan panjang meningkat 100 kali ukuran las, hal ini diizinkan untuk mengambil panjang efektif sama dengan panjang aktual. Bila panjang las sudut yang dibebani ujungnya melebihi 100 kali ukuran las, panjang efektif harus ditentukan dengan mengalikan panjang aktual dengan faktor reduksi, β ditentukan sebagai berikut :

$$\beta = 1.2 - 0.002 (l/w) \leq 1.0 \dots\dots\dots (2.36)$$

Di mana :

l = panjang Aktual las yang di bebani ujungnya, in. (mm)

W = ukuran dari kaki las, in. (mm)

Bila panjang las melebihi 300 kali ukuran kaki, W , panjang efektif harus diambil sebesar $180 W$. Las sudut berselang-seling boleh digunakan untuk menyalurkan tegangan terhitung yang melewati suatu joint atau permukaan lekatan dan untuk menghubungkan komponen-komponen dari komponen struktur tersusun. Panjang dari setiap segmen las sudut berselang-seling tidak boleh kurang dari empat kali ukuran las, dengan suatu minimum $1 \frac{1}{2}$ in. (38 mm).

Pada joint lewatan, jumlah minimum dari lewatan harus lima kali ketebalan dari bagian tertipis yang dihubungkan, tetapi tidak kurang dari 1 in. (25 mm). Joint lewatan yang menghubungkan pelat atau batang tulangan

yang menahan tegangan aksial yang hanya memanfaatkan las sudut transversal harus di las sudut sepanjang ujung kedua bagian yang disambung-lewatkan, kecuali dimana defleksi dari bagian yang disambung-lewatkan adalah bisa cukup dikekang untuk mencegah bukaan dari joint akibat pembebanan maksimum.

Penghentian las sudut boleh dihentikan pendek atau diperpanjang sampai ke ujung atau sisi dari bagian-bagian atau di boks kecuali seperti dibatasi oleh yang berikut ini:

1. Untuk elemen komponen struktur yang overlap di mana satu bagian yang disambungkan diperpanjang melampaui tepi bagian lain yang terhubung yang menahan tegangan tarik terhitung, las sudut harus dihentikan tidak kurang dari ukuran las dari tepi itu.
2. Untuk sambungan dimana fleksibilitas elemen berdiri-bebas diperlukan, bila end return digunakan, panjang return tersebut tidak boleh melebihi empat kali ukuran nominal las atau setengah lebar dari bagian tersebut.
3. Las sudut yang menghubungkan pengaku transversal ke badan gelagar pelat tebal $\frac{3}{4}$ in. (19 mm) atau kurang akan berakhir tidak kurang dari empat kali atau lebih dari enam kali ketebalan badan dari ujung kaki badan las sayap-ke-badan, kecuali bila ujung pengaku dilas ke sayap.
4. Las sudut yang terjadi pada sisi yang berlawanan dari suatu bidang yang sama, harus diputus di sudut yang sama pada kedua las.

2.6.3 Kekuatan Sambungan Las

Kekuatan desain, ΦR_n , dan kekuatan yang diizinkan, R_n/Ω , dari joint yang dilas harus merupakan nilai terendah dari kekuatan material dasar yang

ditentukan menurut keadaan batas dari keruntuhan tarik dan keruntuhan geser dan kekuatan logam las yang ditentukan menurut keadaan batas dari keruntuhan berikut ini :

Untuk logam dasar,

$$R_n = F_{nBM} \cdot A_{BM} \dots \dots \dots (2.37)$$

Untuk Logam las

$$R_n = F_{mw} \cdot A_{we} \dots \dots \dots (2.38)$$

Di mana :

F_{nBM} = Tegangan nominal dari logam dasar, ksi (Mpa)

F_{mw} = Tegangan nominal dari logam las, ksi (Mpa)

A_{BM} = Luas penampang logam dasar dasar, in.² (mm²)

A_{we} = Luas efektif las, in.² (mm²)

Nilai Φ , Ω , F_{nBM} dan F_{mw} serta batasan diatas di berikan pada tabel J2.5 (SNI 1729-2015)

Tabel 2.13. Kekuatan Tersedia dari Joint Dilas, ksi (Mpa)

LAS SUDUT TERMASUK FILLET PADA LUBANG DAN SLOT SERTA JOIN-T TIDAK SIMETRIS					
Geser	Dasar	Diatur oleh J4			Logam pengisi dengan tingkat kekuatan yang sama atau kurang dari kekuatan logam pengisi yang sesuai
	Las	$\phi = 0,75$ $\Omega = 2,00$	$0,60 F_{Exx}^{(4)}$	Lihat J2.2a	
Tarik atau tekan Sejajar sumbu las	Tarik atau tekan dalam bagian-bagian yang dihubungkan sejajar las tidak perlu diperhitungkan dalam desain las-las yang menghubungkan bagian-bagian tersebut				

Sumber : SNI (1729-2015) Tabel J2.5

Alternatif untuk las sudut, kekuatan yang tersedia di izinkan di tentukan sebagai berikut :

$$\Phi = 0.75 \text{ (DFBK)} \qquad \Omega = 2.00 \text{ (DKI)}$$

- a. Untuk kelompok las linear dengan suatu ukuran kaki yang seragam, dibebani melalui titik berat

$$R_n = F_{mw} \cdot A_{we} \dots \dots \dots (2.39)$$

Dimana :

$$F_{nw} = 0.60 F_{EXX} \cdot (1.0 + 0.50 \cdot \text{Sin}^{1.5}\theta) \dots \dots \dots (2.40)$$

F_{EXX} = Kekakuan klasifikasi logam pengisi, ksi (Mpa)

θ = Sudut pembebanan yang diukur dari sumbu longitudinal las, derajat

b. Untuk elemen las dalam suatu kelompok las yang dianalisis dengan menggunakan pusat metode rotasi pusat seketika, komponen dari kekuatan nominal, R_{rx} dan R_{ry} , dan kapasitas momen nominal, M_n , boleh ditentukan sebagai berikut:

$$R_{rx} = \Sigma F_{nwix} \cdot A_{wei} \dots \dots \dots (2.41)$$

$$R_{ry} = \Sigma F_{nwiy} \cdot A_{wei} \dots \dots \dots (2.42)$$

$$M_n = \Sigma [F_{nwiy} \cdot A_{wei} \cdot (X_i) - F_{nwix} \cdot A_{wei} \cdot (Y_i)] \dots \dots \dots (2.43)$$

Dimana :

A_{wei} = Luas efektif throat las dari setiap elemen las i th, in.² (mm²)

F_{nwi} = $0.60 \cdot F_{EXX} \cdot (1.0 + 0.50 \cdot \text{Sin}^{1.5}\theta) \cdot f(p_i)$

$F(p_i)$ = $[p_i \cdot (1.9 - 0.9p_i)]^{0.3}$

F_{nwi} = Tegangan nominal dalam elemen las i th, ksi (Mpa)

F_{nwix} = Komponen-x dari tegangan nominal, F_{nwi} , ksi (Mpa)

F_{nwiy} = Komponen-y dari tegangan nominal, F_{nwi} , ksi (Mpa)

P_i = Δ_i / Δ_{mi} , rasio deformasi elemen i , terhadap deformasi pada tegangan maksimum

r_{cr} = Jarak dari pusat rotasi seketika pada elemen las dengan rasio minimum Δ_u / r_i , in.(mm)

r_i = Jarak dari pusat rotasi seketika pada elemen las i , in. (mm)

x_i = Komponen x dari r_i

- y_i = Komponen y dari r_i
- Δ_i = $r_i \Delta_{ucr} / r_{cr}$ = deformasi elemen las i di level tegangan menengah, secara linear di proporsikan ke deformasi kritis berdasarkan jarak dari pusat rotasi seketika, r_i , in. (mm)
- Δ_{mi} = $0.209.(\theta_i + 2)^{-0.32} W$, deformasi elemen las i di tegangan maksimum, in. (mm)
- Δ_{ucr} = Deformasi elemen las dengan rasio minimum Δ_{ui} / r_i pada tegangan ultimit (runtuh), umumnya pada elemen yang terjauh dari pusat rotasi seketika, in. (mm)
- Δ_{ui} = $1.087.(\theta_i + 6)^{-0.65} .w \leq 0.17.w$, deformasi elemen las i di tegangan ultimit (runtuh), in.(mm)
- θ_i = Sudut antara sumbu longitudinal dari elemen i dan arah gaya resultan yang bekerja pada elemen, derajat

c. Untuk kelompok las sudut konsentris yang dibebani dan terdiri dari elemen dengan ukuran kaki seragam yang berorientasi baik longitudinal dan transversal terhadap arah beban yang diterapkan, kekuatan terkombinasi, R_n , dari kelompok las sudut boleh ditentukan lebih besar dari .

$$R_n = R_{nwi} + R_{nwt} \dots \dots \dots (2.44)$$

Atau

$$R_n = 0.85.R_{nwi} + 1.5R_{nwt} \dots \dots \dots (2.45)$$

Dimana :

R_{nwi} = Kekuatan nominal total dari las sudut yang di bebani longitudinal, seperti di tentukan menurut tabel 2.10, kips (N)

R_{nwt} = Kekuatan nominal total dari las sudut yang di bebani transversal, seperti di tentukan menurut tabel 2.10 tanpa alternatif dalam pasal J2.4(a) (SNI 1729-2015), kips (N)

Dalam buku Agus Setiawan “Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD Edisi Kedua” menyebutkan bahwa kuat rencana las sudut persatuan panjang dapat ditentukan dengan rumus :

Kuat rencana las sudut untuk bahan pengisi (las)

$$\Phi.R_{nw} = 0.75 \times t_e \times (0.6 \times F_{uw}) \dots\dots\dots (2.46)$$

Kuat rencana las sudut untuk bahan dasar

$$\Phi.R_{nw} = 0.75 \times t_e \times (0.6 \times F_u) \dots\dots\dots (2.47)$$

Panjang total las yang dibutuhkan :

$$L_w = \frac{T_u \text{ atau } V_u}{\Phi.R_{nw}} \dots\dots\dots (2.48)$$

Tabel 2.14 Tipe Elektroda Las

Elektroda	Tegangan leleh minimum		Kuat tarik minimum (F_{uw})	
	(ksi)	(MPa)	(ksi)	(MPa)
E 60	50	354	67	460
E 70	57	495	70	485
E 80	67	460	72	495
E 100	87	600	100	690
E 110	97	670	110	760

Sumber: (Padosbajayo, 1994)

2.7 Base Plate

2.7.1 Pembagian Kategori

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan baja, bagian tumpuan penghubung antara kolom struktur dengan pondasi sering di sebut dengan istilah base plate. Pada umumnya suatu struktur base plate terdiri dari suatu pelat dasar, angkur serta sirip-sirip pengaku (*Stiffener*). Suatu struktur base plate dan angkur harus memiliki kemampuan untuk mentransfer gaya geser, gaya aksial dan momen lentur pondasi.

Suatu base plate penahan momen, suatu konsep dasar LRFD harus di desain agar kuat rencana minimal sama atau lebih lebih besar dari pada kuat perlu, yaitu momen lentur (M_u), gaya aksial (P_u), dan gaya geser (V_u) untuk semua macam kombinasi pembebanan yang di persyaratkan.

Dalam AISC Steel Design Guide untuk Base Plate And Anchor Rod Design base plate dapat di rencanakan dengan rumus-rumus sebagai berikut :

Batas Kekuatan Bantalan Beton

Untuk memenuhi syarat kesetimbangan statis, reaksi tumpuan pada beton (P_p) harus segaris dengan beban aksial yang bekerja.

$$P_u \leq \Phi_c \cdot P_p \dots\dots\dots (2.49)$$

Kekuatan Bantalan Beton Minimum :

$$P_p = 0.85 \cdot f_c' \cdot A$$

$$P_p = 0.85 \cdot f_c' \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.7 \cdot f_c \cdot A_1 \dots\dots\dots (2.50)$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 \dots\dots\dots (2.51)$$

Kontrol Kekuatan Bantalan Beton

$$\frac{P_u}{A_1} \leq 0.85 \cdot f_c' \quad \dots\dots\dots (2.52)$$

Luas Perlu Bantalan Beton

$$A_1(\text{reg}) = \frac{P_u}{f_p(\text{Max})} \dots\dots\dots (2.53)$$

Luas Perlu Base Plate Untuk $A_2 = A_1$ dapat ditentukan sebagai berikut :

$$A_1(\text{reg}) = \frac{P_u}{0.6 \times 0.85 \times f_{1c}} \dots\dots\dots (2.54)$$

Luas Perlu Base Plate Untuk $A_2 \geq A_1$ dapat ditentukan sebagai berikut :

$$A_1(\text{reg}) = \frac{1}{2} \times \left(\frac{P_u}{0.6 \times 0.85 \times f_{1c}} \right) \dots\dots\dots (2.55)$$

Dimana :

$$\Phi_c = 0.6$$

f_c = Mutu kuat tekan beton Mpa

A_1 = Luas penampang baja yang secara konsentris menumpu pada permukaan beton, mm²

A_2 = Luas maksimum bagian permukaan beton yang secara geometris sama dengan dan konsentris dengan daerah yang dibebani, mm²

- **Kategori 1 (Case 1 $A_2 = A_1$)**

Untuk menentukan dimensi base pelate pada Kategori satu adalah sebagai berikut

- a. Hitung Kebutuhan beban aksial yang terjadi (P_u)
- b. Hitung Kebutuhan luas penampang base plate baja (A_1) sesuai dengan persamaan 2.7.1-9

c. Dimensi yang optimal pada base pelate

$$N \approx \sqrt{A_{1(рег)}} + \Delta \dots \dots \dots (2.56)$$

$$\Delta = \frac{0.9.d - 0.8.b_f}{2} \dots \dots \dots (2.57)$$

$$B = \frac{A_{1(рег)}}{N} \dots \dots \dots (2.58)$$

d. Menentukan tebal base plate

$$m = \frac{(N - 0.95d)}{2} \dots \dots \dots (2.59)$$

$$n = \frac{B - 0.8b_f}{2} \dots \dots \dots (2.60)$$

$$\lambda n' = \lambda \cdot \frac{\sqrt{d \cdot b_f}}{4} \dots \dots \dots (2.61)$$

$$\lambda = \frac{2x\sqrt{X}}{1 + \sqrt{1-X}} \leq 1 \dots \dots \dots (2.62)$$

$$X = \left\{ \frac{4 \cdot d \cdot b_f}{(b + b_f)^2} \right\} \times \frac{P_u}{\Phi \cdot P_p} \dots \dots \dots (2.63)$$

$$\Phi P_p = \Phi \cdot 0.85 \cdot f_c' \cdot A_1.$$

Maka tebal Pelat dapat ditentukan dengan rumus :

$$t_{min} = l \times \sqrt{\frac{2 \cdot P_u}{\phi \cdot f_y \cdot B \cdot N}} \dots \dots \dots (2.64)$$

l adalah nilai maksimum dari (m, n, λn').

• **Kategori 2 (Case 2 A₂ = A₁)**

Untuk menentukan dimensi base plate pada Kategori dua adalah sebagai berikut :

- a. Hitung Kebutuhan beban aksial yang terjadi (*P_u*)
- b. Hitung Kebutuhan luas penampang base plate baja (*A₁*)

$$A_{1(reg)} = \frac{P_u}{2 \times \phi \times 0.85 \times f'_c} \dots\dots\dots (2.65)$$

- c. Dimensi yang optimal pada base plate ditentukan dengan cara yang sama pada Case 1
- d. Menentukan tebal base pelat, ditentukan dengan rumus dan cara yang sama dengan Case 1, namun untuk kekuatan beton minimum (P_p) di tentukan sebagai berikut :

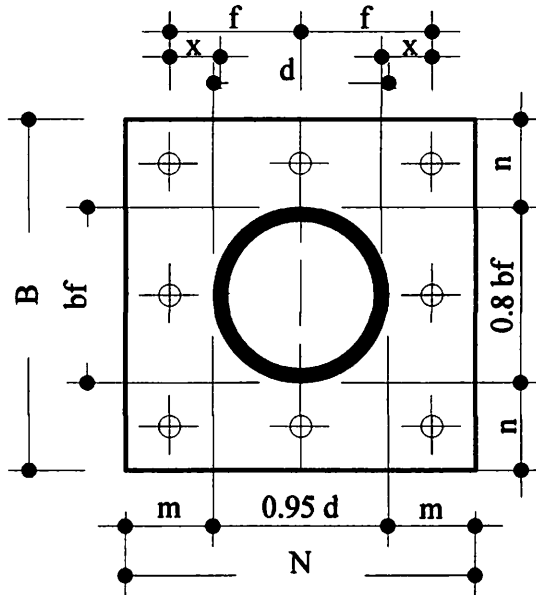
$$\phi P_p = \Phi \cdot f_c' \cdot 2 \cdot A_1 \dots\dots\dots (2.66)$$

• **Kategori 3 (Case 2 $A_1 < A_2 < 4 \cdot A_1$)**

Untuk menentukan dimensi base plate pada Kategori tiga adalah sebagai berikut

- a. Hitung Kebutuhan beban aksial yang terjadi (P_u)
- b. Hitung Kebutuhan luas penampang base plate baja (A_1) ditentukan dengan rumus yang sama pada Case 2.
- c. Dimensi yang optimal pada base plate ditentukan dengan cara yang sama pada Case 2
- d. Menentukan tebal base plate, ditentukan dengan rumus dan cara yang sama dengan Case 2, namun untuk kekuatan beton minimum (P_p) di tentukan sebagai berikut :

$$P_u \leq \phi P_p = \Phi \cdot f_c' \cdot 2 \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \dots\dots\dots (2.67)$$



Gambar 2.8. Base Plate Dengan Gaya Aksial Dan Gaya Geser

Keterangan Gambar :

B = Lebar Base Plate

N = Panjang Base Plate

b_f = Lebar Sayap /flens kolom

d = Tinggi kolom

f = jarak angkur kesumbu base plate dan sumbu kolom

2.7.2 Perhitungan Angkur

Menurut bukunya Agus Setiawan “Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD” jilid 2, Angkur yang dipasang pada suatu base plate direncanakan untuk memikul kombinasi beban geser dan tarik, dengan syarat sebagai berikut :

$$V_{ub} \leq \phi \cdot F_v \cdot A_b \dots\dots\dots (2.68)$$

$$V_{ub} \leq \phi \cdot F_t \cdot A_b \dots\dots\dots (2.69)$$

Untuk angkur tipe A307 :

$$F_t = 407 - 1.9FV < 310 \dots\dots\dots (2.70)$$

$$FV = 166 \text{ Mpa} \dots\dots\dots (2.71)$$

Untuk tipe A325 dengan ulir diluar bidang geser

$$F_t = 807 - 1.5. fV < 621 \dots\dots\dots (2.72)$$

$$FV = 414 \text{ Mpa} \dots\dots\dots (2.73)$$

Dimana :

V_{ub} = Gaya Geser Tervaktor Pada Angkur, N

T_{ub} = Gaya Tarik Terfaktor Pada Angkur, N

Φ = Faktor Tahanan Pada Angkur = 0.75

F_v = Kuat Geser Nominal Angkur, Mpa

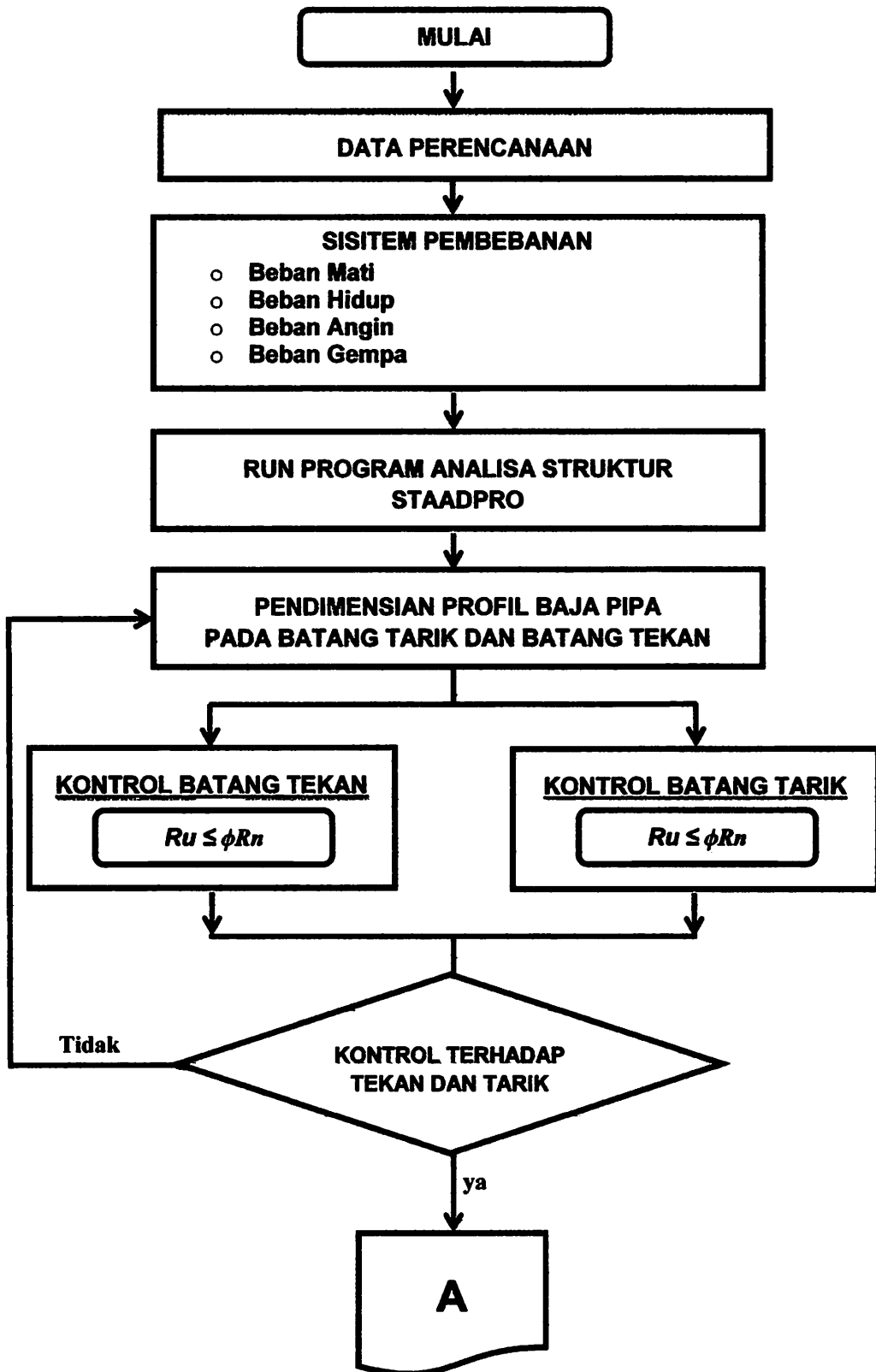
A_b = Luas Penampang Angkur, Mm^2

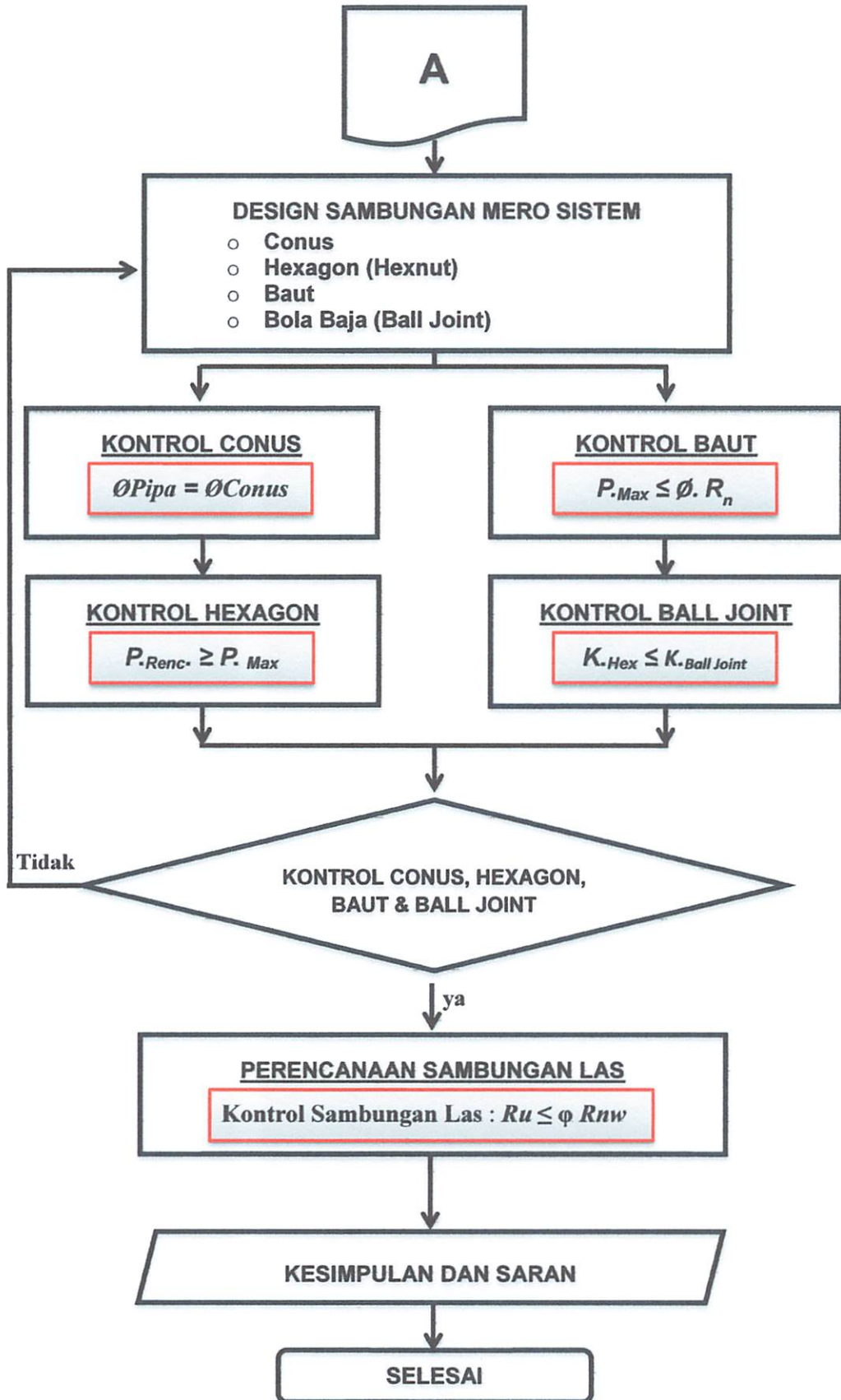
F_t = Kuat Tarik Nominal Angkur, Mpa

F_v = Tegangan Geser Yang Terjadi Pada Angkur = $\frac{V_{ub}}{A_b}$

N = Jumlah Angkur

2.8 Bagan Alir





BAB III

METODOLOGI

3.1 *Data- Data Perencanaan*

Data Bangunan

- Nama Bangunan : Pembangunan Pasar Modern
- Lokasi Pembangunan : JL. Kemakmuran, Karang Taruna, Pelaihari, Tanah Laut, Kalimantan Selatan, 70812
- Fungsi Bangunan : Pasar
- Jumlah lantai : 1 Lantai
- Bentang arah X : 90,00 m
- Bentang Arah Y : 100,00 m
- Tinggi gedung : 26,50 m
- Struktur : Struktu Rangka Baja Pipa
- Tegangan Leleh Baja : 350 Mpa
- Penutup Atap : Zincalume Lysaght Klip-LockTM 700
- Sambungan : Mero System

3.2 Perencanaan Pembebanan

Struktur atas Pasar Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan dianalisa dengan menggunakan Program Struktural Analisis and Design (StaadPro), sehingga berat sendiri dari struktur tidak di hitung karena sudah diperhitungkan pada Selfweight di StaadPro.

Penutup atap menggunakan atap Zincalume Lysaght BR-II™ 900 dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Maximum Support Spacings (mm)

No	Total Coated Thickness (mm)		
	Type of Span	0.45	0.50
1	Roof		
	Single Span (SS)	1600	1900
	End Span (ES)	2150	2300
	Internal Span (IS)	2800	3000
	Unstiffened eaves overhang (O)	150	200
	Stiffened eaves overhang (O)	450	500

Sumber : CatalogTatat Bluescope Building Products

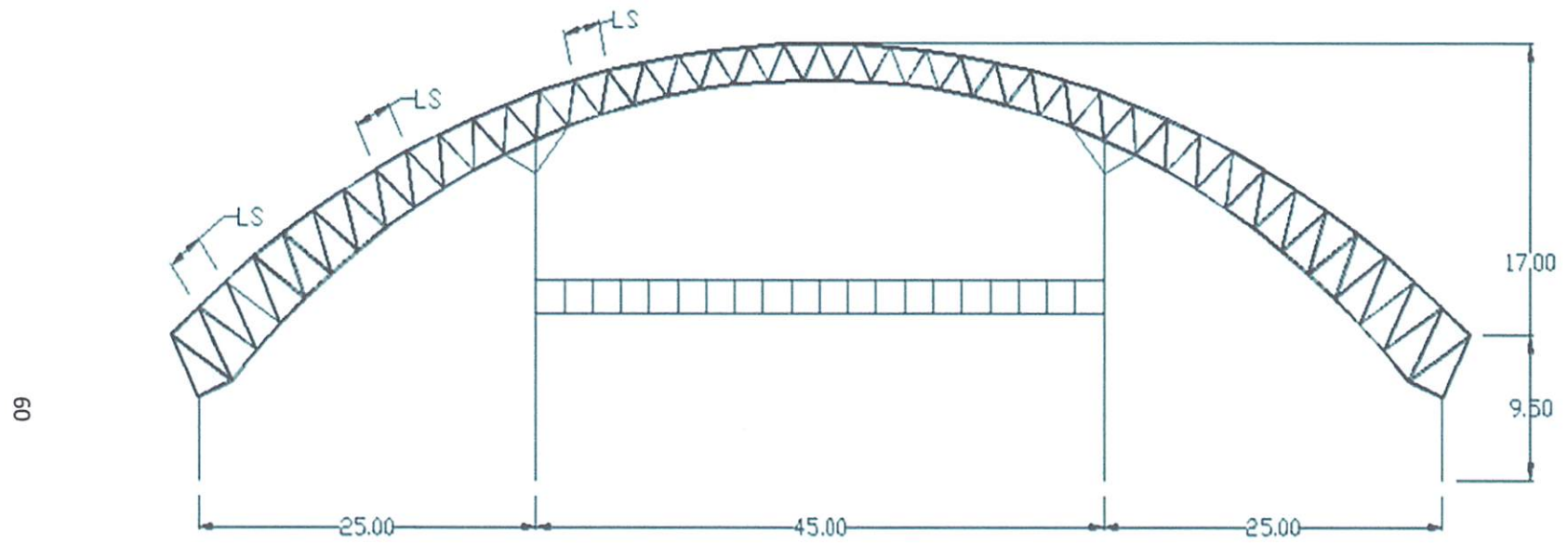
Keterangan :

- Single Span (SS) = Jarak maksimum tumpuan untuk atap yang hanya di gunakan pada satu spasi
- End Span (ES) = Jarak maksimum tumpuan untuk atap pada spasi yang dekat dengan kantilever atap
- Internal Span (IS) = Jarak maksimum tumpuan untuk atap pada spasi atap yang berada di tengah

Tabel 3.2 Masses Zincalume Lysaght BR-II™ 900

BMT	TCT	Product	kg/m	kg/m ²
0.40	0.45	ZINCALUME® Steel	3.76	4.17
0.40	0.45	COLORBOND® Steel	3.82	4.25
0.45	0.50	ZINCALUME® Steel	4.20	4.67
0.45	0.50	COLORBOND® Steel	4.27	4.74

Sumber : CatalogTatat Bluescope Building Products



Gambar 3.1 Jarak Support Spacing

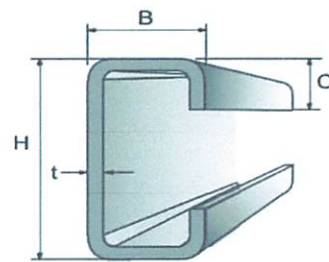
3.2.1 Beban Mati

Direncanakan :

- Jarak Antar Gording Atap = 2.560 m
- Panjang Gording = 3.300 m
- Lebar Bangunan = 90.000 m
- Lebar Atap BR-II™ 900 = 900.00 mm
- Berat Atap BR-II™ 900 = 4.670 Kg/m²
- Kemiringan Atap = 0° - 40,245°

Dari tabel baja Lipped Channel (Baja Kanal C Ringan) dari PT. Gunung Raja Paksi di coba menggunakan dimensi C_{100x50x20x3,2} dengan data sebagai berikut :

- Section Area (A) = 7.010 Cm²
- Unit Weight (W) = 5.500 Kg/m
- Momen Of Inertia (I_x) = 106.000 Cm⁴
- Momen Of Inertia (I_y) = 24.000 Cm⁴
- Modulus Plastis (Z_x) = 21.300 Cm³
- Modulus Plastis (Z_y) = 7.500 Cm³
- Modulus Penampang (S_x) = 21.300 Cm³
- Modulus Penampang (S_y) = 7.800 Cm³
- Tegangan leleh (F_y) = 176.40 N/mm² = 1764.00 Kg/Cm²
- Tegangan tarik (F_u) = 333.20 N/mm² = 3332.00 Kg/Cm²
- Modulus Elastisitas (E) = 210000.00 N/mm²



Luas Tributari Atap :

$$\begin{aligned} A_T &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 3.300 \times 2.560 \\ &= 8.448 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Akibat Beban Mati :

- Berat Sendiri Gording = 5.500 Kg/m
 - Berat Penutup Atap = Jarak Antar Gording x Berat Penutup Atap
= 2.560 m x 4.670 Kg/m²
= 11.955 Kg/m
 - Jumlah Beban Mati Atap = Berat Sendiri Gording + Berat Penutup Atap
= 5.500 + 11.955
= 17.455 Kg/m
- Beban Sambungan (10%) = 10 % x Jumlah Beban Mati Atap
= 10 % x 17.455
= 1.746 Kg/m
- Jumlah Total (G) = 17.455 + 1.746
= 19.201 Kg/m

3.2.2 Beban Hidup

Beban hidup pada atap yang diakibatkan pada saat pelaksanaan pemeliharaan oleh pekerja, peralatan, dan material. Beban hidup selama masa layan struktur yang diakibatkan oleh benda bergerak, seperti taman atau benda dekorasi kecil yang tidak berhubungan dengan penghunian. Untuk atap datar, berbubung, dan lengkung nilai beban hidup terdistribusi merata minimum L_0 adalah 20 psf atau 0,96 kN/m² (Sumber : Tabel 4-1 SNI 1727-2013).

Di ketahui :

- Nilai rasio tinggi terhadap bentang (F)

$$\begin{aligned} F &= \frac{\text{Tinggi Atap}}{\text{Bentang Atap}} \times 32 \\ &= \frac{21.500}{90.000} \times 32 \\ &= 7.644 \end{aligned}$$

- Faktor Reduksi 1 (R_1) :

$$= 1 \quad \text{Untuk } A_T \leq 18,58 \text{ m}^2$$

$$R_1 = 1,2 - 0,011 \cdot A_T \quad \text{Untuk } 18,58 \text{ m}^2 < A_T < 55,74 \text{ m}^2$$

$$= 0.6 \quad \text{Untuk } A_T \geq 55,74 \text{ m}^2$$

Maka Faktor reduksi 1 (R_1) dengan $A_T = 8.448 \text{ m}^2$, digunakan = 1

- Faktor Reduksi 2 (R_2) :

$$= 1 \quad \text{Untuk } F \leq 4$$

$$R_2 = 1,2 - 0,05 \cdot F \quad \text{Untuk } 4 < F < 12$$

$$= 0.6 \quad \text{Untuk } F \geq 12$$

Maka Faktor reduksi 1 (R_2) dengan $F = 7,644$, digunakan

$$\begin{aligned} R_2 &= 1,2 - 0,05 \cdot F \\ &= 1.2 - 0.050 \times 7.644 \\ &= 0.818 \end{aligned}$$

Reduksi pada beban hidup atap.

$$\begin{aligned} L_r &= L_0 \times R_1 \times R_2 \text{ ----- (2.1)} \\ &= 0.96 \times 1.00 \times 0.818 \\ &= 0.785 \text{ kN/m}^2 \\ &= 78.507 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Syarat beban hidup atap (*dalam kN/m²*)

$$\begin{aligned} 0.58 &\leq L_r \leq 0.96 \\ 0.58 &\leq 0.785 \leq 0.96 \text{ ----- Ok} \end{aligned}$$

Untuk beban terpusat yang berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya idem dengan beban hidup terdistribusi merata minimum (*SNI 1727-2013 tabel 4-1*) untuk hunian atau penggunaan atap datar, berbubung dan atap lengkung dengan beban terpusat sebesar 0,96 kN atau 96 Kg.

Karena fungsi struktur atap pada pasar pelaihari tidak direncanakan untuk di bebani oleh orang sebagai hunian, hanya di bebani oleh pekerja atau pemadam kebakaran maka beban hidup pada atap di gunakan 96 Kg/Joint.

3.2.3 Beban Air Hujan

Direncanakan :

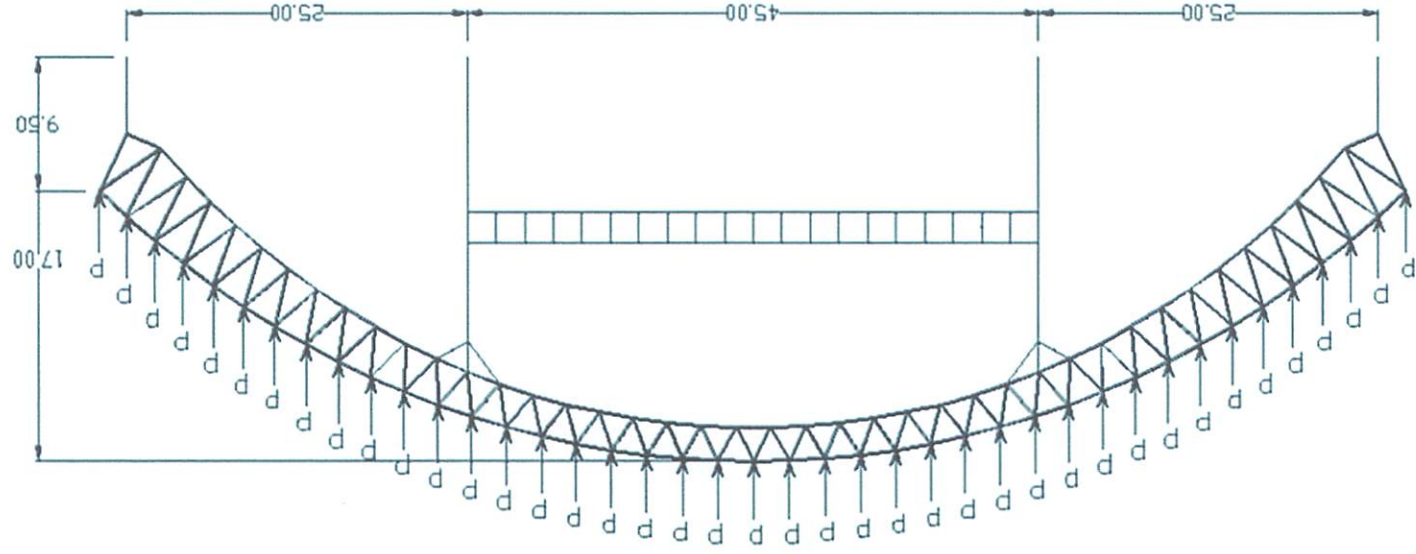
- Kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke lubang masuk sistem drainase skunder apabila sistem drainase primer tertutup (tinggi statis) (*ds*) = 10 mm
- Tambahan Kedalaman air pada atap yang tidak melendut diatas lubang masuk sistem drainase skunder pada aliran rencana (tinggi Hidrolik) (*dh*) = 10 mm

$$\begin{aligned} R &= 0,0098 \times (ds + dh) \text{ ----- (2.3)} \\ &= 0.0098 \times [10.00 + 10.00] \\ &= 0.196 \text{ kN/m}^2 \\ &= 19.600 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban merata pada atap

$$\begin{aligned} R &= R \times \text{Jarak antar gording} \\ &= 19.600 \times 2.560 \\ &= 50.18 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

Gambar 3.2 Perletakan Hidup Air Hujan



3.2.4 Beban Angin

- Kategori Risiko Bangunan Gedung

Tabel 3.3 Kategori Risiko Bangunan Gedung

Penggunaan Atau Pemanfaatan Fungsi Bangunan Gedung Dan Struktur	Kategori Risiko
Bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan risiko rendah untuk kehidupan manusia dalam kejadian kegagalan	I
Semua bangunan gedung dan struktur lain kecuali mereka terdaftar dalam Kategori Risiko I, III, dan IV	II
<p>Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan risiko besar bagi kehidupan manusia.</p> <p>Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam Kategori Risiko IV, dengan potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi substansial dan/atau gangguan massa dari hari-ke-hari kehidupan sipil pada saat terjadi kegagalan.</p> <p>Bangunan gedung dan struktur lain tidak termasuk dalam Risiko Kategori IV (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang manufaktur, proses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat seperti bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan peledak) yang mengandung zat beracun atau mudah meledak di mana kuantitas material melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup untuk menimbulkan suatu ancaman kepada publik jika dirilis.</p>	III
<p>Bangunan gedung dan struktur lain yang dianggap sebagai fasilitas penting.</p> <p>Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi masyarakat.</p> <p>Bangunan gedung dan struktur lain (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang memproduksi, memproses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat berbahaya seperti bahan bakar, bahan kimia berbahaya, atau limbah berbahaya) yang berisi jumlah yang cukup dari zat yang sangat beracun di mana kuantitas melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup menimbulkan ancaman bagi masyarakat jika dirilis^a.</p> <p>Bangunan gedung dan struktur lain yang diperlukan untuk mempertahankan fungsi dari Kategori Risiko IV struktur lainnya.</p>	IV

Sumber : SNI 1727-2013, Tabel I.5-1

Dari tabel kategori risiko, untuk bangunan pasar termasuk dalam kategori Risiko bangunan III

- Kecepatan Angin Dasar (V)

Tabel 3.4 Informasi Klimatologi Stasiun Meteorologi Banjarmasin

Unsur Cuaca	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
Jumlah Curah Hujan (mm)	254,20	293,50	244,20	181,80	483,40	230,20	361,80	165,60	76,90	203,00	243,80	176,00
Jumlah Hari hujan (kali)	22	22	17	21	18	18	24	18	7	18	18	19
Mak. crh Hujan harian (mm)	50,90	60,80	44,80	51,50	148,00	49,50	82,50	36,60	55,20	44,10	109,50	43,10
Arah Angin terbanyak	NWN	NW	N	E	SW	SW	SW	SW	SW	SW	N	N
Kecepatan Rata-rata (knot)	4	4	4	4	4	5	6	7	6	4	3	3
Kecepatan Maksimum (knot)	31	26	25	27	26	27	23	16	19	22	15	19

Sumber : BMKG Stasiun Meteorologi Banjarmasin (1 Knot = 0,514 m/s)

- Faktor Arah Angin (K_d)

Tabel 3.5 Faktor Arah Angin (K_d)

Tipe Struktur	Faktor Arah Angin K_d^*
Bangunan Gedung Sistem Penahan Beban Angin Utama Komponen dan Klading Bangunan Gedung	0,85 0,85
Atap Lengkung	0,85
Cerobong asap, Tangki, dan Struktur yang sama	
Segi empat	0,90
Segi enam	0,95
Bundar	0,95
Dinding pejal berdiri bebas dan papan reklame pejal berdiri bebas dan papan reklame terikat	0,85 0,85
papan reklame terbuka dan kerangka kisi	0,85
Rangka batang menara	
Segi tiga, segi empat, persegi panjang	0,85
Penampang lainnya	0,95

Sumber : SNI 1727-2013 Tabel 26.6-1

Faktor Arah Angin K_d untuk atap Lengkung = 0,85

- Kategori Eksposur

Kategori kekasaran permukaan untuk daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat yang memiliki ukuran dari tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar termasuk dalam kategori *Ekspour B*

- Faktor Topografi K_{zt}

Karena kondisi lokasi dan lokasi struktur tidak memenuhi persyaratan dalam SNI 1727-2013 maka faktor topografi menggunakan $K_{zt} = 1.00$ (Persyaratan desain terdapat pada SNI 1727-2013 Pasal 26.8.2)

- Faktor Efek Tiupan Angin

Menentukan efek tiupan angin di tentukan berdasarkan jenis strukturnya berupa struktur kaku atau struktur fleksibel. Untuk menentukan struktur bangunan yang di desain struktur kaku atau struktur fleksibel adalah dengan menentukan frekuensi alami perkiraan, jika frekuensi alami perkiraan (n_a) lebih besar atau sama dengan 1hz maka struktur tersebut dapat di kategorikan sebagai struktur kaku, namun jika $n_a \leq 1$ hz maka struktur bangunan tersebut merupakan struktur fleksibel.

$$\begin{aligned}
 n_a &= \frac{75}{h} \\
 &= \frac{75}{18} \\
 &= 4.167 \text{ hz} > 1.00 \text{ hz} \dots\dots\dots \text{Kaku}
 \end{aligned}$$

Karena struktur bangunan memiliki frekuensi alami lebih besar dari 1.00 hz maka faktor efek tiupan angin harus diambil sebesar 0,85

- Klasifikasi ketertutupan

Jenis strukur bangunan pasar merupakan bangunan yang tertutup penuh sehingga diklasifikasikan sebagai bangunan tertutup.

- Koefisien Tekanan Internal

Tabel 3.5 Koefisien Tekanan Internal, (GC_{pi})

Klasifikasi Ketertutupan	(GC_{pi})
Bangunan gedung terbuka	0.00
Bangunan gedung tertutup sebagian	+ 0.55 - 0.55
Bangunan gedung tertutup	+ 0.18 - 0.18

Sumber : SNI 1727-2013 Tabel 26.11-1

- Koefisien Tekanan Velositas

Berdasarkan kategori eksposur yang di tentukan koefisien Velositas K_z atau K_h sesuai dengan ketinggian di atas level tanah, K_z yang di dilihat pada tabel 4.3 dengan ekspsur B ketinggian bangunan 20 m maka K_z harus interpolasi sebagai berikut :

Diketahui

- Tinggi rata - rata (h) = 18.00 m
- Tinggi elevasi (z) = 9.50 m

Koefisien eksposur Tekanan Velositas untuk angin datang :

Tinggi (z)	Velositas Kz
z ₁ = 9.100	= 0.700
z ₂ = 12.200	= 0.760

$$K_{z, 10m} = 0.700 + \left[\frac{9.500 - 9.100}{12.200 - 9.100} \right] \times 0.760 - 0.700$$

$$= 0.708$$

Koefisien eksposur Tekanan Velositas untuk angin pergi :

$$K_{h, 18m} = 0.850$$

Tekanan Velositas untuk angin datang :

$$q_z = 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \text{ ----- (2.7)}$$

$$= 0.613 \times 0.708 \times 1.00 \times 0.85 \times 15.93^2$$

$$= 93.63 \text{ N/m}^2$$

Tekanan Velositas untuk angin pergi :

$$q_h = 0,613 \times K_h \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \text{ ----- (2.7)}$$

$$= 0.613 \times 0.850 \times 1.00 \times 0.85 \times 15.93^2$$

$$= 112.45 \text{ N/m}^2$$

- Koefisien Tekanan Eksternal Untuk Atap Lengkung

Tabel 3.6 Koefisien Tekan Eksternal

Kondisi	Rasio tinggi terhadap bentang, r	C_p		
		Di seberempat sisi angin datang	Pusat setengah	Di seberempat sisi angin pergi
Atap pada struktur terelevasi	$0 < r < 0,2$	- 0,9	- 0,7 - r	- 0,5
	$0,2 \leq r < 0,3^*$	$1,5r - 0,3$	- 0,7 - r	- 0,5
	$0,3 \leq r \leq 0,6$	$2,75r - 0,7$	- 0,7 - r	- 0,5
Atap yang berada di permukaan tanah	$0 < r \leq 0,6$	$1,4r$	- 0,7 - r	- 0,5

Sumber : SNI 1727-2013 Tabel 27.4-3

Dimana r adalah rasio tinggi terhadap bentang

$$r = \frac{\text{Tinggi Atap}}{\text{Bentang Atap}} = \frac{17.00}{90.00} = 0.189$$

Apabila rasio tinggi-terhadap-bentang adalah $0,2 \leq r \leq 0,3$, Koefisien alternatif sebesar $(6r - 2,1)$ harus di gunakan untuk di seberempat sisi angin datang. Maka untuk menentukan koefisien tekanan eksternal pada seberempat angin datang adalah $6r - 2,1$

- Tekanan Angin (p)

Di ketahui :

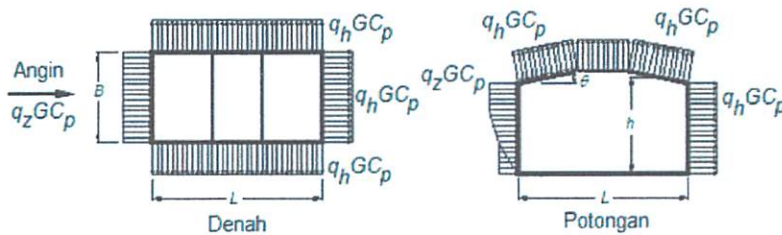
- Kategori Risiko Bangunan = Kategori III
- Kecepatan Angin Dasar (V) = 31.0 Knot = 15.934 m/s
- Faktor Arah Angin (K_d) = 0.85
- Kategori Ekspour = Ekspour B
- Faktor Topografi (K_{zt}) = 1.00
- Faktor Efek Tiupan Angin (G) = 0.85
- Kalasifikasi Ketertutupan = Tertutup
- Koefisien tekanan internal (GC_{pi}) = ± 0.18
- Tekanan Velositas (q)
 - (q_z) Angin datang = 93.63 N/m²
 - (q_h) Angin pergi = 112.45 N/m²

- Koefisien tekanan Eksternal (C_p) untuk atap lengkung

$$(C_p) \text{ untuk } 1/4 \text{ angin datang} = -0.90$$

$$(C_p) \text{ Pusat setengah} = -0,7 - r = -0,7 - 0.19 = \pm 0.10$$

$$(C_p) \text{ untuk } 1/4 \text{ angin pergi} = -0.50$$



Gambar 3.3 Koefisien Tekanan Eksternal

Tekanan Angin di seperempat angin datang :

$$\begin{aligned}
 P &= q_h \cdot G \cdot C_p - q_h \cdot (GC_{pi}) \quad \text{-----} \quad (2.7) \\
 &= 112.447 \times 0.85 \times 0.90 - 112.447 \times 0.18 \\
 &= 65.782 \text{ N/m}^2 \\
 &= 6.578 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Tekanan Angin pusat setengah bentang :

$$\begin{aligned}
 P &= q_h \cdot G \cdot C_p - q_h \cdot (GC_{pi}) \quad \text{-----} \quad (2.7) \\
 &= 112.447 \times 0.85 \times 0.10 - 112.447 \times 0.18 \\
 &= -10.682 \text{ N/m}^2 \\
 &= -1.068 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

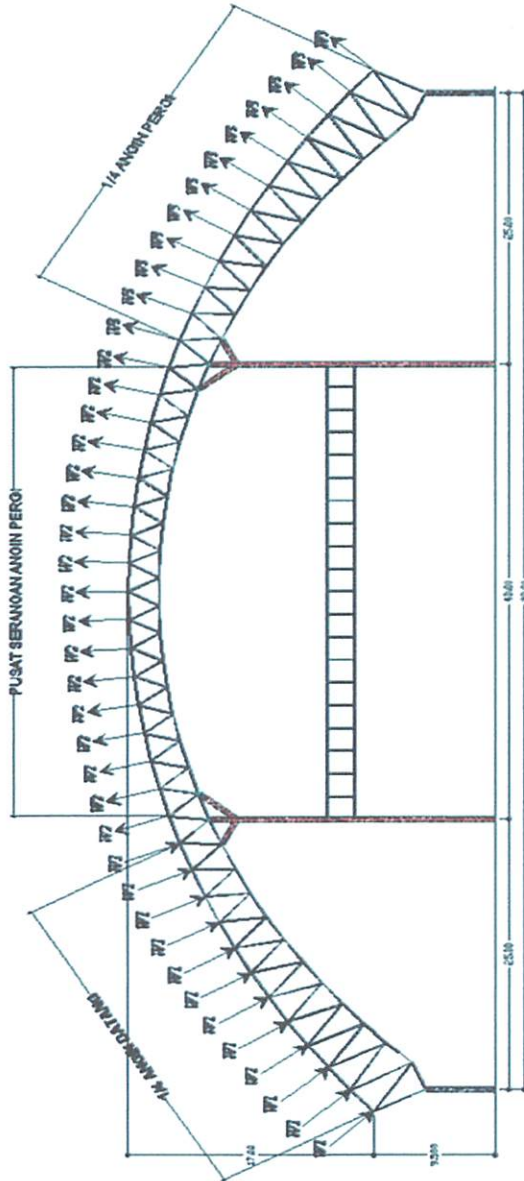
Tekanan Angin di seperempat angin pergi :

$$\begin{aligned}
 P &= q_h \cdot G \cdot C_p - q_h \cdot (GC_{pi}) \quad \text{-----} \quad (2.7) \\
 &= 112.447 \times 0.85 \times 0.50 - 112.447 \times 0.18 \\
 &= 27.550 \text{ N/m}^2 \\
 &= 2.755 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 3.7 Beban Angin untuk Perencanaan Gording

No	Bidang Angin	Jarak Gording type 1 (m)	Tekanan Angin Merata (Kg/m^2)	Beban Merata (Kg/m)
1	Angin di 1/4 angin datang (W1)	2.560 m	6.578	16.840
2	Pusat 1/2 angin pergi (W2)	2.560 m	1.068	2.735
3	Angin di 1/4 angin pergi (W3)	2.560 m	2.755	7.053

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 3.4 Perletakan Beban Angin

3.2.5 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan (*SNI 1727 - 2015 pasal 2.3.2*) yang digunakan dalam metode desain Kekuatan/desain faktor beban dan ketahanan adalah sebagai berikut :

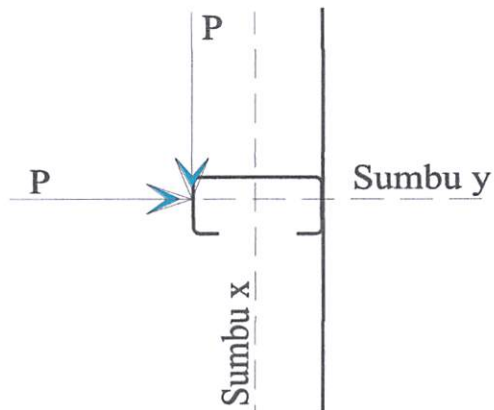
1. $1.4D$
2. $1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1.2D + 1.6 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) + (Lr \text{ atau } 0.5W)$
4. $1.2D + 1.0W + L + 0.5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5. $0.9D + 1.0W$

Tabel 3.8 Beban yang terjadi pada gording

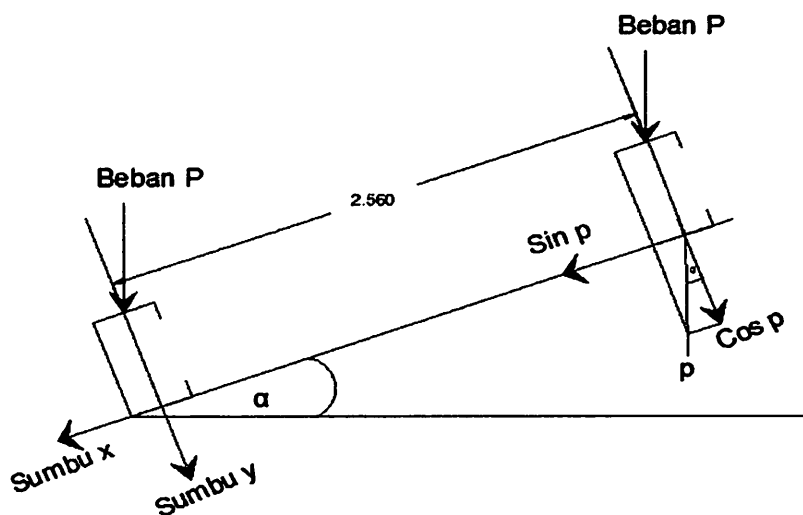
No	Uraian	Panjang	Gording Untuk Atap
1	Beban mati (DLx)	3.300	19.201 Kg/m
2	Beban hidup (LLx)	3.300	78.507 Kg
3	Beban Air hujan (Rx)	3.300	50.176 Kg/m
4	Beban Angin Pergi Atap	3.300	7.053 Kg/m
5	Beban Angin Datang Atap	3.300	16.840 Kg/m

Sumber : Hasil Perhitungan

Penguraian Gaya pada Atap



Gambar 3.5 Perletakan Gording pada Atap



Gambar 3.6 Penguraian Beban pada Atap

Contoh perhitungan pada beban mati pada gording atap

$$\begin{aligned}
 Px &= \text{Sina} \times P \\
 &= \text{Sin } 38.165 \quad \times \quad 19.201 \text{ Kg} \\
 &= 11.865 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Py &= \text{Cos } \alpha \times P \\
 &= \text{Cos } 38.165 \quad \times \quad 19.201 \text{ Kg} \\
 &= 15.096 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dihitung dengan cara yang sama, dan hasil perhitungan dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 3.9 Penguraian Gaya pada Gording Atap

No	Sudut (α)	Beban Sumbu X			Beban Sumbu Y			
		B. Mati (Kg/m)	B. Hidup (Kg)	B. Hujan (Kg/m)	B. Mati (Kg/m)	B. Hidup (Kg)	B. Hujan (Kg/m)	B. Angin (Kg/m)
1	40.228 °	6.200	50.702	16.203	7.330	59.938	19.154	16.840
2	38.165 °	11.865	48.511	31.005	15.096	61.725	39.450	16.840
3	36.102 °	11.314	46.258	29.565	15.514	63.431	40.541	16.840
4	34.039 °	10.748	43.945	28.086	15.911	65.055	41.579	16.840
5	31.976 °	10.168	41.574	26.571	16.287	66.595	42.563	16.840
6	29.913 °	9.575	39.150	25.022	16.643	68.048	43.492	16.840
7	27.850 °	8.970	36.675	23.440	16.977	69.414	44.364	16.840
8	25.787 °	8.353	34.153	21.828	17.289	70.689	45.179	16.840
9	23.724 °	7.725	31.586	20.187	17.578	71.872	45.936	16.840
10	21.661 °	7.087	28.978	18.521	17.845	72.963	46.633	16.840
11	19.598 °	6.440	26.333	16.830	18.088	73.959	47.269	16.840
12	17.535 °	5.785	23.653	15.117	18.309	74.859	47.844	16.840
13	15.472 °	5.122	20.943	13.385	18.505	75.662	48.358	7.053
14	13.409 °	4.453	18.206	11.636	18.677	76.367	48.808	7.053
15	11.346 °	3.777	15.445	9.871	18.825	76.972	49.195	7.053
16	9.283 °	3.097	12.664	8.094	18.949	77.479	49.519	7.053
17	7.220 °	2.413	9.867	6.306	19.048	77.884	49.778	7.053
18	5.157 °	1.726	7.057	4.510	19.123	78.189	49.973	7.053
19	3.094 °	1.036	4.237	2.708	19.173	78.392	50.103	7.053
20	1.031 °	0.345	1.413	0.903	19.198	78.494	50.168	7.053
21	0.000 °	0.000	0.000	0.000	19.201	78.507	50.176	7.053

Sumber : Hasil Perhitungan

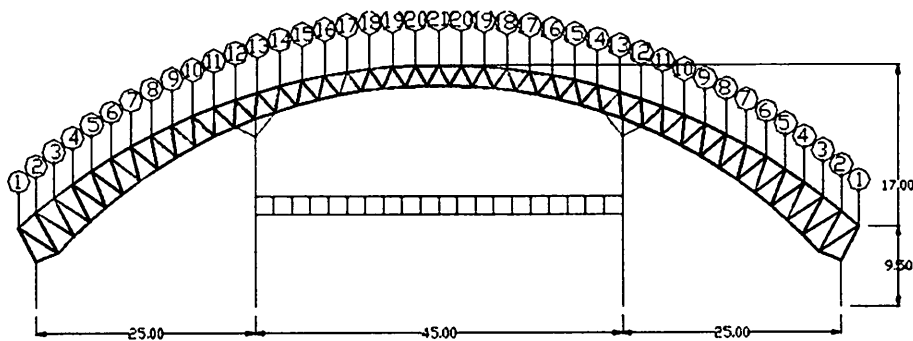
3.2.6 Analisa Gording

Gording dianggap sebagai gelagar menerus dengan panjang 100.00 m, yang terbagi atas 30 medan dengan panjang masing-masing medan 3.30 m. (Standart panjang baja Profil C yang digunakan dari PT. Gunung Raja Paksi panjang profil 6.00 m).

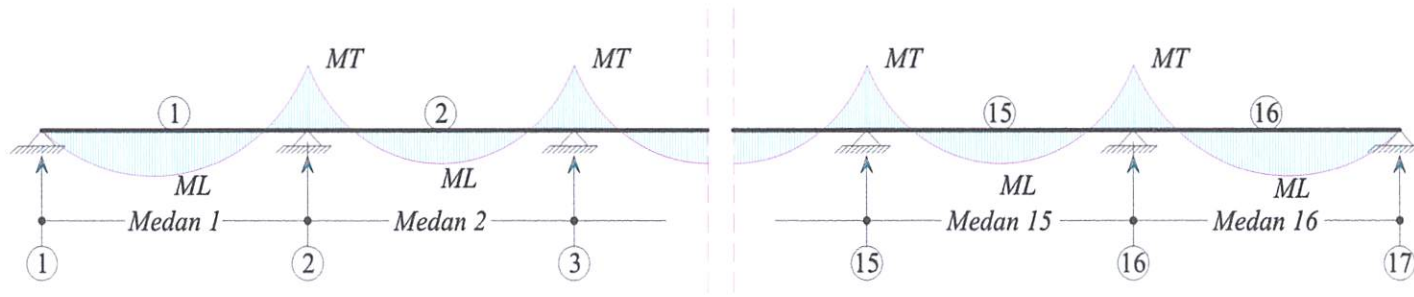
Gelagar menerus dapat di hitung dengan menggunakan Clapey-ron (Dalil momen tiga), Cross atau slope deflection untuk menganalisa momennya dan untuk menghitung lendutan dapat dihitung dengan menggunakan metode double integral, momen area, atau conjugate beam. Namun dalam pembahasan sekripsi ini untuk mendapatkan momen dan lendutan dianalisa dengan menggunakan program bantu Staad Pro V8i.

Lendutan yang di ijinan (SNI-03-1729-2002 Pasal 6.4.3)

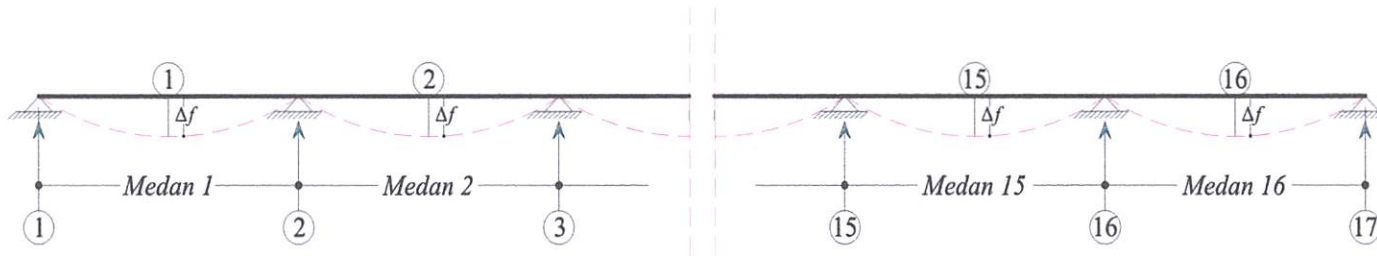
$$\begin{aligned}\Delta I_{jin} &= \frac{l}{240} \times l \\ &= \frac{1}{240} \times 3300.00 \\ &= 13.75 \text{ mm}\end{aligned}$$



Gambar 3.7 Penomoran Gording



Gambar 3.8 Bidang Momen pada Gording

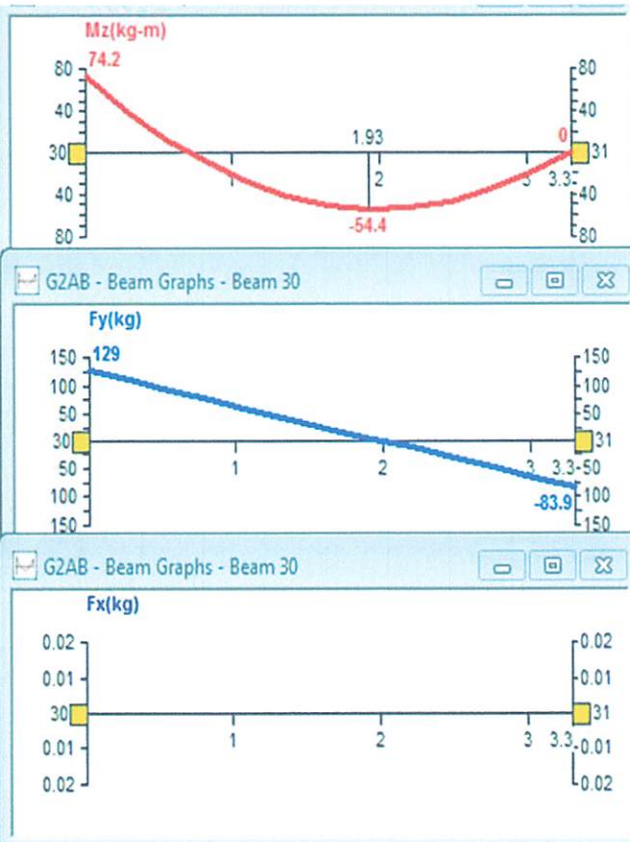
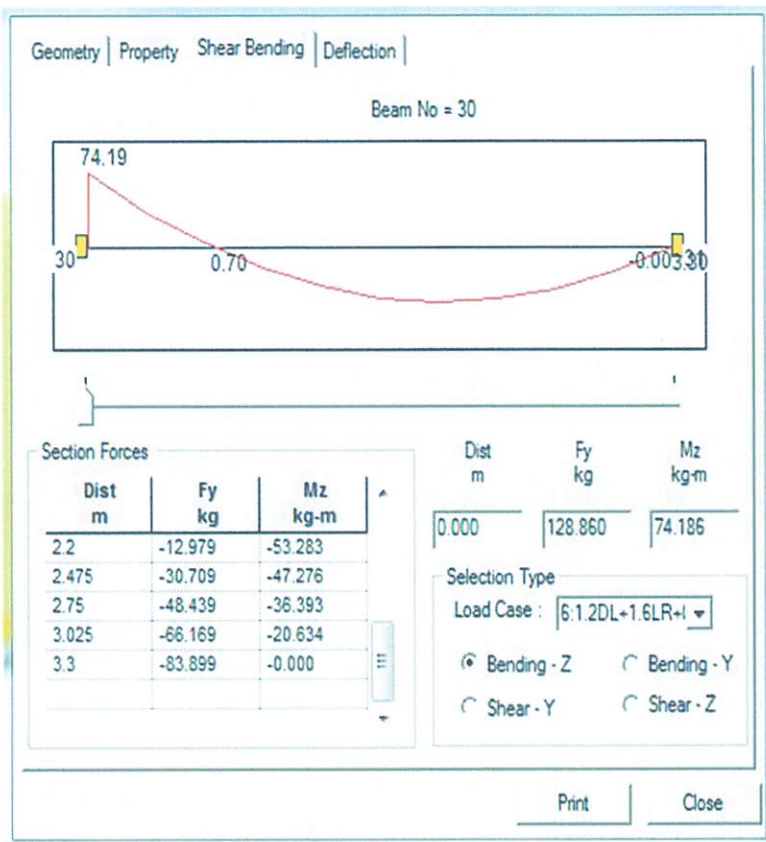


Gambar 3.9 Lendutan pada Gording

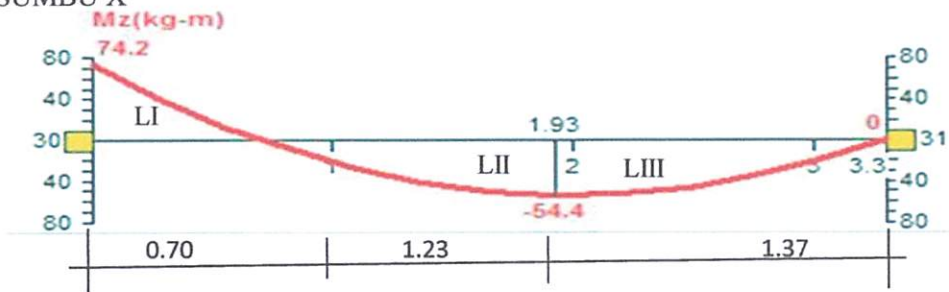
Tabel 3.10 Nilai Momen dan Lendutan Gording Atap

No	Sudut Gording (°)	Momen (Kg.m)		Lendutan		Lendutan (mm)	Δijin =13.75 mm
		Arah X	Arah Y	Δx (mm)	Δy (mm)	Δn= $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$	
1	40.228 °	38.979	50.961	1.128	1.474	1.856	Aman
2	38.165 °	74.186	104.156	2.283	3.013	3.780	Aman
3	36.102 °	70.740	106.767	2.046	3.088	3.704	Aman
4	34.039 °	67.202	109.257	1.944	3.160	3.710	Aman
5	31.976 °	63.576	111.605	1.839	3.228	3.715	Aman
6	29.913 °	59.870	113.828	1.732	3.293	3.721	Aman
7	27.850 °	56.084	115.915	1.622	3.353	3.725	Aman
8	25.787 °	52.227	117.854	1.511	3.409	3.729	Aman
9	23.724 °	48.302	119.676	1.397	3.462	3.733	Aman
10	21.661 °	44.232	121.343	1.279	3.510	3.736	Aman
11	19.598 °	40.270	122.865	1.156	3.554	3.737	Aman
12	17.535 °	36.170	124.241	1.046	3.594	3.743	Aman
13	15.472 °	32.026	125.471	0.926	3.629	3.745	Aman
14	13.409 °	27.842	126.548	0.805	3.661	3.748	Aman
15	11.346 °	23.619	127.474	0.683	3.687	3.750	Aman
16	9.283 °	19.367	128.249	0.560	3.710	3.752	Aman
17	7.220 °	15.088	128.869	0.436	3.728	3.753	Aman
18	5.157 °	10.775	129.335	0.312	3.741	3.754	Aman
19	3.094 °	6.480	129.646	0.187	3.750	3.755	Aman
20	1.031 °	2.161	129.801	0.063	3.755	3.756	Aman
21	0.000 °	0.000	129.822	0.000	3.765	3.765	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan



SUMBU X



Menghitung luas

$$\begin{aligned} \text{LI} &= \frac{1}{3} \times 74.19 \times 0.70 \\ &= 17.310 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LII} &= \frac{2}{3} \times 54.40 \times 1.23 \\ &= 44.608 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LIII} &= \frac{2}{3} \times 54.40 \times 1.37 \\ &= 49.685 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Mencari Reaksi

$$M_{\text{node31}} = \text{LI} (3/4 \times 0.70 + 2.6) - \text{LII} (3/8 \times 1.23 + 1.37) -$$

$$\text{LIII} (5/8 \times 1.37) + R_{\text{node30}} \times 3.3$$

$$0 = 54.09 - 81.69 - 42.54 - R_{\text{node30}} \times 3.3$$

$$R_{\text{node30}} = \frac{-70.138}{-3.300} = 21.254 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{node30}} = 74.186 \text{ Kg m}$$

$$M_{\text{node30}} = \text{LI} (1/4 \times 0.70) - \text{LII} (5/8 \times 1.23 + 0.70) -$$

$$\text{LIII} (3/8 \times 1.37 + 1.93) + R_{\text{node31}} \times 3.3$$

$$74.19 = 3.03 - 65.52 - 121.42 + R_{\text{node31}} \times 3.3$$

$$R_{\text{node31}} = \frac{-258.09}{-3.300} = 78.210 \text{ Kg}$$

Perhitungan Lendutan

$$\text{Modulus Elastisitas } (E) = 210000.00 \text{ N/mm}^2 = 21000.00 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\text{Panjang Sambungan } (I) = 106.000 \text{ Cm}^4 = 1060000.00 \text{ mm}^4$$

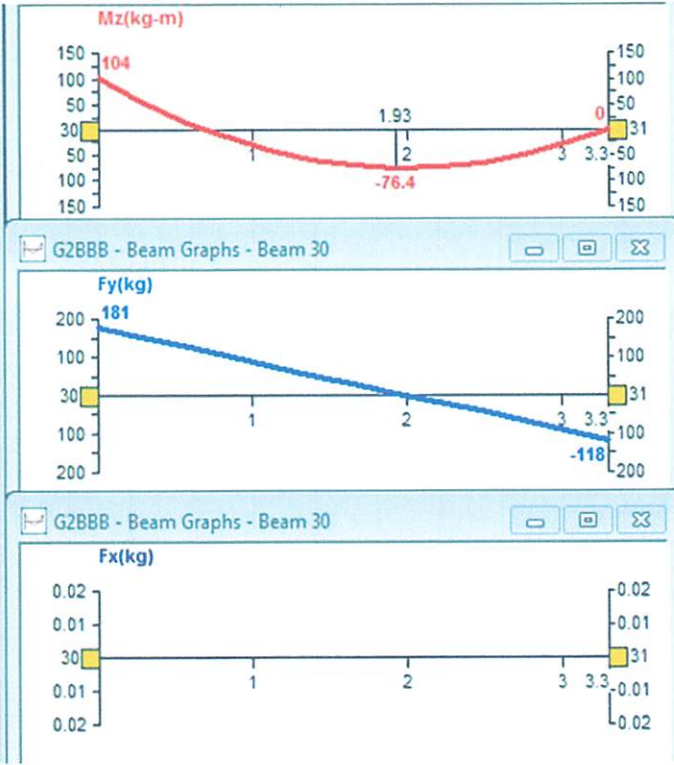
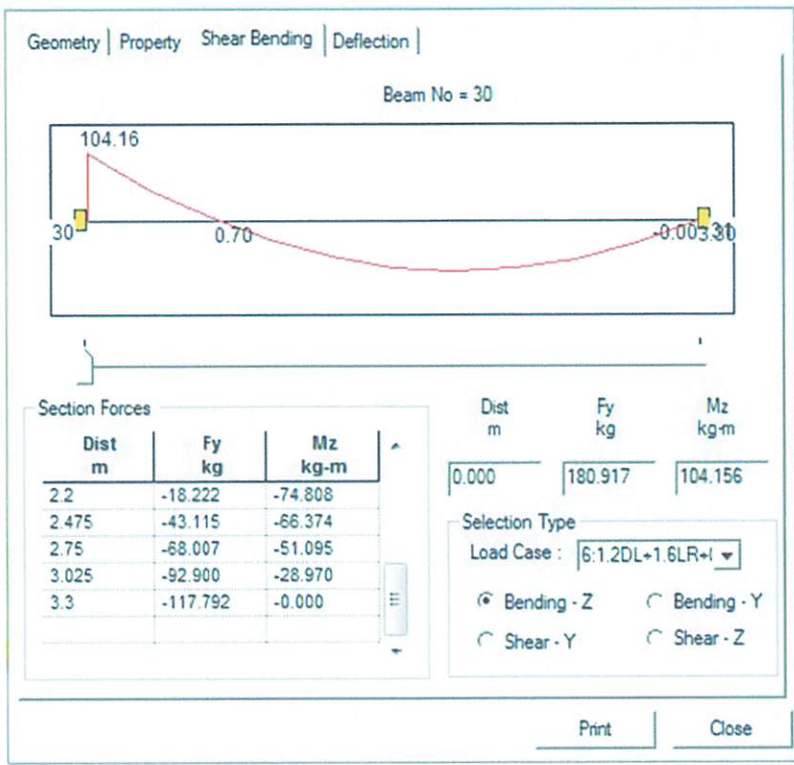
$$EI = 22260000000.00 \text{ mm}$$

$$EI \cdot \delta_{\text{max}} = R_{\text{node21}} \times 1.93 + \text{LI} (3/4 \times 0.70 + 1.23) - \text{LII} (3/8 \times 1.23)$$

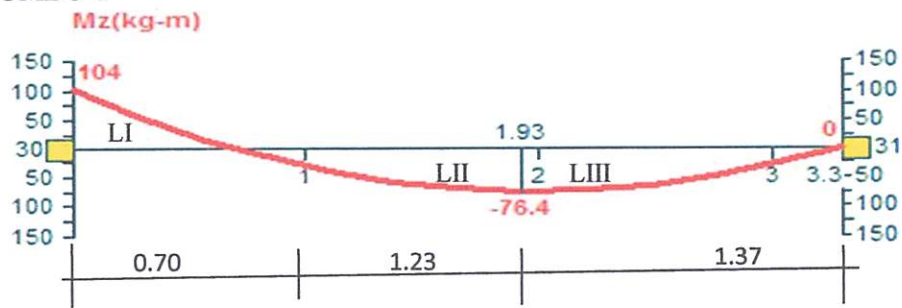
$$EI \cdot \delta_{\text{max}} = 21.254 \times 1.930 + 17.310 \times 1.755 - 44.608 \times 0.461$$

$$EI \cdot \delta_{\text{max}} = 50.824$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{50823542479.8}{22260000000} = 2.283 \text{ mm}$$



SUMBU Y



Menghitung luas

$$LI = \frac{1}{3} \times 104.16 \times 0.70$$

$$= 24.303 \text{ m}^2$$

$$LII = \frac{2}{3} \times 76.38 \times 1.23$$

$$= 62.632 \text{ m}^2$$

$$LIII = \frac{2}{3} \times 76.38 \times 1.37$$

$$= 69.760 \text{ m}^2$$

Mencari Reaksi

$$M_{\text{node31}} = LI (3/4 \times 0.70 + 2.6) - LII (3/8 \times 1.23 + 1.37) -$$

$$LIII (5/8 \times 1.37) + R_{\text{node30}} \times 3.3$$

$$0 = 75.95 - 114.69 - 59.73 - R_{\text{node30}} \times 3.3$$

$$R_{\text{node30}} = \frac{-98.479}{-3.300} = 29.842 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{node30}} = 104.156 \text{ Kg m}$$

$$M_{\text{node30}} = \text{LI} (1/4 \times 0.70) - \text{LII} (5/8 \times 1.23 + 0.70) -$$

$$\text{LIII} (3/8 \times 1.37 + 1.93) + R_{\text{node31}} \times 3.3$$

$$104.16 = 4.25 - 91.99 - 170.48 + R_{\text{node31}} \times 3.3$$

$$R_{\text{node31}} = \frac{-362.37}{-3.300} = 109.809 \text{ Kg}$$

Perhitungan Lendutan

$$\text{Modulus Elastisitas } (E) = 210000.00 \text{ N/mm}^2 = 21000.00 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\text{Panjang Sambungan } (I) = 106.000 \text{ Cm}^4 = 1060000.00 \text{ mm}^4$$

$$EI = 22260000000.00 \text{ mm}$$

$$EI. \delta_{\text{max}} = R_{\text{node30}} \times 1.93 + \text{LI} (3/4 \times 0.70 + 1.23) - \text{LII} (3/8 \times 1.23)$$

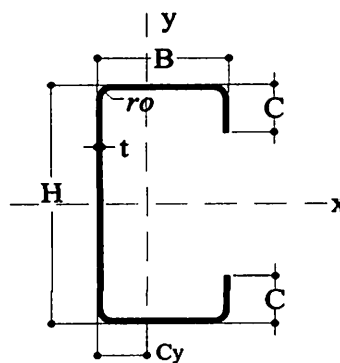
$$EI. \delta_{\text{max}} = 29.842 \times 1.930 + 24.303 \times 1.755 - 62.632 \times 0.461$$

$$EI. \delta_{\text{max}} = 67.061$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{67061288841.4}{22260000000} = 3.013 \text{ mm}$$

Dimensi Gording C_{100x50x20x3,2}

- $H = 100.00 \text{ mm}$
- $B = 50.00 \text{ mm}$
- $C = 20.00 \text{ mm}$
- $t = 3.20 \text{ mm}$
- $ro = 3.00 \text{ mm}$
- $Cy = 1.86 \text{ mm}$



Klasifikasi penampang untuk Kontrol plat sayap :

$$\begin{aligned} \lambda_f &= \frac{b}{t} \\ &= \frac{b - 2x(ro+t)}{t} \\ &= \frac{50.00 - 2x[3.00 + 3.20]}{3.20} \\ &= 11.750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_p &= 0.380 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- (SNI 1729-2015 Tabel B4.1b)} \\ &= 0.380 \times \sqrt{\frac{210000.00}{176.40}} \\ &= 13.111 \end{aligned}$$

Kontrol Klasifikasi Penampang :

$$\begin{aligned} \lambda_f &< \lambda_p \text{ ----- } \textit{Kompak} \\ 11.750 &< 13.111 \text{ ----- } \textit{Kompak} \end{aligned}$$

Klasifikasi penampang untuk Kontrol plat Badan :

$$\lambda_f = \frac{h - (2 \times (t + R))}{t}$$

$$= \frac{100.00 - 2 \times (3.20 + 3.00)}{3.20}$$

$$= 29.250 \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 3.760 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \dots\dots\dots (SNI 1729-2015 Tabel B4.1b)$$

$$= 3.760 \times \sqrt{\frac{210000.00}{176.40}}$$

$$= 129.732$$

Kontrol Klasifikasi Penampang :

$$\lambda_f < \lambda_p \dots\dots\dots \text{Kompak}$$

$$29.250 < 129.732 \dots\dots\dots \text{Kompak}$$

Penampang Dinyatakan kompak pada plat sayap.

Kontrol lentur arah x

$$M_u \leq \Phi \cdot M_n$$

$$74.186 \text{ Kg.m} \leq 0.9 \times Z_y \times F_y$$

$$74.186 \text{ Kg.m} \leq 0.9 \times 7.500 \times 1764.00$$

$$74.186 \text{ Kg.m} \leq 11907.000 \text{ Kg.Cm}$$

$$74.186 \text{ Kg.m} \leq 119.070 \text{ Kg.Cm} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

Kontrol lentur arah y

$$M_u \leq \Phi \cdot M_n$$

$$129.822 \text{ Kg.m} \leq 0.9 \times Z_x \times F_y$$

$$129.822 \text{ Kg.m} \leq 0.9 \times 21.300 \times 1764.00$$

$$129.822 \text{ Kg.m} \leq 33815.880 \text{ Kg.Cm}$$

$$129.822 \text{ Kg.m} \leq 338.159 \text{ Kg.Cm} \text{ ----- Ok}$$

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} < 1.00$$

$$\frac{74.186}{119.070} + \frac{129.822}{338.159} < 1.00$$

$$0.995 < 1.00 \text{ ----- Ok}$$

3.2.7 Pembebanan Pada Joint

Diketahui :

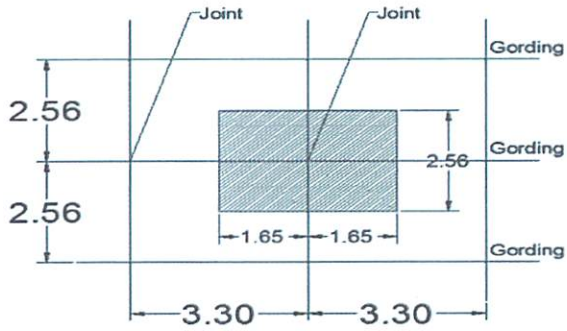
- Jarak Antar Gording Atap = 2.560 m
- Panjang gording = 3.300 m
- Berat Atap BR-II™ 900 = 4.670 Kg/m²
- Dimensi Gording = C_{100 x 50 x 20 x 3,2}
 Berat Gording = 5.500 Kg/m

1. Beban Mati

Berat Penutup Atap

Beban terpusat untuk penutup atap

$$\begin{aligned} D_{Atap} &= L_r \times A_T \\ &= 4.670 \times 8.448 \\ &= 39.452 \text{ Kg/Joint} \end{aligned}$$



Gambar : 3.10 Letak Area Tributari Atap

Berat Gording

$$\begin{aligned}
 D_{Gording} &= \text{Berat Gording} \times \text{Panjang Gording} \\
 &= 5.500 \times 3.300 \\
 &= 18.150 \text{ Kg/Joint}
 \end{aligned}$$

Jumlah Beban Mati pada atap

$$\begin{aligned}
 DL &= \text{Berat Penutup Atap} + \text{Berat Gording} \\
 &= 39.452 + 18.150 \\
 &= 57.602 \text{ Kg/Joint}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Sambungan (10\%)} &= 10 \% \times \text{Jumlah Beban Mati} \\
 &= 10 \% \times 57.602 \\
 &= 5.760 \text{ Kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 DL_{Total} &= 57.602 + 5.760 \\
 &= 63.362 \text{ Kg/Joint}
 \end{aligned}$$

2. Beban Hidup

Karena fungsi struktur atap pada hanggar pesawat tidak direncanakan untuk di bebani oleh orang sebagai hunian, hanya di bebani oleh pekerja atau pemadam kebakaran maka beban hidup pada atap di gunakan 96 Kg/Joint. Maka setelah di reduksi maka beban hidup adalah :

$$LL = 78.507 \text{ Kg/m}^2$$

3. Beban Air Hujan

Beban Terpusat pada atap

$$\begin{aligned} R &= R \times A_T \\ &= 19.60 \times 8.448 \\ &= 165.581 \text{ Kg} \end{aligned}$$

4. Beban Angin

Tabel 3.11 Beban Angin Pada Joint

No	Bidang Angin	Luas Tributari (m^2)	Beban Angin Merata (Kg/m^2)	Beban Angin Terpusat (Kg)
1	Angin di 1/4 angin datang	8.448	6.578	55.572
2	Pusat setengah angin datang	8.448	1.068	9.025
3	Angin di 1/4 angin pergi	8.448	2.755	23.274

Sumber : Hasil Perhitungan

5. Beban Mekanikal dan Elektrikal

Beban mekanikal elektrikal merupakan berupa beban plambing, kabel, lampu, stop kontak, dan lain lain yang berupa beban mekanikal dan elektrikal, maka bebannya di asumsikan sebagai berikut :

- Mekanikal dan Elektrikal = 15.00 Kg/Joint

$$= \left(\frac{0.5 \times 0.0410}{\cos(30^\circ)} \right)$$

$$= 0.0237 \text{ m}$$

$$t = 0.5 \times (\text{Type Of Wrench - Hex Hole}) \text{ ----- (2.29)}$$

$$= 0.5 \times 0.041 - 0.032$$

$$= 0.0045 \text{ m}$$

$$A = 6.00 \times \frac{(a+b)}{2} \times t \text{ ----- (2.30)}$$

$$= 6.00 \times \frac{0.018 + 0.024}{2} \times 0.0045$$

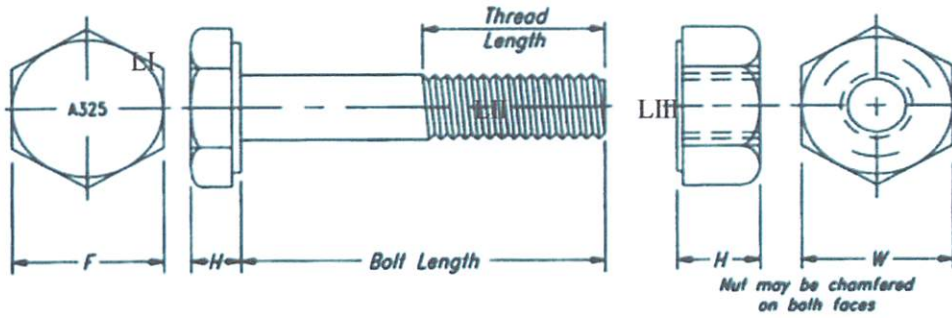
$$= 0.000569 \text{ m}^2$$

- **Volume Kexagon** = *Luas Penampang x Panjang*
- = 0.00057 x 0.0750
- = 0.00004 m³

- **Berat Hexsagon 1** = *n x Volume Hexagon x Berat Volume Baja*
- = 8 x 0.0000427 x 7850.00
- = 2.67989 Kg

- **Berat Hexsagon 2** = *n x Volume Hexagon x Berat Volume Baja*
- = 10 x 0.000043 x 7850.00
- = 4.01983 Kg

• **Berat Baut**



Gambar 3.11 Ukuran Baut Berdasarkan ASTM 325 & ASTM 490

Diasumsikan menggunakan baut dengan tipe M30

Diketahui :

- $f = 5.558 \text{ Cm}$
- $H = 2.143 \text{ Cm}$
- $BL = 14.715 \text{ Cm}$
- $\emptyset = 3.493 \text{ Cm}$

Menghitung Berat Kepala Baut

$$\begin{aligned} \text{▪ Panjang Sisi (S)} &= \frac{0.50 \times f}{\cos \alpha} \\ &= \frac{0.50 \times 5.558}{\cos 30} \\ &= 3.2089 \text{ Cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ Volume Kepala Baut} &= \frac{\sqrt[3]{3}}{2.00} \times S^2 \times H \\ &= \frac{\sqrt[3]{3}}{2.00} \times 0.03209^2 \times 0.0214 \\ &= 0.0000573 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ Volume Batang baut} &= 0.25 \times 3.14 \times d^2 \times L \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 0.0349^2 \times 0.147 \\ &= 0.0001409 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- **Volume Buah Baut** = *Volume Kepala Baut + Volume Batang Baut*
 = 0.0000573 + 0.0001409
 = 0.0001983 m³

- **Berat baut 1** = *n x Volume Baut x Berat Volume Baja*
 = 8 x 0.00020 x 7850.00
 = 12.45128 Kg

- **Berat baut 2** = *n x Volume Baut x Berat Volume Baja*
 = 10 x 0.00020 x 7850.00
 = 18.67691 Kg

- **Beban Mati Pada Joint 1** = *Berat Ball Joint + Berat Hexagon + Berat Baut*
 = 7.0989 + 2.6799 + 12.45128
 = 22.230 Kg

- **Beban Mati Pada Joint 2** = *Berat Ball Joint + Berat Hexagon + Berat Baut*
 = 7.0989 + 4.0198 + 18.67691
 = 29.796 Kg

Tabel 3.12 Pembebanan Pada Struktur

No	Uraian	Beban Terpusat (Kg)
1	Beban Mati Pada Atap	63.362
2	Beban Hidup	78.507
3	Beban Air Hujan	165.581
4	Beban Angin pada 1/4 angin datang	55.572
5	Pusat setengah angin datang	9.025
6	Beban Angin pada 1/4 angin Pergi	23.274
7	Beban Mekanikal dan Elektrikal	15.000
8	Beban Sambungan Mero Sistem 1	22.230
9	Beban Sambungan Mero Sistem 2	29.796

Sumber : Hasil Perhitungan

3.3 Perencanaan Batang Pipa (*Member*)

Dalam merencanakan dimensi batang, elemen-elemen utama struktur dapat di kelompokkan sedemikian rupa dalam kelompok yang simetris. Secara ideal, perencanaan kekuatan batang didasarkan dari gaya batang dalam yang bekerja pada batang itu, secara struktural hal ini memang bisa dilaksanakan. Tetapi dalam perencanaan suatu struktur secara keseluruhan, di tinjau dari segi artistik, sudut dari bola baja dan ekonomisnya perlu dipertimbangkan lagi. Oleh karena itu pada batang dengan panjang yang sama dan dalam satu sumbu di rencanakan berdasarkan gaya terbesar yang terjadi di antara batang-batang tersebut, sehingga akan didapatkan model struktur yang mempunyai keseragaman batang yang seimbang.

Karena jika dilaksanakan dengan menyamakan dimensi pada struktur memiliki ukuran yang sama, akan mengakibatkan pembesaran dimensi pada beberapa batang yang mengakibatkan pembesaran berat sendiri dari struktur dan akan menimbulkan struktur yang tidak ekonomis dan efisien. Sehingga pada perencanaan struktur Pasar modern ini menggunakan dimensi struktur yang beda sesuai dengan kebutuhannya.

3.3.1 Perencanaan Spesifikasi Baja Pipa

Adapun spesifikasi teknis dari material baja pipa yang digunakan sebagai berikut :

- Standart Kualitas Pipa = Pipe Schedule 40 ASTM A 53 Grades B
- Tegangan Leleh (f_y) = 240 MPa
- Tegangan Tarik (f_u) = 415 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa
- Poissons Ratio (ν) = 0.30
- Density = 0.00007850 N/mm³
- Thermal Coeff (α) = $12,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$ → Untuk Thermal antara 20°C-100°C
- Critical Damping = 0.03
- Shear Modulus (G) = 78846.200 MPa

Dalam merencanakan batang baja pipa menggunakan property sebagai berikut :

Direncanakan untuk struktur PIP.S.20 (60.33 mm) :

- Diameter (\varnothing) Luar = 60.33 mm
- Diameter (\varnothing) Dalam = 52.51 mm
- Luas penampang (A_g) = 693.0207 mm² = 6.9302 Cm²
- Tebal pipa (t) = 3.912 mm
- Berat per unit panjang = 5.440 kg/m

Direncanakan untuk struktur PIP.S.30 (88.90 mm) :

- Diameter (ϕ) Luar = 88.900 mm
- Diameter (ϕ) Dalam = 77.928 mm
- Luas penampang (A_g) = 1436.8929 mm² = 14.3689 Cm²
- Tebal pipa (t) = 5.486 mm
- Berat per unit panjang = 11.280 kg/m

Direncanakan untuk struktur PIP.S.35 (101.6 mm) :

- Diameter (ϕ) Luar = 101.600 mm
- Diameter (ϕ) Dalam = 90.120 mm
- Luas penampang (A_g) = 1727.7423 mm² = 17.2774 Cm²
- Tebal pipa (t) = 5.740 mm
- Berat per unit panjang = 13.563 kg/m

3.3.2 Hasil Analisa Statika

Dari hasil perhitungan analisa statika dari StaadPro V8i di peroleh gaya - gaya batang sebagai berikut :

Tabel 3.13 Gaya Normal pada Batang (F_x)

No.	Property	Panjang Batang (m)	No. Batang	Load Case (L/C)	Gaya Normal (F_x)	Keadaan
1	Max F_x - PIP.S.20	3.300	5111	1,2DL+1,6Lr+0,5W	1290.000 Kg	Tekan
	Max F_x - PIP.S.20	3.300	2919	1,2DL+1,6Lr+0,5W	1260.000 Kg	Tarik
2	Max F_x - PIP.S.30	3.300	5485	1,2DL+1,6Lr+0,5W	4580.000 Kg	Tekan
	Min F_x - PIP.S.30	5.550	4773	1,2DL+1,6Lr+0,5W	3740.000 Kg	Tarik
3	Max F_x - PIP.S.35	3.600	12148	1,2DL+1,6Lr+0,5W	16900.000 Kg	Tekan
	Max F_x - PIP.S.35	2.560	2658	1,2DL+1,6Lr+0,5W	4200.000 Kg	Tarik

Sumber : Hasil Analisa StaadPro V8i (Dapat Dilihat pada Lampiran)

Tabel 3.14 Gaya Lintang/Reaksi Tumpuan pada Batang (Fy)

No.	Property	Panjang Batang (m)	No. Batang	Load Case (L/C)	Gaya Lintang (Fy)	Keadaan
1	Max Fx- PIP.S.20	3.500	12026	1,4DL	13.724 Kg	Positif
	Max Fx- PIP.S.20	3.500	12026	1,4DL	13.724 Kg	Negatif
2	Max Fx- PIP.S.30	5.550	4694	1,4DL	38.775 Kg	Positif
	Min Fx- PIP.S.30	5.550	4694	1,4DL	38.775 Kg	Negatif
3	Max Fx- PIP.S.35	2.560	7001	1,4DL	76.331 Kg	Positif
	Max Fx- PIP.S.35	2.560	6857	1,4DL	46.912 Kg	Negatif

Sumber : Hasil Analisa StaadPro V8i (Dapat Dilihat pada Lampiran)

Dari hasil analisa pada struktur di dapat :

1. Semua dimensi/Property baja pipa yang digunakan tidak ada yang failed yang berarti pada beam tersebut sudah mampu untuk menaha gaya yang terjadi.
2. Semua joint/titik simpul tidak ada yang Instability at joint yang berarti semua joint/titik simpul sudah stabil.
3. Berat struktur dan panjang property yang gunakan.

STEEL TAKE-OFF

PROFILE	LENGTH (MMS)	WEIGHT (NEWT)
ST PIPS20	4236018.50	229548.438
ST PIPS35	6968643.00	945845.000
ST PIPS30	18933770.00	2138357.250
ST PIP E	2839516.25	1302032.375
PRISMATIC STEEL	0.00	0.000
TOTAL =		4615783.000

Sumber : Hasil Analisa StaadPro V8i

3.4 Desain Komponen Struktur

3.4.1 Desain Komponen Struktur Tarik pada Property PIP.S.20

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (*DFBK*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{ (2.14)}$$

Luas Neto Efektif

Dimana untuk komponen struktur tanpa lubang, luas neto tersebut, *An* adalah sama dengan luas bruto, *Ag*, maka :

Diketahui :

- Diameter Luar (*OD*) = 60.33 mm
- Diameter Dalam (*ID*) = 52.51 mm

$$\begin{aligned} Ag &= 0.25 \times 3.14 \times \text{Ø}OD^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{Ø}ID^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 60.330^2 - 0.25 \times 3.14 \times 52.506^2 \\ &= 693.0207 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Batas Leleh Tarik pada Penampang Bruto

$$\begin{aligned} Pn &= fy \cdot Ag \text{ (2.15)} \\ &= 240.00 \times 693.021 \\ &= 166324.96 \text{ N} \\ &= 16632.496 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol batas leleh tarik pada penampang bruto.

$$\begin{aligned} Ru &\leq \Phi \cdot Rn \\ Pu &\leq 0.9 \times Pn \\ 1260.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 16632.496 \text{ Kg} \\ 1260.000 \text{ Kg} &\leq 14969.246 \text{ Kg} \text{ Ok} \end{aligned}$$

Batas Keruntuhan Tarik pada Penampang Neto

$$\begin{aligned}
 P_n &= f_u \cdot A_e \text{ (2.16)} \\
 &= 415.00 \times 693.021 \\
 &= 287603.57 \text{ N} \\
 &= 28760.357 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol batas leleh tarik pada penampang neto.

$$\begin{aligned}
 R_u &\leq \Phi \cdot R_n \\
 P_u &\leq 0.9 \times P_n \\
 1260.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 28760.357 \text{ Kg} \\
 1260.000 \text{ Kg} &\leq 25884.322 \text{ Kg} \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

3.4.2 Desain komponen Struktur Tekan pada Property PIP.S.20

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \text{ (2.17)}$$

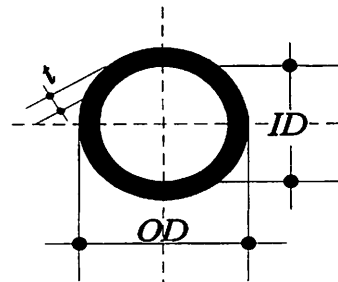
Klasifikasi Penampang untuk tekuk lokal

Untuk kondisi tekan, penampang diklasifikasikan sebagai elemen nonlangsing atau penampang elemen-langsing. Untuk profil elemen nonlangsing, rasio tebal terhadap lebar dari elemen tekan tidak boleh melebihi λ_r . Jika rasio tersebut melebihi λ_r , di sebut penampang dengan elemen langsing.

$$D/t \geq 0.11 \times \frac{E}{f_y} \text{ Langsing}$$

Diketahui :

- Diameter Luar (OD) = 60.330 mm
- Diameter Dalam (ID) = 52.506 mm
- Tebal (Thickness) = 3.912 mm
- Luas Penampang (Ag) = 693.0207 mm²
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa
- Tegangan Leleh (fy) = 240 MPa



Klasifikasi penampang :

$$D/t \geq 0.11 \times \frac{E}{f_y}$$

$$\frac{60.33}{3.91} \geq 0.11 \times \frac{210000.00}{240.00}$$

$$15.422 \leq 96.250 \text{ ----- Non Langsing}$$

Panjang Efektif

- Faktor Panjang Efektif (K) = 1
- Panjang Batang (L) = 3.300 m
- Radius Girasi (r) = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Dimana :

$$I = \frac{\pi}{64} \times [OD^4 - ID^4]$$

$$= \frac{3.14}{64} \times [60.330^4 - 52.5060^4]$$

$$= 277060.52 \text{ mm}^4$$

Maka Radius girasi/Jari-Jari Girasi :

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$= \sqrt{\frac{277060.517}{693.021}}$$

$$= 19.9947 \text{ mm}$$

$$\frac{K \times L}{r} < 200 \text{ ----- (2.20)}$$

$$\frac{3300.000}{19.995} < 200$$

$$165.044 < 200 \text{ ----- Ok}$$

Tekuk Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing

Kekuatan tekan nominal, P_n , harus di tentukan berdasarkan keadaan batas dari tekuk lentur.

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \text{-----} (2.21)$$

Untuk menentukan tegangan kritis, F_{cr} , di tentukan sebagai berikut :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{-----} F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \times F_y$$

$$\frac{KL}{r} \geq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{-----} F_{cr} = 0.877 \cdot F_e$$

Maka :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{3300}{19.995} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{210000.00}{240}}$$

$$165.04 \geq 139.324 \text{-----} \text{Maka Digunakan} \text{-----} F_{cr} = 0.877 \cdot F_e$$

Tegangan Tekuk Kritis elastis di tentukan Sebagai Berikut :

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2} \text{-----} (2.24)$$

$$= \frac{3.14^2 \times 210000.00}{165.044^2}$$

$$= 76.011 \text{ MPa}$$

Tegangan Kritis di tentukan Sebagai Berikut :

$$F_{cr} = 0.877 \times F_e \text{-----} (2.23)$$

$$= 0.877 \times 76.011$$

$$= 66.662 \text{ MPa}$$

Kuat Tekan Nominal

$$\begin{aligned} P_n &= F_{cr} \cdot A_g \text{-----} (2.21) \\ &= 66.662 \times 693.021 \\ &= 46198.188 \text{ N} \\ &= 4619.819 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tekan

$$\begin{aligned} R_u &\leq \Phi \cdot R_n \\ P_u &\leq 0.9 \times P_n \\ 1290.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 4619.819 \text{ Kg} \\ 1290.000 \text{ Kg} &\leq 4157.8370 \text{ Kg} \text{-----} Ok \end{aligned}$$

3.4.3 Desain komponen Struktur Tarik pada Property PIP.S.30

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (*DFBK*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \text{-----} (2.17)$$

Luas Neto Efektif

Dimana untuk komponen struktur tanpa lubang, luas neto tersebut, *A_n* adalah sama dengan luas bruto, *A_g*, maka :

Diketahui :

- Diameter Luar (*OD*) = 88.90 mm
- Diameter Dalam (*ID*) = 77.93 mm

$$\begin{aligned} A_g &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{ØID}^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 88.900^2 - 0.25 \times 3.14 \times 77.928^2 \\ &= 1436.8929 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Batas Leleh Tarik pada Penampang Bruto

$$\begin{aligned} P_n &= F_y \cdot A_g \text{-----} (2.15) \\ &= 240.00 \times 1436.893 \\ &= 344854.296 \text{ N} \\ &= 34485.430 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol batas leleh tarik pada penampang bruto.

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n$$

$$P_u \leq 0.9 \times P_n$$

$$3740.000 \text{ Kg} \leq 0.9 \times 34485.430 \text{ Kg}$$

$$3740.000 \text{ Kg} \leq 31036.887 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

Batas Keruntuhan Tarik pada Penampang Neto

$$P_n = F_u \cdot A_e \text{ ----- (2.16)}$$

$$= 415.00 \times 1436.893$$

$$= 596310.554 \text{ N}$$

$$= 59631.055 \text{ Kg}$$

Kontrol batas leleh tarik pada penampang neto.

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n$$

$$P_u \leq 0.9 \times P_n$$

$$3740.000 \text{ Kg} \leq 0.9 \times 59631.055 \text{ Kg}$$

$$3740.000 \text{ Kg} \leq 53667.950 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

3.4.4 Desain Komponen Struktur Tekan pada Property PIP.S.30

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \text{ ----- (2.17)}$$

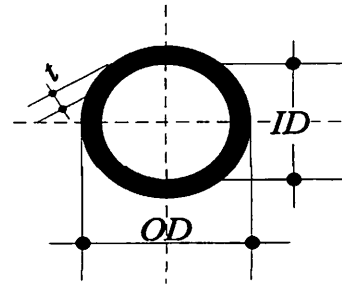
Klasifikasi Penampang untuk tekuk lokal

Untuk kondisi tekan, penampang diklasifikasikan sebagai elemen nonlangsing atau penampang elemen-langsing. Untuk profil elemen nonlangsing, rasio tebal terhadap lebar dari elemen tekan tidak boleh melebihi λ_r . Jika rasio tersebut melebihi λ_r , di sebut penampang dengan elemen langsing.

$$D/t \geq 0.11 \times \frac{E}{F_y} \text{ ----- Langsing}$$

Diketahui :

- Diameter Luar (OD) = 88.900 mm
- Diameter Dalam (ID) = 77.928 mm
- Tebal (Thickness) = 5.486 mm
- Luas Penampang (A_g) = 1436.8929 mm²
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa
- Tegangan Leleh (F_y) = 240 MPa



Klasifikasi Penampang :

$$D/t \geq 0.11 \times \frac{E}{F_y}$$

$$\frac{88.90}{5.49} \geq 0.11 \times \frac{210000.00}{240.00}$$

$$16.205 \leq 96.250 \text{ ----- } \text{Non Langsing}$$

Panjang Efektif

- Faktor Panjang Efektif (K) = 1
- Panjang Batang (L) = 3.300 m
- Radius Girasi (r) = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Dimana :

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} \times [OD^4 - ID^4] \\ &= \frac{3.14}{64} \times [88.900^4 - 77.9280^4] \\ &= 1255124.44 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Maka Radius girasi :

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{\frac{I}{A}} \\ &= \sqrt{\frac{1255124.438}{1436.893}} \\ &= 29.5550 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{K \times L}{r} < 200 \text{ ----- (2.20)}$$

$$\frac{3300.000}{29.555} < 200$$

$$111.656 < 200 \text{ ----- Ok}$$

Tekuk Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing

Kekuatan tekan nominal, P_n , harus di tentukan berdasarkan keadaan batas dari tekuk lentur.

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \text{ ----- (2.21)}$$

Untuk menentukan tegangan kritis, F_{cr} , di tentukan sebagai berikut :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- } F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_o} \right) \times F_y$$

$$\frac{KL}{r} \geq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- } F_{cr} = 0.877 \cdot F_e$$

Maka :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{3300}{29.555} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{210000.00}{240}}$$

$$111.66 \leq 139.324 \text{ ----- Maka Digunakan } F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_o} \right) \times F_y$$

Tegangan Tekuk Kritis elastis di tentukan Sebagai Berikut :

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2} \text{ ----- (2.24)}$$

$$= \frac{3.14^2 \times 210000.00}{111.656^2}$$

$$= 166.078 \text{ MPa}$$

Tegangan Kritis di tentukan Sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}
 F_{cr} &= \left(0.658 \frac{F_y}{F_c} \right) \times F_y \text{-----} & (2.22) \\
 &= \left(0.658 \frac{240.000}{166.078} \right) \times 240.000 \\
 &= 131.078 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Kuat Tekan Nominal

$$\begin{aligned}
 P_n &= F_{cr} \cdot A_g \text{-----} & (2.21) \\
 &= 131.078 \times 1436.893 \\
 &= 188344.843 \text{ N} \\
 &= 18834.484 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tekan

$$\begin{aligned}
 R_u &\leq \Phi \cdot R_n \\
 P_u &\leq 0.9 \times P_n \\
 4580.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 18834.484 \text{ Kg} \\
 4580.000 \text{ Kg} &\leq 16951.0358 \text{ Kg} \text{-----} \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

3.4.5 Desain komponen Struktur Tarik pada Property PIP.S.35

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (*DFBK*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n \text{-----} & (2.17)$$

Luas Neto Efektif

Dimana untuk komponen struktur tanpa lubang, luas neto tersebut, *An* adalah sama dengan luas bruto, *Ag*, maka :

Diketahui :

- Diameter Luar (*OD*) = 101.60 mm
- Diameter Dalam (*ID*) = 90.12 mm

$$\begin{aligned}
 A_g &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 101.600^2 - 0.25 \times 3.14 \times 90.120^2 \\
 &= 1727.7423 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Batas Leleh Tarik pada Penampang Bruto

$$\begin{aligned}
 P_n &= F_y \cdot A_g \text{ (2.15)} \\
 &= 240.00 \times 1727.742 \\
 &= 414658.151 \text{ N} \\
 &= 41465.815 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol batas leleh tarik pada penampang bruto.

$$\begin{aligned}
 R_u &\leq \Phi \cdot R_n \\
 P_u &\leq 0.9 \times P_n \\
 4200.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 41465.815 \text{ Kg} \\
 4200.000 \text{ Kg} &\leq 37319.234 \text{ Kg} \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Batas Keruntuhan Tarik pada Penampang Neto

$$\begin{aligned}
 P_n &= F_u \cdot A_e \text{ (2.16)} \\
 &= 415.00 \times 1727.742 \\
 &= 717013.053 \text{ N} \\
 &= 71701.305 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol batas leleh tarik pada penampang neto.

$$\begin{aligned}
 R_u &\leq \Phi \cdot R_n \\
 P_u &\leq 0.9 \times P_n \\
 4200.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 71701.305 \text{ Kg} \\
 4200.000 \text{ Kg} &\leq 64531.175 \text{ Kg} \text{Ok}
 \end{aligned}$$

3.4.6 Desain komponen Struktur Tekan pada Property PIP.S.35

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{-----} (2.17)$$

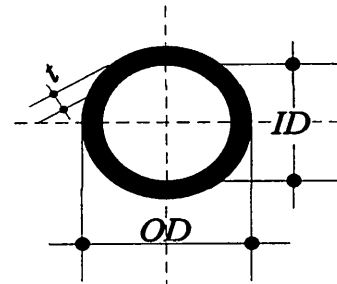
Klasifikasi Penampang untuk tekuk lokal

Untuk kondisi tekan, penampang diklasifikasikan sebagai elemen nonlangsing atau penampang elemen-langsing. Untuk profil elemen nonlangsing, rasio tebal terhadap lebar dari elemen tekan tidak boleh melebihi λ_r . Jika rasio tersebut melebihi λ_r , disebut penampang dengan elemen langsing.

$$D/t \geq 0.11 \times \frac{E}{F_y} \text{-----} \textit{Langsing}$$

Diketahui :

- Diameter Luar (OD) = 101.600 mm
- Diameter Dalam (ID) = 90.120 mm
- Tebal (Thickness) = 5.740 mm
- Luas Penampang (Ag) = 1727.7423 mm²
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa
- Tegangan Leleh (Fy) = 240 MPa



Klasifikasi Penampang :

$$D/t \geq 0.11 \times \frac{E}{F_y}$$

$$\frac{101.60}{5.74} \geq 0.11 \times \frac{210000.00}{240.00}$$

$$17.700 \leq 96.250 \text{-----} \textit{Non Langsing}$$

Panjang Efektif

- Faktor Panjang Efektif (K) = 1
- Panjang Batang (L) = 3.600 m
- Radius Girasi (r) = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} \times (R_1^4 - R_2^4) \\
 &= \frac{3.14}{64} \times (101.600^4 - 90.1200^4) \\
 &= 1991673.76 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Maka Radius girasi/Jari-Jari Girasi :

$$\begin{aligned}
 r &= \sqrt{\frac{I}{A}} \\
 &= \sqrt{\frac{1991673.764}{1727.742}} \\
 &= 33.9523 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\frac{K \times L}{r} < 200 \text{ ----- (2.20)}$$

$$\frac{3600.000}{33.952} < 200$$

$$106.031 < 200 \text{ ----- Ok}$$

Tekuk Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing

Kekuatan tekan nominal, P_n , harus di tentukan berdasarkan keadaan batas dari tekuk lentur.

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \text{ ----- (2.21)}$$

Untuk menentukan tegangan kritis, F_{cr} , di tentukan sebagai berikut :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- } F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \times F_y$$

$$\frac{KL}{r} \geq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- } F_{cr} = 0.877 \cdot F_e$$

Maka :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{3600}{33.952} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{210000.00}{240}}$$

$$106.03 \leq 139.324 \quad \text{Maka Digunakan} \quad F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \times F_y$$

Tegangan Tekuk Kritis elastis di tentukan Sebagai Berikut :

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2} \quad (2.24)$$

$$= \frac{3.14^2 \times 210000.00}{106.031^2}$$

$$= 184.167 \text{ MPa}$$

Tegangan Kritis di tentukan Sebagai Berikut :

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \times F_y \quad (2.22)$$

$$= \left(0.658 \frac{240.000}{184.167} \right) \times 240.000$$

$$= 139.101 \text{ MPa}$$

Kuat Tekan Nominal

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

$$= 139.101 \times 1727.742$$

$$= 240330.613 \text{ N}$$

$$= 24033.061 \text{ Kg}$$

Kontrol Kekuatan tekan

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n$$

$$P_u \leq 0.9 \times P_n$$

$$16900.000 \text{ Kg} \leq 0.9 \times 24033.061 \text{ Kg}$$

$$16900.000 \text{ Kg} \leq 21629.7552 \text{ Kg} \text{ ----- } Ok$$

3.4.7 Kontrol Dimensi Batang

Tabel 3.15 Kontrol Dimensi Batang

No.	Property	Panjang (m)	Kondisi Batang	Kekuatan Perlu (Kg)	Kekuatan Nominal (Kg)	Keterangan
1	Property PIP.S.20	3.300	Tekan	1290.000	4157.837	Ok
		3.300	Tarik	1260.000	25884.322	Ok
2	Property PIP.S.30	3.300	Tekan	4580.000	16951.036	Ok
		5.550	Tarik	3740.000	53667.950	Ok
3	Property PIP.S.35	3.600	Tekan	16900.000	21629.755	Ok
		2.560	Tarik	4200.000	64531.175	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan

BAB IV

ANALISA SAMBUNGAN

4.1 Analisa Sambungan Mero Sistem

4.1.1 Perencanaan Hexagon

Perencanaan kekuatan Hexagon/Hexnut berdasarkan pada luas penampang karena selain sebagai pengunci juga berfungsi sebagai penyalur gaya-gaya saat tekan.

Direncanakan Hexagon :

- Kegunaan = Pengunci
- Jenis Bahan = Baja Masif Segi Enam
- Standar Kualitas = JIS (STK 41)
- Tegangan Leleh (F_y) = 2200 Kg/Cm² - 3500 Kg/Cm²
Digunakan : $F_y = 3500.00$ Kg/Cm²
- Gaya Tekan Maksimum yang terjadi pada baja pipa :
 - Property PIP.S.20 = 1290.000 Kg
 - Property PIP.S.30 = 4580.000 Kg
 - Property PIP.S.35 = 16900.000 Kg

• Perencanaan Hexagon pada Property PIP.S.20

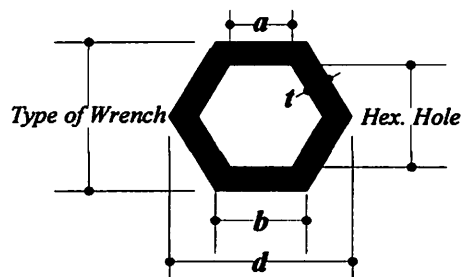
Direncanakan Menggunakan baut = M_{10 x 50}

Tipe Hexagon = H_{25 x 17 - 11}

(Ditentukan dari tabel Allowable/maximum Compression forces for design of Hexagon with safety factor of 0,5 pada lampiran)

Keterangan Design :

- Insert to Node = 15.00 mm
- Conus Insert = 10.00 mm
- Hexagon Length = 25.00 mm
- Type Of Wrench = 17.00 mm
- Hex Hole = 11.00 mm



Untuk Hexagon/Hexnut tipe H25 x 17 - 11

$$\begin{aligned}
 a &= \left(\frac{0.5 \times \text{Hex. Hole}}{\cos 30^\circ} \right) \text{-----} & (2.27) \\
 &= \left(\frac{0.5 \times 1.1000}{\cos (30^\circ)} \right) \\
 &= 0.635 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \left(\frac{0.5 \times \text{Wrench}}{\cos 30^\circ} \right) \text{-----} & (2.28) \\
 &= \left(\frac{0.5 \times 1.7000}{\cos (30^\circ)} \right) \\
 &= 0.981 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= 0.5 \times (\text{Type Of Wrench} - \text{Hex Hole}) \text{-----} & (2.29) \\
 &= 0.5 \times 1.700 - 1.100 \\
 &= 0.300 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ag &= 6.00 \times \frac{(a + b)}{2} \times t \text{-----} & (2.30) \\
 &= 6.00 \times \frac{0.635 + 0.981}{2} \times 0.3000 \\
 &= 1.455 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= b + (\tan 30^\circ \times 0.5 \times \text{Type Of Wrench}) \times 2) \text{-----} & (2.31) \\
 &= 0.981 + [\tan 30^\circ \times 0.5 \times 1.7] \times 2 \\
 &= 1.9630 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Tekan Maksimum Untuk H25 x 17 - 11

$$\begin{aligned}
 P &= 0.90 \times F_y \times Ag \text{-----} & (2.32) \\
 &= 0.90 \times 3500.00 \times 1.455 \\
 &= 4583.006437
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Tekan Hexagon

$$P \text{ Max. Rencana} > P \text{ Max. Terjadi}$$

$$4583.006 \text{ Kg} > 1290.000 \text{ Kg} \text{-----} \text{Ok}$$

• Perencanaan Hexagon pada Property PIP.S.30

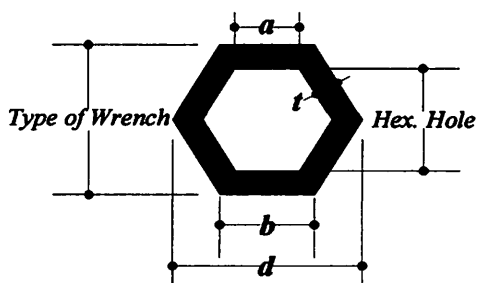
Direncanakan Menggunakan baut = M₁₆ x 80

Tipe Hexagon = H₄₀ x 24 - 17

(Ditentukan dari tabel Allowable/maximum Compression forces for design of Hexagon with safety factor of 0,5 pada lampiran)

Keterangan Design :

- Insert to Node = 24.00 mm
- Conus Insert = 16.00 mm
- Hexagon Length = 40.00 mm
- Type Of Wrench = 24.00 mm
- Hex Hole = 17.00 mm



Untuk Hexagon/Hexnut tipe H40 x 24 - 17

$$a = \left(\frac{0.5 \times \text{Hex Hole}}{\cos 30^\circ} \right) \text{-----} \quad (2.27)$$

$$= \left(\frac{0.5 \times 1.7000}{\cos (30^\circ)} \right)$$

$$= 0.981 \text{ Cm}$$

$$b = \left(\frac{0.5 \times \text{Wrench}}{\cos 30^\circ} \right) \text{-----} \quad (2.28)$$

$$= \left(\frac{0.5 \times 2.4000}{\cos (30^\circ)} \right)$$

$$= 1.386 \text{ Cm}$$

$$t = 0.5 \times (\text{Type Of Wrench} - \text{Hex Hole}) \text{-----} \quad (2.29)$$

$$= 0.5 \times 2.400 - 1.700$$

$$= 0.350 \text{ Cm}$$

$$\begin{aligned}
 Ag &= 6.00 \times \frac{(a+b)}{2} \times t \text{ -----} & (2.30) \\
 &= 6.00 \times \frac{0.981 + 1.386}{2} \times 0.3500 \\
 &= 2.485 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= b + (\tan 30^\circ \times 0.5 \times \text{Type Of Wrench}) \times 2 \text{ -----} & (2.31) \\
 &= 1.386 + [\tan 30^\circ \times 0.5 \times 2.4] \times 2 \\
 &= 2.7713 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Tekan Maksimum Untuk H40 x 24 - 17

$$\begin{aligned}
 P &= 0,90 \times F_y \times Ag \text{ -----} & (2.32) \\
 &= 0.90 \times 3500.00 \times 2.485 \\
 &= 7829.302663
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Tekan Hexagon

$$\begin{aligned}
 P \text{ Max. Rencana} &> P \text{ Max. Terjadi} \\
 7829.303 \text{ Kg} &> 4580.000 \text{ Kg} \text{ -----} \quad \text{Ok}
 \end{aligned}$$

• **Perencanaan Hexagon pada Property PIP.S.35**

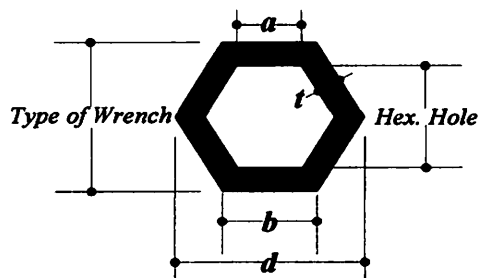
Direncanakan Menggunakan baut = M₂₄ x 120

Tipe Hexagon = H₆₀ x 36 - 25

(Ditentukan dari tabel Allowable/maximum Compression forces for design of Hexagon with safety factor of 0,5 pada lampiran)

Keterangan Design :

- Insert to Node = 36.00 mm
- Conus Insert = 24.00 mm
- Hexagon Length = 60.00 mm
- Type Of Wrench = 36.00 mm
- Hex Hole = 25.00 mm



Untuk Hexagon/Hexnut tipe H60 x 36 - 25

$$\begin{aligned}
 a &= \left(\frac{0.5 \times \text{Hex Hole}}{\cos 30^\circ} \right) \text{-----} & (2.27) \\
 &= \left(\frac{0.5 \times 2.5000}{\cos (30^\circ)} \right) \\
 &= 1.443 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \left(\frac{0.5 \times \text{Wrench}}{\cos 30^\circ} \right) \text{-----} & (2.28) \\
 &= \left(\frac{0.5 \times 3.6000}{\cos (30^\circ)} \right) \\
 &= 2.078 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= 0.5 \times (\text{Type Of Wrench} - \text{Hex Hole}) \text{-----} & (2.29) \\
 &= 0.5 \times 3.600 - 2.500 \\
 &= 0.550 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ag &= 6.00 \times \frac{(a + b)}{2} \times t \text{-----} & (2.30) \\
 &= 6.00 \times \frac{1.443 + 2.078}{2} \times 0.5500 \\
 &= 5.811 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= b + (\tan 30^\circ \times 0.5 \times \text{Type Of Wrench}) \times 2 \text{-----} & (2.31) \\
 &= 2.078 + [\tan 30^\circ \times 0.5 \times 3.6] \times 2 \\
 &= 4.1569 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Tekan Maksimum Untuk H60 x 36 - 25

$$\begin{aligned}
 P &= 0.90 \times Fy \times Ag \text{-----} & (2.32) \\
 &= 0.90 \times 3500.00 \times 5.811 \\
 &= 18304.74595
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Tekan Hexagon

$$P \text{ Max. Rencana} > P \text{ Max. Terjadi}$$

$$18304.746 \text{ Kg} > 16900.000 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

4.1.2 Perencanaan Conus

Conus merupakan perangkat yang berfungsi menghubungkan batang pipa ke sistem sambungan yang menerima dan menyalurkan beban yang bekerja. Bentuk konus merupakan bentuk lingkaran dengan model tertentu yang diameternya sesuai dengan pipa dan hexagon/Hexnut yang dipakai. Melalui konus inilah beban atau gaya batang pada penampang lingkaran disalurkan keperangkat lain, yaitu Hexagon. Hubungan konus dengan pipa disambung dengan las.

Direncanakan Conus Menggunakan :

- Kegunaan = Tutup Ujung Pipa
- Jenis Bahan = Baja Masif
- Standart Kualitas = JIS (STK 41)
- Tegangan Leleh = $2200 \text{ Kg/Cm}^2 - 3500 \text{ Kg/Cm}^2$
Digunakan : $F_y = 280.000 \text{ MPa}$
- Diameter Conus = 2.38 " - 5.56 " atau 60.33 mm - 141.30 mm
(Diameter Conus pada baja pipa di sesuaikan dengan diameter baja pipa yang digunakan)

Diameter konus pada Hexagon yang digunakan tergantung pada tipe baut dan tipe Hexagon yang akan digunakan. Pada tabel Allowable/Maximum Compression Forces For Design Of Hexagon With Safety Factor Of 1,5 di tentukan gaya tekan aksial maksimum yang dapat di tahan oleh setiap batang. Gaya tekan aksial maksimum pada property batang adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Dimensi Diameter Conus Pada Hexagon

Property	Diameter Hex. (mm)	Type Hexagon	Gaya Tekan Maksimum terjadi (Kg)	Gaya Tarik Maksimum (Kg)
Property PIP.S.20	19.630	H25 x 17 - 11	1290.000 Kg	1260.000 Kg
Property PIP.S.30	27.713	H40 x 24 - 17	4580.000 Kg	3740.000 Kg
Property PIP.S.35	41.569	H60 x 36 - 25	16900.000 Kg	4200.000 Kg

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan tebal minimum Conus untuk property PIP.S.20

- Diameter (ϕ) Luar = 60.33 mm
- Diameter (ϕ) Dalam = 52.51 mm
- Wall Thickness (t) = 3.91 mm

Luas Perlu minimum Penampang Conus yang disambung pada pipa.

$$\begin{aligned} t_{w_c} &= \frac{\phi \cdot P_{max}}{F_y} \text{-----} & (2.26) \\ &= \frac{0.9 \times 12900.00}{280} \\ &= 41.46429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba tebal conus sama dengan tebal pipa yang akan disambung.

$$\begin{aligned} A_{Desain} &= \text{Luas Permukaan Luar Pipa} - \text{Luas Permukaan Dalam Pipa} \\ &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 60.33^2 - 0.25 \times 3.14 \times 52.51^2 \\ &= 2857.17 - 2164.15 \\ &= 693.02 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Tebal Conus

$$\begin{aligned} A_{Desain} &\geq A_{Perlu} \\ 693.02 \text{ mm}^2 &\geq 41.464 \text{ mm}^2 \text{-----} \quad \mathbf{Ok} \end{aligned}$$

Karena luas penampang baja pipa lebih besar dari pada luas perlu conus maka tebal Conus yang digunakan sama dengan tebal baja pipa.

Perhitungan tebal Conus untuk property PIP.S.30

- Diameter (ϕ) Luar = 88.90 mm
- Diameter (ϕ) Dalam = 77.93 mm
- Wall Thickness (t) = 5.49 mm

Luas Perlu minimum Penampang Conus yang disambung pada pipa.

$$\begin{aligned}
 tw_c &= \frac{\Phi \cdot Pmax}{Fy} \text{-----} & (2.26) \\
 &= \frac{0.9 \times 45800.00}{280} \\
 &= 147.214 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dicoba tebal conus sama dengan tebal pipa yang akan disambung.

$$\begin{aligned}
 A_{Desain} &= \text{Luas Permukaan Luar Pipa} - \text{Luas Permukaan Dalam Pipa} \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 88.90^2 - 0.25 \times 3.14 \times 77.93^2 \\
 &= 6204.02 - 4767.13 \\
 &= 1436.89 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol Tebal Conus

$$\begin{aligned}
 A_{Desain} &\geq A_{Perlu} \\
 1436.89 \text{ mm}^2 &\geq 147.2 \text{ mm}^2 \text{-----} \quad \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Karena luas penampang baja pipa lebih besar dari pada luas perlu conus maka tebal Conus yang digunakan sama dengan tebal baja pipa.

Perhitungan tebal Conus untuk property PIP.S.35

- Diameter (Ø) Luar = 101.60 mm
- Diameter (Ø) Dalam = 90.12 mm
- Wall Thickness (t) = 5.74 mm

Luas Perlu minimum Penampang Conus yang disambung pada pipa.

$$\begin{aligned}
 tw_c &= \frac{\Phi \cdot Pmax}{Fy} \text{-----} & (2.26) \\
 &= \frac{0.9 \times 169000.00}{280} \\
 &= 543.214 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dicoba tebal conus sama dengan tebal pipa yang akan disambung.

$$\begin{aligned}
 A. \text{ Desain} &= \text{Luas Permukaan Luar Pipa} - \text{Luas Permukaan Dalam Pipa} \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{ØID}^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 101.60 - 0.25 \times 3.14 \times 90.12^2 \\
 &= 8103.21 - 6375.47 \\
 &= 1727.74 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol Tebal Conus

$$A. \text{ Desain} \geq A. \text{ Perlu}$$

$$1727.74 \text{ mm}^2 \geq 543.2 \text{ mm}^2 \text{----- Ok}$$

Karena luas penampang baja pipa lebih besar dari pada luas perlu conus maka tebal Conus yang digunakan sama dengan tebal baja pipa.

Tabel 4.2 Dimensi Conus yang Digunakan

No	Property	Dia. Conus Pada Baja Pipa (mm)	Dia. Conus Pada Hexagon (mm)	Tebal (mm)	Panjang (mm)
1	Property PIP.S.20	60.330	19.630	3.912	50.00
2	Property PIP.S.30	88.900	27.713	5.486	70.00
3	Property PIP.S.35	101.600	41.569	5.740	70.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Catatan :

- Diameter conus pada hexagon diambil diameter terluar dari hexagon yang digunakan
- Panjang Conus di tentukan < 1/2 panjang batang

4.1.3 Perencanaan Baut

Baut yang direncanakan harus di kontrol terhadap kekuatan tariknya, karena baut hanya bekerja pada saat batang mengalami aksi tarik. Namun baut memiliki memiliki kekuatan geser nominal dalam sambungan, sehingga gaya geser yang terjadi pada sambungan ditahan oleh baut.

Direncanakan baut :

- Kegunaan = Menahan Gaya Tarik
- Standart Kualitas = ASTM A325
- Jenis Ulir = Ulir Kasar

- Gaya Maksimum yang terjadi pada baja pipa :

Tabel 4.3 Gaya yang di tahan oleh Baut

No.	Property	Gaya yang di tahan Baut	
		Gaya Tarik (Kg)	Gaya Geser (Kg)
1	Property PIP.S.20	1260.000	13.724
2	Property PIP.S.30	3740.000	38.775
3	Property PIP.S.35	4200.000	76.331

Sumber : Hasil Perhitungan

- Perencanaan Baut pada Property PIP.S.20

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (*DFBK*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \dots\dots\dots (2.35)$$

Direncanakan menggunakan Baut ASTM A325 dengan ketentuan :

- Diameter Baut (\emptyset) = 10.00 mm
- Kekuatan Tarik Min. = 620 MPa
- Kekuatan Geser Min. = 457 MPa

Luas Penampang baut :

$$\begin{aligned} Ag &= 0.25 \times 3.14 \times D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 10.000^2 \\ &= 78.5000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat tarik rencana baut :

$$\begin{aligned} Rn &= Fn \times Ab \dots\dots\dots (2.34) \\ &= 620.00 \times 78.50 \\ &= 48670.00 \text{ N} \\ &= 4867.00 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tarik Baut :

$$\begin{aligned}
 Ru &\leq \Phi \cdot Rn \\
 Ru &\leq 0.75 \times Rn \\
 1260.000 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 4867.000 \text{ Kg} \\
 1260.000 \text{ Kg} &\leq 3650.2500 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}
 \end{aligned}$$

Kuat Geser rencana baut :

$$\begin{aligned}
 Rn &= Fnt \times Ab \text{ ----- (2.34)} \\
 &= 457.00 \times 78.50 \\
 &= 35874.50 \text{ N} \\
 &= 3587.45 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Geser Baut :

$$\begin{aligned}
 Ru &\leq \Phi \cdot Rn \\
 Ru &\leq 0.75 \times Rn \\
 13.724 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 3587.450 \text{ Kg} \\
 13.724 \text{ Kg} &\leq 2690.5875 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}
 \end{aligned}$$

• **Perencanaan Baut pada Property PIP.S.30**

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{ ----- (2.35)}$$

Direncanakan menggunakan Baut ASTM A325 dengan ketentuan :

- Diameter Baut (\emptyset) = 16.00 mm
- Kekuatan Tarik Min. = 620 MPa
- Kekuatan Geser Min. = 457 MPa

Luas Penampang baut :

$$\begin{aligned}
 Ag &= 0.25 \times 3.14 \times D^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 16.000^2 \\
 &= 200.9600 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rencana baut :

$$\begin{aligned}
 Rn &= Fn \times Ab \text{ -----} & (2.34) \\
 &= 620.00 \times 200.96 \\
 &= 124595.20 \text{ N} \\
 &= 12459.52 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tarik Baut :

$$\begin{aligned}
 Ru &\leq \Phi \cdot Rn \\
 Ru &\leq 0.75 \times Rn \\
 3740.000 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 12459.520 \text{ Kg} \\
 3740.000 \text{ Kg} &\leq 9344.6400 \text{ Kg} \text{ -----} \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

Kuat Geser rencana baut :

$$\begin{aligned}
 Rn &= Fnt \times Ab \text{ -----} & (2.34) \\
 &= 457.00 \times 200.96 \\
 &= 91838.72 \text{ N} \\
 &= 9183.87 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Geser Baut :

$$\begin{aligned}
 Ru &\leq \Phi \cdot Rn \\
 Ru &\leq 0.75 \times Rn \\
 38.775 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 9183.872 \text{ Kg} \\
 38.775 \text{ Kg} &\leq 6887.9040 \text{ Kg} \text{ -----} \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

• **Perencanaan Baut pada Property PIP.S.35**

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (*DFBK*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{ -----} & (2.35)$$

Direncanakan menggunakan Baut ASTM A325 dengan ketentuan :

- Diameter Baut (\emptyset) = 24.00 mm
- Kekuatan Tarik Min. = 620 MPa
- Kekuatan Geser Min. = 457 MPa

Luas Penampang baut :

$$\begin{aligned} A_g &= 0.25 \times 3.14 \times D^2 \\ &= 0.25 \times 3.14 \times 24.000^2 \\ &= 452.1600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat tarik rencana baut :

$$\begin{aligned} R_n &= F_n \times A_b \text{ -----} & (2.34) \\ &= 620.00 \times 452.16 \\ &= 280339.20 \text{ N} \\ &= 28033.92 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tarik Baut :

$$\begin{aligned} R_u &\leq \phi \cdot R_n \\ R_u &\leq 0.75 \times R_n \\ 4200.000 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 28033.920 \text{ Kg} \\ 4200.000 \text{ Kg} &\leq 21025.4400 \text{ Kg} \text{ -----} \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

Kuat Geser rencana baut :

$$\begin{aligned} R_n &= F_{nt} \times A_b \text{ -----} & (2.34) \\ &= 457.00 \times 452.16 \\ &= 206637.12 \text{ N} \\ &= 20663.71 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Geser Baut :

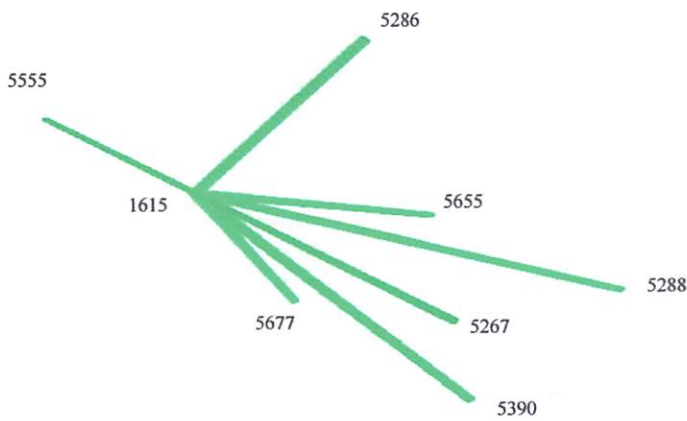
$$\begin{aligned} R_u &\leq \phi \cdot R_n \\ R_u &\leq 0.75 \times R_n \\ 76.331 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 20663.712 \text{ Kg} \\ 76.331 \text{ Kg} &\leq 15497.7840 \text{ Kg} \text{ -----} \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

4.1.4 Perencanaan Ball Joint

Spesifikasi data yang dipergunakan :

- Jenis Bahan = Baja Masif atau As Baja
- Standart Kualitas = S.45.C
- Tegangan Leleh (F_y) = 3000 Kg/Cm² - 3700 Kg/Cm²
Digunakan : $F_y = 3700$ Kg/Cm²

Contoh Perencanaan Ball Joint pada Node 1615



Tabel 4.4 Keterangan Beam pada Node 1615

No.	Beam	Type Hexagon	Gaya Tekan (Kg)	Diameter Hex.
1	Beam No. 5555	H25 x 17 - 11	613.565	19.63 mm
2	Beam No. 5268	H60 x 36 - 25	1530.000	41.57 mm
3	Beam No. 5655	H40 x 24 - 17	-	27.71 mm
4	Beam No. 5288	H40 x 24 - 17	-	27.71 mm
5	Beam No. 5267	H25 x 17 - 11	-	19.63 mm
6	Beam No. 5390	H60 x 36 - 25	2970.000	41.57 mm
7	Beam No. 5677	H60 x 36 - 25	8.562	41.57 mm
Jumlah (Σ)			5122.127 Kg	219.39 mm

Sumber : Hasil Perhitungan

Di Coba menggunakan bola baja type N. 75

Keliling Permukaan tengah bola :

$$\begin{aligned} K &= \pi \times d \\ &= 3.140 \times 75.300 \\ &= 236.442 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol Ball Joint :

$$\begin{aligned} K_{Desain} &\geq K_{Perlu} \\ 236.442 \text{ mm} &\geq 219.393 \text{ mm} \text{ Ok} \end{aligned}$$

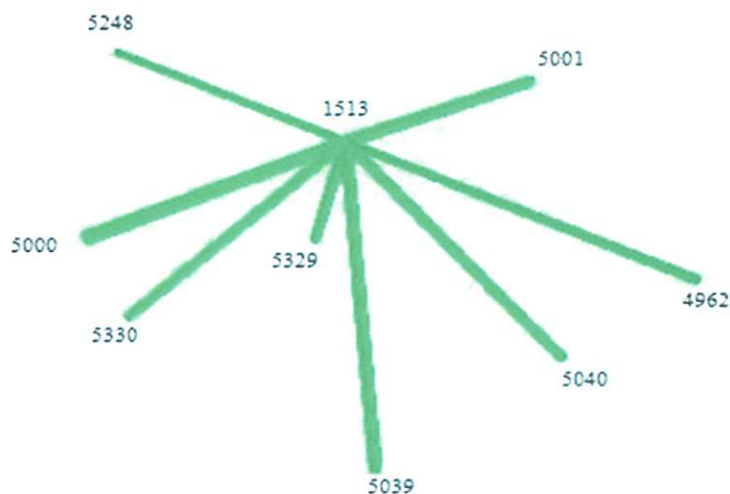
Kontrol kekuatan gaya tekan pada ball joint :

Dari tabel Data Of Allowable/Maximum compression force on ball joint/nodes disyaratkan kekuatan ijin dari ball joint.

- Kekuatan tekan ijin (P_u) N.75 = 15620.000 Kg
- Kekuatan Tekan terjadi (P_n) = 5122.127 Kg

$$\begin{aligned} P_u &> P_n \\ 15620.000 \text{ Kg} &> 5122.127 \text{ Kg} \text{ Ok} \end{aligned}$$

Contoh Perencanaan Ball Joint pada Node 1513



Tabel 4.5 Keterangan Beam pada Node 1513

No.	Beam	Type Hexagon	Gaya Tekan (Kg)	Diameter Hex.
1	Beam No. 5248	H25 x 17 - 11	3.487	19.63 mm
2	Beam No. 5001	H60 x 36 - 25	8010.000	41.57 mm
3	Beam No. 4962	H25 x 17 - 11	-	19.63 mm
4	Beam No. 5040	H40 x 24 - 17	50.015	27.71 mm
5	Beam No. 5039	H40 x 24 - 17	322.823	27.71 mm
6	Beam No. 5329	H40 x 24 - 17	-	27.71 mm
7	Beam No. 5330	H40 x 24 - 17	248.856	27.71 mm
8	Beam No. 5000	H60 x 36 - 25	5120.000	41.57 mm
Jumlah (Σ)			13755.181 Kg	233.25 mm

Sumber : Hasil Perhitungan

Di Coba menggunakan bola baja type N. 75

Keliling Permukaan tengah bola :

$$\begin{aligned}
 K &= \pi \times d \\
 &= 3.140 \times 75.300 \\
 &= 236.442 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol Ball Joint :

$$\begin{aligned}
 K_{\text{Desain}} &\geq K_{\text{Perlu}} \\
 236.442 \text{ mm} &\geq 233.250 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

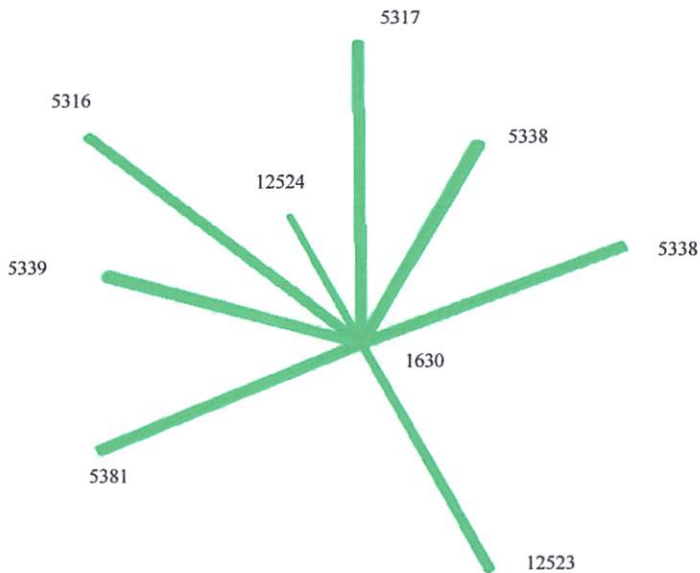
Kontrol kekuatan gaya tekan pada ball joint :

Dari tabel Data Of Allowable/Maximum compression force on ball joint/nodes disyaratkan kekuatan ijin dari ball joint.

- Kekuatan tekan ijin (P_u) N.75 = 15620.000 Kg
- Kekuatan Tekan terjadi (P_n) = 13755.181 Kg

$$\begin{aligned}
 P_u &> P_n \\
 15620.000 \text{ Kg} &> 13755.181 \text{ Kg} \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Contoh Perencanaan Ball Joint pada Node 1630



Tabel 4.6 Keterangan Beam pada Node 1630

No.	Beam	Type Hexagon	Gaya Tekan (Kg)	Diameter Hex.
1	Beam No. 5381	H60 x 36 - 25	5460.000	41.57 mm
2	Beam No. 5339	H40 x 24 - 17	60.133	27.71 mm
3	Beam No. 5316	H40 x 24 - 17	-	27.71 mm
4	Beam No. 5317	H40 x 24 - 17	2760.000	27.71 mm
5	Beam No. 5338	H40 x 24 - 17	2680.000	27.71 mm
6	Beam No. 5382	H60 x 36 - 25	2920.000	41.57 mm
7	Beam No. 12523	H25 x 17 - 11	18.213	19.63 mm
8	Beam No. 12524	H25 x 17 - 11	-	19.63 mm
Jumlah (Σ)			13898.346 Kg	233.25 mm

Sumber : Hasil Analisa

Di Coba menggunakan bola baja type N. 75

Keliling Permukaan tengah bola :

$$\begin{aligned}
 K &= \pi \times d \\
 &= 3.140 \times 75.300 \\
 &= 236.442 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol Ball Joint :

$$K_{Desain} \geq K_{Perlu}$$
$$236.442 \text{ mm} \geq 233.250 \text{ mm} \dots\dots\dots Ok$$

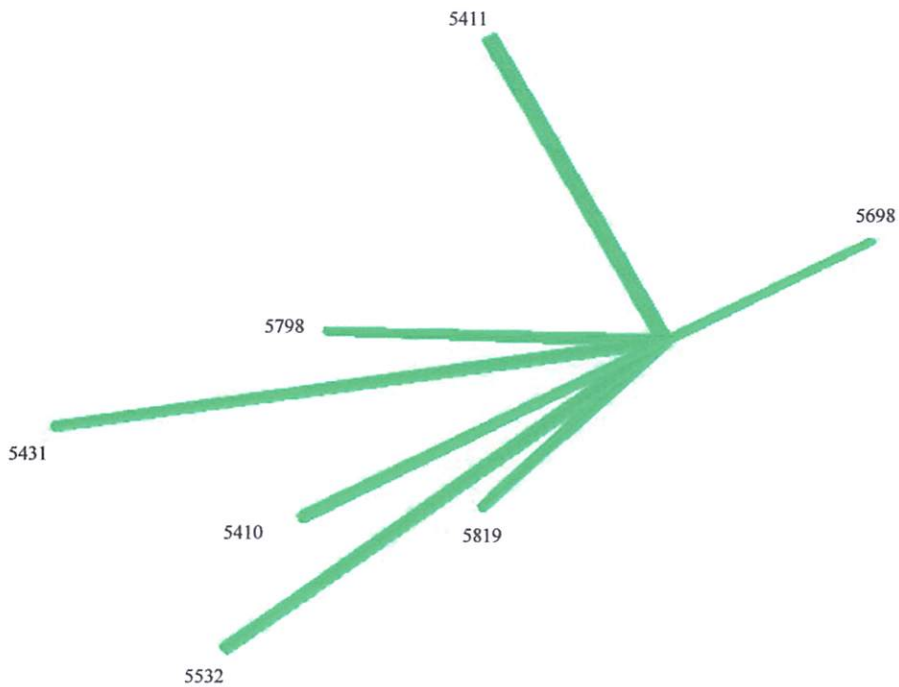
Kontrol kekuatan gaya tekan pada ball joint :

Dari tabel Data Of Allowable/Maximum compression force on ball joint/nodes disyaratkan kekuatan ijin dari ball joint.

- Kekuatan tekan ijin (P_u) N.75 = 15620.000 Kg
- Kekuatan Tekan terjadi (P_n) = 13898.346 Kg

$$P_u > P_n$$
$$15620.000 \text{ Kg} > 13898.346 \text{ Kg} \dots\dots\dots Ok$$

Contoh Perencanaan Ball Joint pada Node 1657



Tabel 4.7 Keterangan Beam pada Node 1657

No.	Beam	Type Hexagon	Gaya Tekan (Kg)	Diameter Hex.
1	Beam No. 5698	H25 x 17 - 11	595.626	19.63 mm
2	Beam No. 5411	H60 x 36 - 25	1450.000	41.57 mm
3	Beam No. 5798	H40 x 24 - 17	-	27.71 mm
4	Beam No. 5431	H40 x 24 - 17	31.406	27.71 mm
5	Beam No. 5410	H25 x 17 - 11	-	19.63 mm
6	Beam No. 5532	H60 x 36 - 25	2970.000	41.57 mm
7	Beam No. 5819	H60 x 36 - 25	8.582	41.57 mm
Jumlah (Σ)			5055.614 Kg	219.39 mm

Sumber : Hasil Analisa

Di Coba menggunakan bola baja type N. 75

Keliling Permukaan tengah bola :

$$\begin{aligned}
 K &= \pi \times d \\
 &= 3.140 \times 75.300 \\
 &= 236.442 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol Ball Joint :

$$K_{\text{Desain}} \geq K_{\text{Perlu}}$$

$$236.442 \text{ mm} \geq 219.393 \text{ mm} \text{ Ok}$$

Kontrol kekuatan gaya tekan pada ball joint :

Dari tabel Data Of Allowable/Maximum compression force on ball joint/nodes disyaratkan kekuatan ijin dari ball joint.

- Kekuatan tekan ijin (P_u) N.75 = 15620.000 Kg

- Kekuatan Tekan terjadi (P_n) = 5055.614 Kg

$$P_u > P_n$$

$$15620.000 \text{ Kg} > 5055.614 \text{ Kg} \text{ Ok}$$

Dari 4 sampel perencanaan ball joint (diambil yang memiliki sudut antar 2 batang yang kecil) di dapat 2 buah type ball joint yang digunakan, tetapi dalam merencanakan ball joint type khusus tidak hanya di dasarkan pada kontrol dari keliling ball joint dan kuat tekan ball joint, karena pada perencanaan ball joint type khusus tidak memiliki besar sudut yang sama di mana yang di syaratkan minimum sudut yang di bentuk antara dua batang adalah $33,333^\circ$ (Tabel Data of Allowable/Maximum Compression Force on Ball Joint/Node). Jika dalam perencanaan memiliki sudut kurang dari yang di syaratkan maka, ball joint harus di tinjau pada kecukupan pemasangan Hexagon pada ball Joint, yang dapat dilihat pada gambar detail ball joint.

Tabel 4.8 Kebutuhan Dimensi Ball Joint

No	Joint/Simpul	Kebutuhan Analisa	Kuat Tekan (Kg)	Ball Joint yang digunakan	Kuat Tekan (Kg)
1	Joint 1615	N75	15620.000	N120	38090
2	Joint 1513	N75	15620.000	N120	38090
3	Joint 1630	N75	15620.000	N120	38090
4	Joint 1657	N75	15620.000	N120	38090

Sumber : Hasil Perhitungan

Selain pertimbangan kontrol aman dan dapat dipasang, kemudahan pelaksanaan dilapangan pun harus dipertimbangkan, maka untuk memudahkan pelaksanaan dilapangan ball joint di desain memiliki diameter yang sama yaitu dengan type N120 (119,40 mm).

4.1.5 Dimensi Sambungan Mero Sistem

Dari hasil analisa diatas untuk sambungan mero sistem dapat di kelompokkan menjadi 2 buah sambungan yang memiliki dimensi ball joint yang berbeda yaitu :

1. Ball Joint yang menahan Property PIP.S 20, Property PIP.S.30 dan property PIP.S 35 dengan jumlah batang 8 buah pada setiap jointnya.
2. Ball Joint yang menahan Property PIP.S 20, Property PIP.S.30 dan property PIP.S 35 dengan jumlah batang 7 buah pada setiap jointnya.

Tabel 4.9 Dimensi Sambungan Mero Sistem

No.	Type Ball Joint	Dimensi (mm)	Type Baut	Hexagon yang digunakan	Jumlah batang Maksimum	Jumlah Ball Joint (Buah)
1	N.120	119.40	M10	H25 x 17 - 11	8	2428
			M16	H40 x 24 - 17		
			M24	H60 x 36 - 25		

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.10 Dimensi Hexagon dan Conus yang digunakan

Property	Hexagon	Conus (mm)		Gaya yang Terjadi (Kg)	
		Panjang	Tebal	Tekan	Tarik
Property PIP.S.20	H25 x 17 - 11	50.00	3.912	1290.000	1260.000
Property PIP.S.30	H40 x 24 - 17	70.00	5.486	4580.000	3740.000
Property PIP.S.35	H60 x 36 - 25	70.00	5.740	16900.000	4200.000

Sumber : Hasil perhitungan

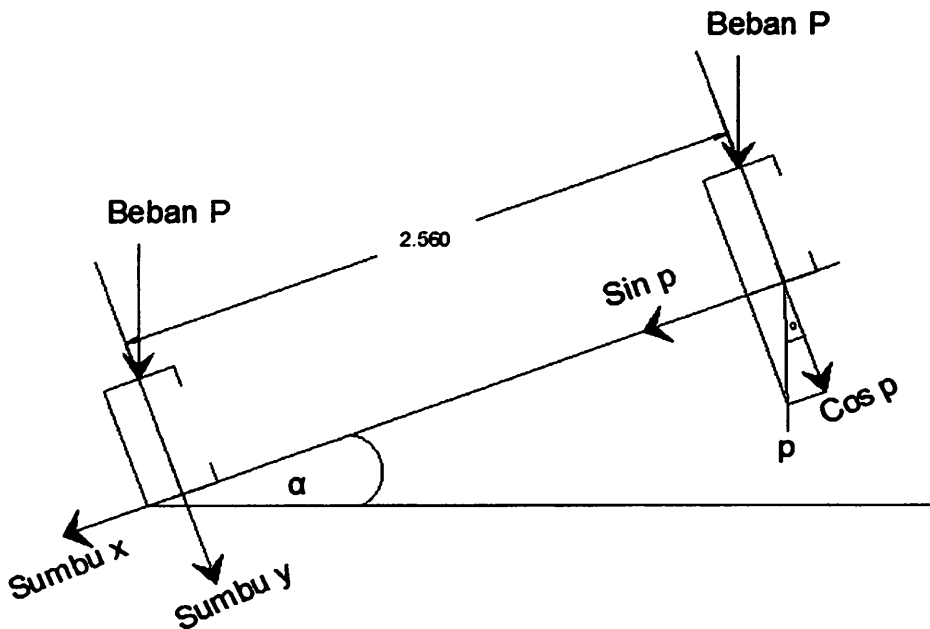
4.2 Analisa Perletakan Gording

Untuk perletakan gording pada ball joint disambung dengan menggunakan baja profil L dan di tumpu oleh hexagon untuk meneruskan gaya tekan ke ball joint.

Diketahui beban gording atap :

- Sudut Kemiringan atap = $0^\circ - 40,245^\circ$
 - Beban mati = 63.362 Kg
 - Air hujan = 165.581 Kg
- $\frac{\quad}{\quad} +$
Jumlah gaya tekan = 228.943 Kg

Penguraian Gaya Pada Gording Atap :



Gambar : 4.1 Arah Penguraian Gaya

Gaya Arah X (gaya geser)

$$\begin{aligned}
 P_x &= \text{Sin } \alpha \times P \\
 &= \text{Sin } 0.00 \quad \times \quad 228.943 \text{ Kg} \\
 &= 0.000 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Gaya Arah X (gaya geser)

$$\begin{aligned}
 P_x &= \text{Sin } \alpha \times P \\
 &= \text{Sin } 38.17 \quad \times \quad 228.943 \text{ Kg} \\
 &= 141.470 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Gaya Arah y (gaya Tekan)

$$\begin{aligned} P_y &= \cos \alpha \times P \\ &= \cos 0.00 \times 228.943 \text{ Kg} \\ &= 228.943 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- Beban angin tekan = 55.572 Kg
- Beban angin Hisap = 23.274 Kg

Gaya Arah y (gaya Tekan)

$$\begin{aligned} P_y &= \cos \alpha \times P \\ &= \cos 38.17 \times 228.943 \text{ Kg} \\ &= 180.003 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Gaya untuk Mendesain Tumpuan Gording

No	Uraian	Gaya Tekan (Kg)	Gaya Geser (Kg)	Angin Tekan (Kg)	Angin Hisap (Kg)
1	Beban Gording Atap (0^0)	228.943	0.000	55.572	23.274
	Beban Gording Atap ($38,165^0$)	180.003	141.470	55.572	23.274
	<i>Diambil yang maksimum</i>	231.731	143.193	55.572	23.274

Sumber : Hasil Perhitungan

Gording atap dan gording dinding direncanakan menggunakan tumpuan yang sama, sehingga gaya yang di gunakan untuk mendesain dimensi tumpuan gording diambil gaya yang paling besar yang terjadi.

Digunakan baja profil $L_{60 \times 60 \times 4}$ sebagai perletakan gording.

- Kegunaan = Tempat perletakan gording
- Standar Kualitas = JIS G 3101 - SS 400
- Tegangan Leleh (F_y) = 2200 Kg/Cm² - 2500 Kg/Cm²
Digunakan : $F_y = 2400.00 \text{ Kg/Cm}^2$

• **Perencanaan Baut dan Hexagon**

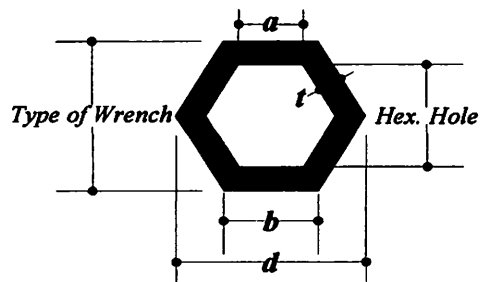
Direncanakan Menggunakan baut = $M_{10 \times 50}$

Tipe Hexagon = $H25_{\times 17-11}$

(Ditentukan dari tabel Allowable/maximum Compression forces for design of Hexagon with safety factor of 0,5 pada lampiran)

Keterangan Design :

- Insert to Node = 15.00 mm
- Conus Insert = 10.00 mm
- Hexagon Length = 25.00 mm
- Type Of Wrench = 17.00 mm
- Hex Hole = 11.00 mm
- Tegangan Leleh (F_y) = 3500.00 Kg/Cm²



Untuk Hexagon/Hexnut tipe $H25 \times 17 - 11$

$$a = \left(\frac{0.5 \times \text{Hex. Hole}}{\cos 30^\circ} \right) \dots \dots \dots (2.27)$$

$$= \left(\frac{0.5 \times 1.1000}{\cos (30^\circ)} \right)$$

$$= 0.635 \text{ Cm}$$

$$b = \left(\frac{0.5 \times \text{Wrench}}{\cos 30^\circ} \right) \dots \dots \dots (2.28)$$

$$= \left(\frac{0.5 \times 1.7000}{\cos (30^\circ)} \right)$$

$$= 0.981 \text{ Cm}$$

$$t = 0.5 \times (\text{Type Of Wrench} - \text{Hex Hole}) \dots \dots \dots (2.29)$$

$$= 0.5 \times 1.700 - 1.100$$

$$= 0.300 \text{ Cm}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 6.00 \times \frac{(a + b)}{2} \times t \dots\dots\dots (2.30) \\
 &= 6.00 \times \frac{0.635 + 0.981}{2} \times 0.3000 \\
 &= 1.455 \text{ Cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= b + (\tan 30^\circ \times 0.5 \times \text{Type Of Wrench}) \times 2 \dots\dots\dots (2.31) \\
 &= 0.981 + [\tan 30^\circ \times 0.5 \times 1.7] \times 2 \\
 &= 1.9630 \text{ Cm}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Tekan Maksimum Untuk H25 x 17 - 11

$$\begin{aligned}
 P &= 0.90 \times F_y \times A_g \dots\dots\dots (2.32) \\
 &= 0.90 \times 2400.00 \times 1.455 \\
 &= 3142.632985
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Tekan Hexagon

$$\begin{aligned}
 P \text{ Max. Rencana} &> P \text{ Max. Terjadi} \\
 3142.633 \text{ Kg} &> 287.739 \text{ Kg} \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tebal Conus

- Diameter (Ø) Luar = 49.63 mm
- Diameter (Ø) Dalam = 45.03 mm
- Wall Thickness (t) = 2.30 mm
- Tegangan Leleh (Fy) = 240 MPa

Luas Perlu minimum Penampang Conus yang disambung pada pipa.

$$\begin{aligned}
 tw_c &= \frac{\Phi \cdot P_{max}}{F_y} \dots\dots\dots (2.26) \\
 &= \frac{0.9 \times 287.74}{240} \\
 &= 1.079 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dicoba tebal conus sama dengan tebal pipa yang akan disambung.

$$\begin{aligned}
 A. \text{ Desain} &= \text{Luas Permukaan Luar Pipa} - \text{Luas Permukaan Dalam Pipa} \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 49.63 - 0.25 \times 3.14 \times 45.03^2 \\
 &= 1933.562 - 1591.75 \\
 &= 341.82 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol Tebal Conus

$$\begin{aligned}
 A. \text{ Perlu} &\leq A. \text{ Desain} \\
 1.079 \text{ mm}^2 &\leq 341.82 \text{ mm}^2 \text{ ----- Ok}
 \end{aligned}$$

• **Perencanaan Baut**

Syarat ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (*DFBK*) harus memenuhi persyaratan spesifikasi kekuatan desai sebagai berikut :

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{----- (2.35)}$$

Direncanakan menggunakan Baut ASTM A325 dengan ketentuan :

- Diameter Baut (\emptyset) = 10.00 mm
- Kekuatan Tarik Min. = 620 MPa
- Kekuatan Geser Min. = 457 MPa

Luas Penampang baut :

$$\begin{aligned}
 Ag &= 0.25 \times 3.14 \times D^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 10.000^2 \\
 &= 78.5000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rencana baut :

$$\begin{aligned}
 Rn &= Fn \times Ab \text{----- (2.34)} \\
 &= 620.00 \times 78.50 \\
 &= 48670.00 \text{ N} \\
 &= 4867.00 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tarik Baut :

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n$$

$$R_u \leq 0.75 \times R_n$$

$$23.274 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 4867.000 \text{ Kg}$$

$$23.274 \text{ Kg} \leq 3650.2500 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

Kuat Geser rencana baut :

$$R_n = F_{nt} \times A_b \text{ ----- (2.34)}$$

$$= 457.00 \times 78.50$$

$$= 35874.50 \text{ N}$$

$$= 3587.45 \text{ Kg}$$

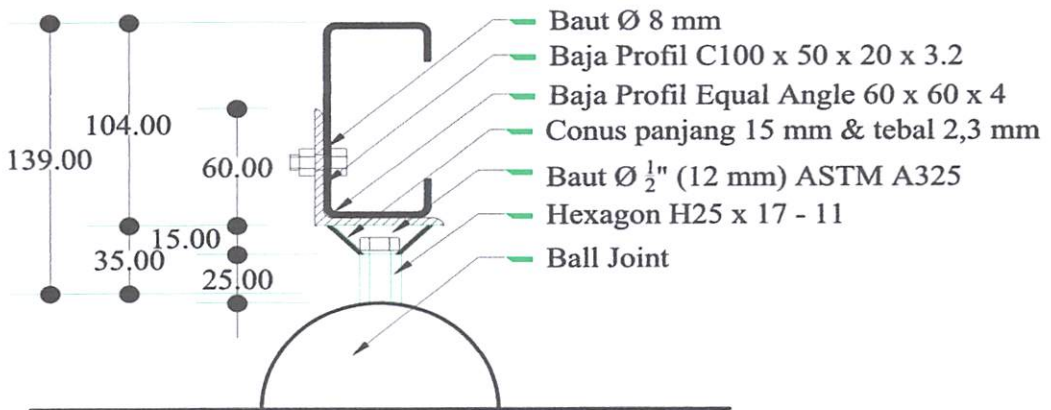
Kontrol Kekuatan Geser Baut :

$$R_u \leq \Phi \cdot R_n$$

$$R_u \leq 0.75 \times R_n$$

$$143.193 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 3587.450 \text{ Kg}$$

$$143.193 \text{ Kg} \leq 2690.5875 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$



Gambar : 4.2 Detail Tumpuan Gording

4.3 Analisa Sambungan Gording Menerus

Panjang gording yang digunakan adalah 48,00 m, dan panjang baja Lipped Channel memiliki panjang 6,00 m (Tabel Baja Lipped Channal dari PT. Gunung Raja Paksi), sehingga gording harus di sambung untuk mendapatkan panjang yang direncanakan.

Dalam penguraian gaya, gaya arah X menjadi gaya tarik (P_u), gaya arah Y menjadi gaya geser, sehingga gording dianalisa pada gording yang menerima gaya paling besar yaitu pada gording No. 2.

Tabel 4.12 Gaya yang Terjadi pada Gording Atap No. 2

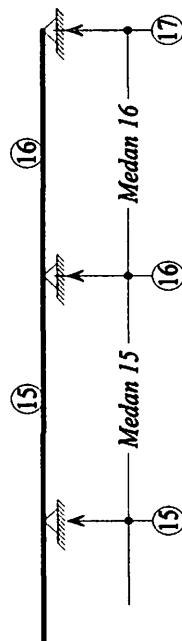
Nomor Joint	Nomor Batang	Load Cases	Geser akibat beban		Momen akibat beban	
			Arah X (Kg)	Arah Y (Kg)	Arah X (Kg.m)	Arah Y (Kg.m)
3	2	1,2DL+1,6Lr+0,5W	100.356	140.897	54.308	76.247
	3	1,2DL+1,6Lr+0,5W	104.765	147.089	54.308	76.247
5	4	1,2DL+1,6Lr+0,5W	105.947	148.748	58.207	81.722
	5	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.263	149.192	58.207	81.722
7	6	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.349	149.311	58.487	82.115
	7	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.371	149.366	58.487	82.115
9	8	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.377	149.352	58.507	82.143
	9	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.353	58.507	82.143
11	10	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.380	149.355	58.509	82.145
	11	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.380	149.355	58.509	82.145
13	12	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.355	58.509	82.145
	13	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.380	149.355	58.509	82.145
15	14	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.355	58.509	82.145
	15	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.355	58.509	82.145
17	16	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.355	58.509	82.145
	17	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.355	58.509	82.145
19	18	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.380	149.355	58.509	82.145
	19	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.354	58.509	82.145
21	20	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.380	149.355	58.509	82.145
	21	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.380	149.355	58.509	82.145

23	22	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.379	149.353	58.507	82.143
	23	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.377	149.355	58.507	82.143
25	24	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.371	149.343	58.487	82.115
	25	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.349	149.311	58.487	82.115
27	26	1,2DL+1,6Lr+0,5W	106.264	149.192	58.207	81.722
	27	1,2DL+1,6Lr+0,5W	105.947	148.748	58.207	81.722
29	28	1,2DL+1,6Lr+0,5W	104.765	147.088	54.308	76.247
	29	1,2DL+1,6Lr+0,5W	100.356	140.898	54.308	76.247

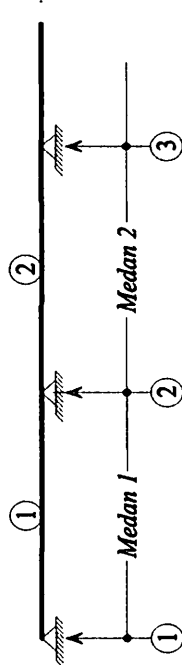
Sumber : Hasil Perhitungan

Maka digunakan gaya paling besar yang terjadi :

- Gaya Geser (V_u) = 149.355 Kg
- Gaya Tarik (P_u) = 106.380 Kg
- Momen (M_{ux}) = 58.509 Kg.m
- Momen (M_{uy}) = 82.145 Kg.m



Nomor Joint dan Beam



Gambar 4.3

Sambungan direncanakan menggunakan las.

Direncanakan pelat penyambung :

- Tegangan Leleh pelat (F_y) = 245.00 MPa
- Tegangan Tarik pelat (F_u) = 450.00 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa
- Tebal pelat (t_{pf}) = 3.200 mm
- Lebar pelat sayap (w_n) = $b - 2x(ro+t)$
 $= 50.000 - 2 \times [3.00 + 3.20]$
 $= 37.600 \text{ mm}$
- Lebar pelat badan (w_n) = $b - 2x(ro+t)$
 $= 100.000 - 2 \times [3.00 + 3.20]$
 $= 87.600 \text{ mm}$

Sambungan diasumsikan 90% momen lentur yang bekerja dipikul oleh pelat sambung sayap dan sisanya 10% dipikul oleh pelat penyambung badan, sedangkan untuk gaya geser sepenuhnya dipikul oleh pelat penyambung badan.

$$\begin{aligned}
 Mn &= \Phi \times Zx \times Fy \text{ ----- SNI 1729-2015 Pasal F2} \\
 &= 0.9 \times 21.300 \times 1764.000 \\
 &= 33815.880 \text{ Kg.Cm}
 \end{aligned}$$

Untuk kekuatan geser :

Koefisien tekuk geser plat badan, K_v untuk badan tanpa pengaku transversal dan dengan $H/tw < 2060$ maka digunakan $K_v = 5$:

$$H/tw = 29.250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 H/tw &\leq 1.10 \times \sqrt{K_v \times E/F_y} \\
 29.250 &\leq 1.10 \times \sqrt{\frac{5.00 \times 2100000}{1764.000}} \\
 29.250 &\leq 84.867 \text{ ----- } C_v = 1,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_n &= 0,6 \times F_y \times A_w \times C_v \text{ ----- SNI 1729-2015 Pasal G2} \\
 &= 0.6 \times 1764.000 \times 0.32 \times 1.00 \\
 &= 338.688 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Pelat Penyambung Flens (Sayap)

Momen lentur yang harus di pikul oleh pelat penyambung flens adalah sebesar 90% maka

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= 90\% \times M_{ux} & M_{uy} &= 90\% \times M_{uy} \\
 &= 90\% \times 58.509 & &= 90\% \times 82.145 \\
 &= 52.658 \text{ Kg.m} & &= 73.931 \text{ Kg.m}
 \end{aligned}$$

Gaya tarik yang terjadi akibat momen lentur adalah :

$$\begin{aligned}
 T_{ux} &= \frac{M_{ux}}{B + t_{pf}} & T_{uy} &= \frac{M_{uy}}{H + t_{pf}} \\
 &= \frac{52658.100}{50.00 \times 3.20} & &= \frac{73930.500}{100.00 \times 3.20} \\
 &= 329.113 \text{ Kg} & &= 231.033 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Periksa pelat penyambung terhadap kondisi leleh :

$$\begin{aligned}
 t_{min} &= \frac{T_{ux}}{0,9 \times w_n \times F_y} \text{----- Agus Setiawan Jilid 2 Hal 343} \\
 &= \frac{3291.131}{0,9 \times 37.600 \times 245.000} \\
 &= 0.397 \text{ mm} \\
 t_{min} &\leq t_{pf} \\
 0.397 \text{ mm} &\leq 3.200 \text{ mm} \text{----- Ok}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{min} &= \frac{T_{uy}}{0,9 \times t_{pf} \times F_y} \text{----- Agus Setiawan Jilid 2 Hal 343} \\
 &= \frac{231.033}{0,9 \times 3.200 \times 245.000} \\
 &= 0.327 \text{ mm} \\
 t_{min} &\leq w_n \\
 0.327 \text{ mm} &\leq 37.600 \text{ mm} \text{----- Ok}
 \end{aligned}$$

Periksa pelat penyambung terhadap kondisi fraktur :

$$\begin{aligned}
 t_{min} &= \frac{T_{ux}}{0,75 \times w_n \times U \times F_u} \text{----- Agus Setiawan Jilid 2 Hal 343} \\
 &= \frac{3291.131}{0,75 \times 37.600 \times 1 \times 450.000} \\
 &= 0.259 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{min} &\leq t_{pf} \\
 0.259 \text{ mm} &\leq 3.200 \text{ mm} \text{----- Ok}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{min} &= \frac{T_{uy}}{0,75 \times t_{pf} \times U \times F_u} \text{----- Agus Setiawan Jilid 2 Hal 343} \\
 &= \frac{231.033}{0,75 \times 3.200 \times 1 \times 450.000} \\
 &= 0.214 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$t_{min} \leq wn$$

$$0.214 \text{ mm} \leq 37.600 \text{ mm} \text{-----} Ok$$

Pelat Penyambung Web (Badan)

$$Vn = 338.688 \text{ Kg}$$

$$Mux = 10\% \times Mux$$

$$= 10\% \times 58.509$$

$$= 5.851 \text{ Kg.m}$$

$$Muy = 10\% \times Muy$$

$$= 10\% \times 82.145$$

$$= 8.215 \text{ Kg.m}$$

$$Ag = \text{Lebar} \times \text{Tebal}$$

$$= 87.600 \times 3.200$$

$$= 280.32 \text{ mm}^2$$

Periksa pelat penyambung terhadap geser leleh :

$$\text{Geser-Leleh} = \Phi \times 0,6 \times Fy \times Ag$$

$$= 0.9 \times 0.6 \times 245.00 \times 280.320$$

$$= 37086.336$$

$$\text{Geser-Leleh} \geq Vn$$

$$37086.336 \text{ Kg} \geq 338.688 \text{ Kg} \text{-----} Ok$$

Periksa pelat penyambung terhadap geser Fraktur :

$$\text{Geser-Fraktur} = \Phi \times 0,6 \times Fu \times Ag$$

$$= 0.75 \times 0.6 \times 450.00 \times 280.320$$

$$= 56764.8$$

$$\text{Geser-Fraktur} \geq Vn$$

$$56764.800 \text{ Kg} \geq 3.000 \text{ Kg} \text{-----} Ok$$

Analisa Sambungan las

Dasar Desain Φ . Rn dan kekuatan yang diizinkan Rn/Ω

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{-----} (2.35)$$

Direncanakan :

- Tegangan Tarik Logam Dasar (F_u) = 450 MPa
- Logam pengisi menggunakan type 70
- Tegangan Tarik Logam Las (F_{uw}) = 485 MPa
- Tebal pelat penyambung = 3.200 mm

Tabel 4.13 Ukuran Minimum Las Sudut

Ketebalan Material dari bagian paling tipis yang tersambung, in (mm)	Ukuran minimum las sudut ^[a] in (mm)
Sampai dengan 1/4 (6,00)	1/8 (3,00)
Lebih Besar dari 1/4 (6,00) Sampai dengan 1/2 (13,00)	3/16 (5,00)
Lebih Besar dari 1/2 (13,00) Sampai dengan 3/4 (19,00)	1/4 (6,00)
Lebih besar dari 4/3 (19,00)	5/16 (8,00)

Sumber : SNI 1729-2015 Tabel J2.4

Maka Batas minimum tebal las pada :

- Tebal plat penyambung 3.20 mm = 3.00 mm

Ukuran maksimum tebal las sudut

- a. Sepanjang tepi material dengan ketebalan kurang dari 1/4". (6,00 mm), tidak lebih besar dari ketebalan material.
- b. Sepanjang tepi material dengan ketebalan dari 1/4". (6,00 mm) atau lebih, tidak lebih besar dari ketebalan material di kurangi 1/16". (2,00 mm).

Maka batas maksimum tebal las :

- Tebal pelat penyambung < 1/4 " (6,00 mm)

Maka ketebalan maksimal las adalah = 3.000 mm

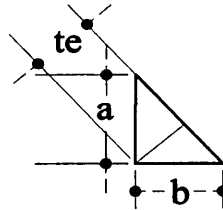
Panjang kaki las (a)

Karena las sudut digunakan untuk menyambung elemen dengan sudut 90⁰ maka diasumsikan mempunyai panjang kaki (α) yang sama :

Direncanakan panjang kaki

- Panjang Kaki (a) = 3.200 mm

$$\begin{aligned}
 te &= 0,707 \times a \\
 &= 0.707 \times 3.200 \\
 &= 2.262 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Panjang Minimal las sudut :

Panjang minimum dari las sudut yang dirancang berdasarkan kekuatan tidak boleh kurang dari 4 kali ukuran las nominal, atau ukuran lain dari las harus diperhitungkan tidak melahiki 1/4 dari penipisan.
Maka panjang minimum las sudut :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang las Minimum} &= 4 \times \text{Ukuran Las nominal} \\
 &= 4 \times 3.20 \\
 &= 12.80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kuat Rencana Persatuan Panjang las sudut

Untuk logam pengisi (*Las*)

$$\begin{aligned}
 \Phi.Rrw &= 0,75 \times te \times (0,6 \times Fuw) \text{ -----} & (2.46) \\
 &= 0.75 \times 2.262 \times 0.60 \times 485.00 \\
 &= 493.77 \text{ N/mm} \\
 &= 49.377 \text{ Kg/mm}
 \end{aligned}$$

Untuk logam dasar (pelat Penyambung) kuat runtuh geser pelat.

$$\begin{aligned}
 \Phi.Rrw &= 0,75 \times tpf \times (0,6 \times Fu) \text{ -----} & (2.47) \\
 &= 0.75 \times 3.200 \times 0.60 \times 450.00 \\
 &= 648.00 \text{ N/mm} \\
 &= 64.800 \text{ Kg/mm}
 \end{aligned}$$

Panjang Total Las yang dibutuhkan :

Akibat gaya Geser.

$$Lw = \frac{Vu}{\Phi.Rrw}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{338.688}{49.377} \\
 &= 6.859 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Akibat gaya tarik.

$$\begin{aligned}
 L_w &= \frac{T_{ux}}{\Phi \cdot R_{nw}} & L_w &= \frac{T_{uy}}{\Phi \cdot R_{nw}} \dots \dots \dots (2.48) \\
 &= \frac{329.113}{49.377} & &= \frac{231.033}{64.800} \\
 &= 6.665 \text{ mm} & &= 3.565 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas Efektif (A_{we})

Luas efektif adalah panjang efektif di kalikan dengan throat efektif, yang mana throat efektif adalah jarak terpendek (garis tinggi) dari perpotongan kaki las kemuka las diagramatik.

Luas Efektif pada pelat sayap :

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= \text{Throat Efektif} \times \text{Panjang Efektif} \\
 &= 2.262 \times 6.67 \text{ mm} \\
 &= 15.08 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Luas Efektif pada pelat badan :

$$\begin{aligned}
 A_{we} &= \text{Throat Efektif} \times \text{Panjang Efektif} \\
 &= 2.262 \times 6.86 \text{ mm} \\
 &= 15.52 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Luas Penampang penyambung pada pelat sayap :

$$\begin{aligned}
 A_{BM} &= \text{Panjang Las} \times \text{tebal} \\
 &= 6.6653 \times 3.200 \\
 &= 21.33 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Luas Penampang penyambung pada pelat badan :

$$\begin{aligned}
 A_{BM} &= \text{Panjang Las} \times \text{tebal} \\
 &= 6.859 \times 3.200 \\
 &= 21.95 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kekuatan Las

- Untuk Logam dasar pada sayap

$$\begin{aligned}
 Rn &= F_{nBM} \times A_{BM} \\
 &= 450.00 \times 21.329 \\
 &= 9598.073 \text{ N} \\
 &= 959.807 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Untuk Logam las pada sayap

$$\begin{aligned}
 Rn &= F_{nw} \times A_{we} \\
 &= 485.00 \times 15.080 \\
 &= 7313.625 \text{ N} \\
 &= 731.363 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Untuk Logam dasar pada badan

$$\begin{aligned}
 Rn &= F_{nBM} \times A_{BM} \\
 &= 450.00 \times 21.950 \\
 &= 9877.309 \text{ N} \\
 &= 987.731 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Untuk Logam las pada badan

$$\begin{aligned}
 Rn &= F_{nw} \times A_{we} \\
 &= 485.00 \times 15.518 \\
 &= 7526.400 \text{ N} \\
 &= 752.640 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan desain logam dasar pada badan :

$$Ru \leq \emptyset. Rn$$

$$Ru \leq 0.75 \times Rn$$

$$338.688 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 987.731 \text{ Kg}$$

$$338.688 \text{ Kg} \leq 740.798 \text{ Kg} \text{ -----} \text{ Ok}$$

Kontrol Kekuatan desain logam pengisi pada badan :

$$Ru \leq \emptyset. Rn$$

$$Ru \leq 0.75 \times Rn$$

$$338.688 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 752.640 \text{ Kg}$$

$$338.688 \text{ Kg} \leq 564.480 \text{ Kg} \text{ -----} \text{ Ok}$$

4.4 Analisa Base Plate

Tabel 4.14 Reaksi Maksimum dan Minimum yang terjadi

Reaction Summary

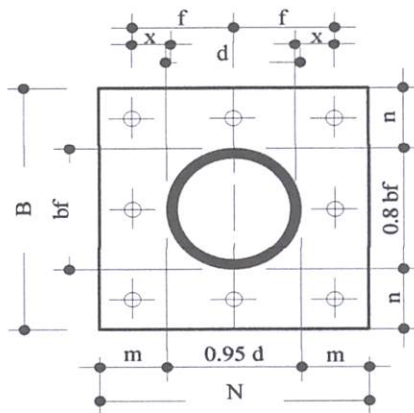
	Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
			FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg m)	MY (kg m)	MZ (kg m)
Max FX	3511	6:1.2 DL + 1.6	5.45E 3	16.1E 3	-26.688	0.000	0.000	0.000
Min FX	3527	6:1.2 DL + 1.6	-6.02E 3	15.8E 3	-25.808	0.000	0.000	0.000
Max FY	3512	6:1.2 DL + 1.6	5.27E 3	18.2E 3	-38.527	0.000	0.000	0.000
Min FY	3528	3 BEBAN ANGI	-194.597	-362.080	1.041	0.000	0.000	0.000
Max FZ	1449	6:1.2 DL + 1.6	3.86E 3	8.97E 3	240.692	0.000	0.000	0.000
Min FZ	3507	6:1.2 DL + 1.6	5E 3	15.8E 3	-399.256	0.000	0.000	0.000
Max MX	64	1 BEBAN MATI	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Min MX	64	1 BEBAN MATI	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Max MY	64	1 BEBAN MATI	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Min MY	64	1 BEBAN MATI	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Max MZ	64	1 BEBAN MATI	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Min MZ	64	1 BEBAN MATI	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000

Sumber : Analisa StaadPro V8i/2007

a. Menentukan Beban Aksial yang terjadi

Dari Hasil Analisa StaadPro V8i/2007 di dapat reaksi maksimum yang terjadi pada tumpuan dengan besar sebagai berikut :

- Reaksi Vertikal (R_V Tekan) = 18200.000 Kg
- Reaksi Vertikal (R_V Tarik) = 362.080 Kg
- Reaksi Horixontal X (R_H (Kanan)) = 5450.000 Kg
- Reaksi Horixontal X (R_H (Kiri)) = 6020.000 Kg
- Reaksi Horixontal Z (R_H (Kanan)) = 240.692 Kg
- Reaksi Horixontal Z (R_H (Kiri)) = 399.256 Kg



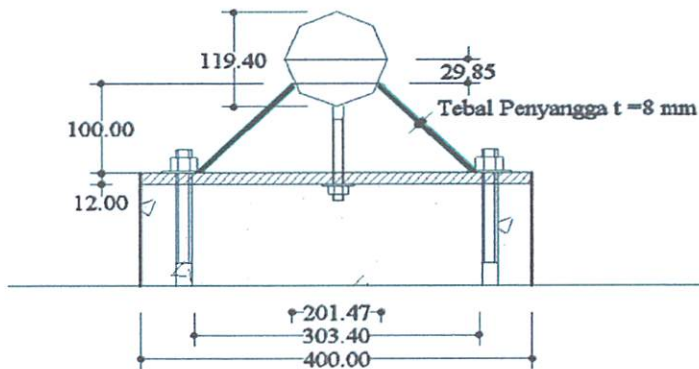
Gambar 4.4 Penampang Base Plate dan Notasi

4.4.1 Perencanaan Penyangga Ball Joint

Direncanakan :

- Tegangan tarik Penyangga = 415.00 MPa
- Tegangan leleh penyangga = 240.00 MPa
- Diameter Ball Joint = N120 (119.400 mm)
- Tinggi penyangga = 100.000 mm
- Tebal penyangga di coba = 8.000 mm
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa

Ball joint di rencanakan di sangga pada 1/4 diameter dari ball joint sehingga diameter penyangga dapat ditentukan :



Gambar 4.5 Rencana Penyangga Ball Joint

Maka diameter penyangga :

- Diameter luar penyangga atas = 201.470 mm
- Diameter luar penyangga bawah = 303.400 mm

Untuk diameter dalam dapat ditentukan sebagai berikut :

- Diameter dalam penyangga atas = 201.470 - 2 x tebal penyangga
= 201.470 - (2.00 x 8.00)
= 185.470 mm
- Diameter dalam penyangga bawah = 303.400 - 2 x tebal penyangga
= 303.400 - (2.00 x 8.00)
= 287.400 mm

• Luas Penampang penyangga atas

$$\begin{aligned}
 Ag &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.3 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 201.470^2 - 0.25 \times 3.14 \times 185.470^2 \\
 &= 4859.9664 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

• Luas Penampang penyangga bawah

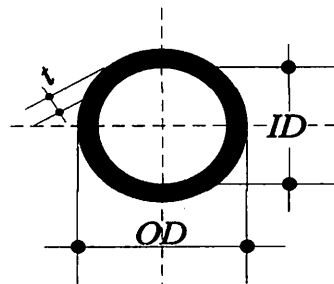
$$\begin{aligned}
 Ag &= 0.25 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 - 0.3 \times 3.14 \times \text{ØOD}^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 303.400^2 - 0.25 \times 3.14 \times 287.400^2 \\
 &= 7420.4480 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Klasifikasi penampang :

$$\begin{aligned}
 D/t &\geq 0.11 \times \frac{E}{F_y} \\
 \frac{201.47}{8.00} &\geq 0.11 \times \frac{210000.00}{240.00} \\
 25.184 &\leq 96.25 \text{ ----- Non Langsing}
 \end{aligned}$$

Panjang Efektif

- Faktor Panjang Efektif (K) = 1
- Panjang Batang (L) = 100.00 mm
- Radius Girasi (r) = $\sqrt{\frac{I}{A}}$



Dimana :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} \times (\text{OD}^4 - \text{ID}^4) \\
 &= \frac{3.14}{64} \times (100.74^4 - 92.735^4) \\
 &= 1423614.80 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Maka Radius girasi/Jari-Jari Girasi :

$$\begin{aligned}
 r &= \sqrt{\frac{I}{A}} \\
 &= \sqrt{\frac{1423614.804}{303.400}} \\
 &= 68.4997 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\frac{K \times L}{r} < 200 \text{ ----- (2.20)}$$

$$\frac{100.000}{68.500} < 200$$

$$1.460 < 200 \text{ ----- Ok}$$

Tekuk Lentur dari Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing

Kekuatan tekan nominal, P_n , harus di tentukan berdasarkan keadaan batas dari tekuk lentur.

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \text{ ----- (2.21)}$$

Untuk menentukan tegangan kritis, F_{cr} , di tentukan sebagai berikut :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- } F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \times F_y$$

$$\frac{KL}{r} \geq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ ----- } F_{cr} = 0.877 \cdot F_e$$

Maka :

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{100}{68.500} \leq 4.71 \times \sqrt{\frac{210000.00}{240}}$$

$$1.4599 \leq 139.324 \text{ ----- Maka Digunakan } F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \times F_y$$

Tegangan Tekuk Kritis elastis di tentukan Sebagai Berikut :

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2} \text{ ----- (2.24)}$$

$$= \frac{3.14^2 \times 210000.00}{1.460^2}$$

$$= 971528.421 \text{ MPa}$$

Tegangan Kritis di tentukan Sebagai Berikut :

$$\begin{aligned}
 F_{cr} &= \left(0.658 \frac{F_y}{F_c} \right) \times F_y \dots\dots\dots (2.22) \\
 &= \left(0.658 \frac{240.000}{971528.42} \right) \times 240.000 \\
 &= 239.975 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Kuat Tekan Nominal

$$\begin{aligned}
 P_n &= F_{cr} \cdot A_g \dots\dots\dots (2.21) \\
 &= 239.975 \times 4859.966 \\
 &= 1166271.342 \text{ N} \\
 &= 116627.134 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tekan

$$\begin{aligned}
 R_u &\leq \phi \cdot R_n \\
 P_u &\leq 0.9 \times P_n \\
 18200.000 \text{ Kg} &\leq 0.9 \times 116627.134 \text{ Kg} \\
 18200.000 \text{ Kg} &\leq 104964.4208 \text{ Kg} \dots\dots\dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Baut

Perencanaan Baut ini digunakan untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada ball joint, sehingga antara ball joint dan base plate di beri baut.

Direncanakan menggunakan Baut ASTM A325 dengan ketentuan :

- Diameter Baut (ϕ) = 24.00 mm
- Kekuatan Tarik Min. = 620 MPa
- Kekuatan Geser Min. = 457 MPa

Luas Penampang baut :

$$\begin{aligned}
 A_g &= 0.25 \times 3.14 \times D^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 24.000^2 \\
 &= 452.1600 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rencana baut :

$$\begin{aligned} Rn &= Fn \times Ab \text{ (2.34)} \\ &= 620.00 \times 452.16 \\ &= 280339.20 \text{ N} \\ &= 28033.92 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan tarik Baut :

$$\begin{aligned} Ru &\leq \phi \cdot Rn \\ Ru &\leq 0.75 \times Rn \\ 362.080 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 28033.920 \text{ Kg} \\ 362.080 \text{ Kg} &\leq 21025.4400 \text{ Kg} \text{ Ok} \end{aligned}$$

Kuat Geser rencana baut :

$$\begin{aligned} Rn &= Fnt \times Ab \text{ (2.34)} \\ &= 457.00 \times 452.16 \\ &= 206637.12 \text{ N} \\ &= 20663.71 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Geser Baut :

$$\begin{aligned} Ru &\leq \phi \cdot Rn \\ Ru &\leq 0.75 \times Rn \\ 6020.000 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 20663.712 \text{ Kg} \\ 6020.000 \text{ Kg} &\leq 15497.7840 \text{ Kg} \text{ Ok} \end{aligned}$$

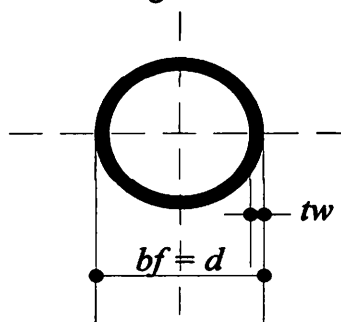
4.4.2 Perencanaan Base Plate

Direncanakan :

- Kuat Tekan Beton ($f'c$) = 25.00 MPa
- Tegangan leleh plat = 240.00 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 210000 MPa
- Tegangan tarik Penyangga = 415.00 MPa

Profil yang akan disambung adalah profil baja dengan dimensi sebagai berikut :

- $bf = 303.40 \text{ mm}$
- $d = 303.40 \text{ mm}$
- $tw = 8.00 \text{ mm}$



Luas Penampang Pipa

- Diameter Luar (OD) = 303.40 mm
- Diameter Dalam (ID) = 287.40 mm

$$\begin{aligned}
 A_g &= 0.25 \times 3.14 \times \text{Ø}OD^2 - 0.25 \times 3.14 \times \text{Ø}OD^2 \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 303.400^2 - 0.25 \times 3.14 \times 287.400^2 \\
 &= 7420.4480 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Prosedur desain umum

Ada tiga kategori umum dalam merencanakan base plate antara lain sebagai berikut :

- Kategori 1 $\rightarrow A_2 = A_1$
- Kategori 2 $\rightarrow A_2 \geq 4A_1$
- Kategori 3 $\rightarrow A_1 < A_2 < 4A_1$

Dimana :

- A_1 = Luas penampang baja yang secara konsentris menumpu pada permukaan beton, mm^2
- A_2 = Luas maksimum bagian permukaan beton yang secara geometris sama dengan dan konsentris dengan daerah yang dibebani, mm^2

Merencanakan Bantalan Beton :

Luas Perlu Bantalan Beton

$$\begin{aligned}
 A_{1 (req)} &= \frac{Pu}{f_p (Max)} \text{-----} (2.53) \\
 &= \frac{Pu}{0,85 \cdot f_c} \\
 &= \frac{182000.000}{0.85 \times 25} \\
 &= 8564.7059 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kekuatan Bantalan Beton

$$\frac{P_u}{A_1} \leq 0,85 \times f_c' \text{ ----- (2.52)}$$

$$\frac{182000.00}{8564.706} \leq 0,85 \times 25$$

$$21.250 \leq 21.250 \text{ ----- Ok}$$

$$\begin{aligned} P_p &= 0,85 \cdot f_c \cdot 2 \cdot A_1 \\ &= 0,85 \times 25.0 \times 2 \times 8564.706 \\ &= 364000.000 \text{ N} \\ &= 36400.00 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Bantalan Beton :

$$P_u \leq \Phi_c \cdot P_p$$

$$18200.00 \text{ Kg} \leq 0.6 \times 36400.000$$

$$18200.00 \text{ Kg} \leq 21840.00 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

Direncanakan base plat menggunakan kategori 2 dimana $A_2 = A_1$ Maka luas perlu penampang plat baja dapat di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_{1 (req)} &= \frac{P_u}{\Phi \cdot 0,85 \cdot f_c} \text{ ----- (2.54)} \\ &= \frac{182000.000}{0.6 \times 0.85 \times 25} \\ &= 14274.5098 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Mengoptimalkan dimensi base plate.

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{0,95d - 0,8 b_f}{2} \text{ ----- (2.57)} \\ &= \frac{0.95 \times 303.40 - 0.80 \times 303.40}{2} \\ &= 22.7550 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= \sqrt{A_{I(Req)} + \Delta} \text{-----} && -2.56 \\
 &= \sqrt{14274.51 + 22.755} \\
 &= 142.2310 \text{ mm} \approx \text{Maka diambil} = 400.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{A_{I(Req)}}{N} \text{-----} && (2.58) \\
 &= \frac{14274.510}{142.231} \\
 &= 100.3615 \text{ mm} \approx \text{Maka diambil} = 400.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Tebal Base Plate.

Menghitung m, n, dan x

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{(N - 0,95d)}{2} \text{-----} && (2.59) \\
 &= \frac{400.00 - 0.95 \times 303.40}{2} \\
 &= 55.885 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{(B - 0,80bf)}{2} \text{-----} && (2.60) \\
 &= \frac{400.00 - 0.80 \times 303.40}{2} \\
 &= 78.640 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pp &= 0,85 f_c \cdot 2 \cdot A_1 \\
 &= 0.85 \times 25 \times 2 \times [400.00 \times 400.00] \\
 &= 6800000.000 \text{ N} \\
 &= 680000.000 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= \left\{ \frac{4d \cdot b_f}{(d + b_f)^2} \right\} \times \frac{Pu}{\phi \cdot P_p} \text{-----} && (2.63) \\
 &= \left\{ \frac{4 \times 303.40 \times 303.40}{[303.40 + 303.40]^2} \right\} \times \frac{18200.00}{0.60 \times 680000.000} \\
 &= 0.045
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{2\sqrt{X}}{1 + \sqrt{1-X}} \dots\dots\dots (2.62) \\ &= \frac{2\sqrt{0.04}}{1 + \sqrt{1-0.04}} \\ &= 0.214 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} \lambda &\leq 1 \\ 0.214 &\leq 1 \dots\dots\dots Ok \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda n' &= \lambda \times \frac{\sqrt{d \cdot bf}}{4} \dots\dots\dots (2.61) \\ &= 0.214 \times \frac{\sqrt{303.40 \times 303.40}}{4} \\ &= 32.405 \text{ mm} \end{aligned}$$

Menentukan tebal minimum base plate. ($I_{Max}(m, n, \lambda n')$)

$$\begin{aligned} t_{min} &= I_{Max} \times \sqrt{\frac{2 \times Pu}{\phi \cdot fy \cdot B \cdot N}} \dots\dots\dots (2.64) \\ &= 78.640 \times \sqrt{\frac{2 \times 182000.00}{0.60 \times 240.00 \times 400.00 \times 400.00}} \\ &= 9.884 \text{ mm} \quad \approx \text{ Maka diambil } = \mathbf{12.00 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Kontrol untuk beban Aksial pada landasan beton

$$\begin{aligned} Pu &\leq 0.6 \times P_p \\ 18200.000 \text{ Kg} &\leq 0.6 \times 680000.000 \text{ Kg} \\ 18200.000 \text{ Kg} &\leq 408000.000 \text{ Kg} \dots\dots\dots Ok \end{aligned}$$

Perhitungan Angkur :

Angkur yang dipasang pada suatu base plate di rencanakan untuk memikul kombinasi beban geser dan tarik , dengan syarat sebagai berikut :

Direncanakan Dimensi Angkur 16 dengan jumlah 4

$$\begin{aligned}
 A_b &= 0.25 \times 3.14 \times \varnothing^2 \times n \\
 &= 0.25 \times 3.14 \times 1.600^2 \times 4 \\
 &= 8.0384 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

- Gaya geser terfaktor pada angkur Arah X

$$V_{ub\ x} = \frac{V_u}{n} = \frac{6020.000}{4} = 1505.00 \text{ Kg}$$

- Gaya geser terfaktor pada angkur Arah Z

$$V_{ub\ y} = \frac{V_u}{n} = \frac{399.256}{4} = 99.81 \text{ Kg}$$

- Tegangan geser yang terjadi pada angkur

$$\begin{aligned}
 f_{vx} &= \frac{V_{ub}}{A_b} & f_{vy} &= \frac{V_{ub}}{A_b} \\
 &= \frac{1505.00}{8.04} & &= \frac{99.81}{8.04} \\
 &= 187.23 \text{ Kg/Cm}^2 & &= 12.42 \text{ Kg/Cm}^2 \\
 &= 18.72 \text{ MPa} & &= 1.24 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Untuk Angkur tipe A325 dengan ulir di luar bidang geser

$$\begin{aligned}
 F_t &= 807 - 1,5f_v < 621 \text{ -----} & (2.72) \\
 &= 807 - 1.5 \times 18.723 \\
 &= 778.92 \text{ MPa} < 621.00 \text{ MPa -----} & \text{No}
 \end{aligned}$$

- Untuk Angkur tipe A307

$$\begin{aligned}
 F_t &= 407 - 1,9f_v < 310 \text{ -----} & (2.70) \\
 &= 407 - 1.9 \times 18.723 \\
 &= 371.43 \text{ MPa} < 621.00 \text{ MPa -----} & \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Maka angkur yang digunakan adalah angkur tipe A307 dengan $F_v = 166 \text{ Mpa}$

Kontrol gaya geser angkur arah X :

$$V_{ub} \leq \phi \cdot F_v \cdot A_b \text{ ----- (2.68)}$$

$$1505.000 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 166.00 \times 803.8400$$

$$1505.000 \text{ Kg} \leq 100078.080 \text{ N}$$

$$1505.000 \text{ Kg} \leq 10007.808 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

Kontrol gaya geser angkur arah Y :

$$V_{ub} \leq \phi \cdot F_v \cdot A_b \text{ ----- (2.68)}$$

$$99.814 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 166.00 \times 803.8400$$

$$99.814 \text{ Kg} \leq 100078.080 \text{ N}$$

$$99.814 \text{ Kg} \leq 10007.808 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

Kontrol gaya tarik angkur :

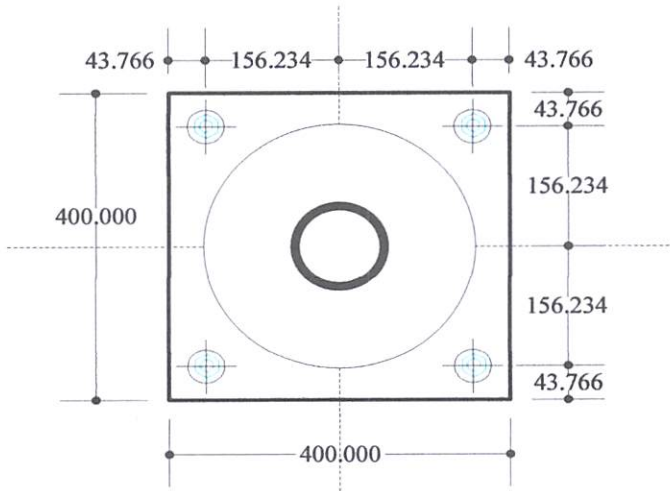
$$T_{ub} \leq \phi \cdot F_t \cdot A_b \text{ ----- (2.69)}$$

$$362.080 \text{ Kg} \leq 0.75 \times 371.43 \times 803.8400$$

$$362.080 \text{ Kg} \leq 223925.910 \text{ N}$$

$$362.080 \text{ Kg} \leq 22392.591 \text{ Kg} \text{ ----- Ok}$$

Kontrol Jarak Antar Baut



Gambar 4.6 Penempatan Angkur pada Base Plate

Jarak Baut Angkur Ke Tepi

Menurut SNI 1729-2015 pada pasal J3.4 Tabel J3.4M jarak tepi minimum untuk baut diamete 16 mm adalah 22 mm maka :

Jarak Baut Tepi > 22 mm

43.766 mm > 22.000 mm Ok

Jarak Sepasi minimum baut

Menurut SNI 1729-2015 pada pasal J3.3 jarak spasi minimum adalah tidak boleh kurang dari 2 2/3 kali diameter nominal, d, dari pengencang, atau 3d yang lebih banyak digunakan.

Spasi munimum > 3d

156.234 mm > 3 x 16.000 mm

156.234 mm > 48.000 mm Ok

Kekuatan Tumpu Pada Lubang Lubang Baut

$R_n = 1,2 \times l_c \times t \times F_u \leq 2,4 \times d \times t \times F_u$ ----- SNI 1729-2015Pasal J3.10

Dimana :

F_u = Kekuatan tarik minimum yang disyaratkan dari material yang disambung

d = Diameter Baut Nominal

l_c = Jarak bersih, dalam arah dari gaya, antara tepi lubang dan tepi lubang yang berdekatan atau tepi dari material.

t = ketebalan dari material yang disambung

$R_n = 1,2 \times l_c \times t \times F_u$
= 1.20 x 35.8 x 12.00 x 415.00
= 213737.62 N

$R_u = 2,4 \times d \times t \times F_u$
= 2.40 x 16 x 12.00 x 415.00
= 191232.00 N

Kontrol Kekuatan Geser Baut :

$$\begin{aligned}
 Ru &\geq \Phi \cdot Rn \\
 191232.00 \text{ N} &\geq 0.75 \times Rn \\
 191232.00 \text{ N} &\geq 0.75 \times 213737.62 \text{ N} \\
 191232.00 \text{ N} &\geq 160303.21 \text{ N} \text{ ----- Ok}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Sambungan Las

Dasar Desain $\Phi \cdot Rn$ dan kekuatan yang diizinkan Rn/Ω

$$Ru \leq \Phi \cdot Rn \text{----- (2.17)}$$

Direncanakan :

- Tegangan Tarik Logam Dasar (F_u) = 415 MPa
- Logam pengisi menggunakan type 70
- Tegangan Tarik Logam Las (F_{uw}) = 485 MPa

Batas Minimum Tebal Las

- Baja Penyangga Ball Joint
 - Diameter (Φ) Luar = 303.40 mm
 - Diameter (Φ) Dalam = 287.40 mm
 - Wall Thickness (t) = 8.00 mm

Tabel 4.15 Ukuran Minimum Las Sudut

Ketebalan Material dari bagian paling tipis yang tersambung, in (mm)	Ukuran minimum las sudut ^[a] in (mm)
Sampai dengan 1/4 (6,00)	1/8 (3,00)
Lebih Besar dari 1/4 (6,00) Sampai dengan 1/2 (13,00)	3/16 (5,00)
Lebih Besar dari 1/2 (13,00) Sampai dengan 3/4 (19,00)	1/4 (6,00)
Lebih besar dari 4/3 (19,00)	5/16 (8,00)

Sumber : SNI 1729-2015 Tabel J2.4

Maka Batas minimum tebal las pada :

- Baja Penyangga Ball Joint = 3.00 mm

Ukuran maksimum tebal las sudut

- a. Sepanjang tepi material dengan ketebalan kurang dari 1/4". (6,00 mm), tidak lebih besar dari ketebalan material.
- b. Sepanjang tepi material dengan ketebalan dari 1/4". (6,00 mm) atau lebih, tidak lebih besar dari ketebalan material di kurangi 1/16". (2,00 mm).

Maka batas maksimum tebal las :

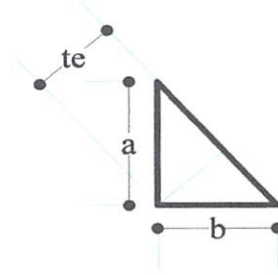
- Baja Penyangga Ball Joint
Tebal Profil 8.00 mm = 1/4 " (6,00 mm)
Maka ketebalan maksimal las adalah = 8.000 mm

Panjang Kaki (a)

Direncanakan panjang kaki

- Panjang Kaki (a) = 10.000 mm
- Panjang Kaki (b) = 6.000 mm

$$\begin{aligned} te &= \frac{a \cdot b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \\ &= \frac{10.000 \times 6.000}{\sqrt{10.00^2 + 6.00^2}} \\ &= 5.145 \text{ mm} \end{aligned}$$



Syarat tebal las sudut yang iijinkan :

Tebal Minimum < α < Tebal Maksimum

$$3.00 \text{ mm} < 5.145 < 8.000 \text{ mm} \text{ ----- } Ok$$

Panjang Minimal las sudut :

Panjang minimum dari las sudut yang dirancang berdasarkan kekuatan tidak boleh kurang dari 4 kali ukuran las nominal, atau ukuran lain dari las harus diperhitungkan tidak melebihi 1/4 dari panjangnya.

Maka panjang minimum las sudut :

$$\begin{aligned} \text{Panjang las Minimum} &= 4 \times \text{Ukuran Las nominal} \\ &= 4 \times 6.00 \\ &= 24.00 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kuat Rencana Persatuan Panjang las sudut

Untuk logam pengisi (*Las*)

$$\begin{aligned}\Phi.Rnw &= 0,75 \times te \times (0,6 \times F_{uw}) \text{-----} & (2.46) \\ &= 0.75 \times 5.145 \times 0.60 \times 485.00 \\ &= 1122.89 \text{ N/mm} \\ &= 112.289 \text{ Kg/mm}\end{aligned}$$

Untuk logam dasar (*Plat Penyambung*) kuat runtuh geser plat.

$$\begin{aligned}\Phi.Rnw &= 0,75 \times te \times (0,6 \times F_u) \text{-----} & (2.47) \\ &= 0.75 \times 8.000 \times 0.60 \times 415.00 \\ &= 1494.00 \text{ N/mm} \\ &= 149.400 \text{ Kg/mm}\end{aligned}$$

Panjang total las yang dibutuhkan :

Akibat gaya Geser.

$$\begin{aligned}L_w &= \frac{V_u}{\Phi.Rnw} \\ &= \frac{6020.000}{112.289} \\ &= 53.612 \text{ mm}\end{aligned}$$

Akibat gaya tarik.

$$\begin{aligned}L_w &= \frac{T_u}{\Phi.Rnw} \text{-----} & (2.48) \\ &= \frac{362.080}{112.289} \\ &= 3.225 \text{ mm}\end{aligned}$$

Luas Efektif Las (A_{we})

Luas efektif adalah panjang efektif di kalikan dengan throat efektif, yang mana throat efektif adalah jarak terpendek (garis tinggi) dari perpotongan kaki las kemuka las diagramatik.

$$\begin{aligned}A_{we} &= \text{Throat Efektif} \times \text{Panjang Efektif} \\ &= 5.145 \times 53.612 \\ &= 275.830 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Luas Penampang Penyambung :

$$\begin{aligned} A_{BM} &= \text{Tebal} \times \text{Panjang Efektif} \\ &= 8.000 \times 53.612 \\ &= 428.894 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kekuatan Las

- Kekuatan las Untuk Logam dasar

$$\begin{aligned} Rn &= F_{nBM} \times A_{BM} \\ &= 415.00 \times 428.894 \\ &= 177991.20 \text{ N} \\ &= \mathbf{17799.12 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

- Kekuatan las Untuk Logam las

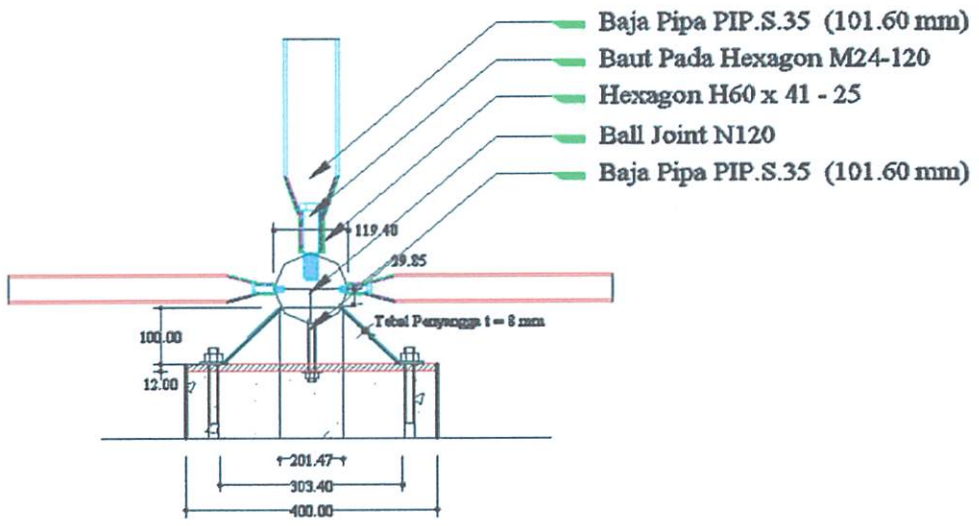
$$\begin{aligned} Rn &= F_{nw} \times A_{we} \\ &= 485.00 \times 275.830 \\ &= 133777.78 \text{ N} \\ &= \mathbf{13377.78 \text{ Kg}} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan desain las :

$$\begin{aligned} Ru &\leq \phi \cdot Rn \\ Pu &\leq 0.75 \times Rn \\ 6020.000 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 17799.120 \text{ Kg} \\ 6020.000 \text{ Kg} &\leq 13349.340 \text{ Kg} \text{ ----- } Ok \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan desain las :

$$\begin{aligned} Ru &\leq \phi \cdot Rn \\ Ru &\leq 0.75 \times Rn \\ 6020.000 \text{ Kg} &\leq 0.75 \times 13377.778 \text{ Kg} \\ 6020.000 \text{ Kg} &\leq 10033.333 \text{ Kg} \text{ ----- } Ok \end{aligned}$$



Gambar 4.7 Detail Base Plate

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Studi Alternatif Struktur Atap Pembangunan Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Struktur Ruang (*Space Truss*) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Baja pipa yang digunakan dalam perencanaan ulang struktur Pasar Modern Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan adalah :

- Standar kualitas Pipa : Pipe Schedule 40 ASTM A 53 Grades B
- Tegangan Leleh (F_y) : 240 Mpa
- Tegangan Tarik (F_u) : 415 Mpa
- Modulus Elastisitas : 210000 Mpa
- Jumlah member : 13472 Buah batang
- Jumlah Joint/Simpul : 3528 joint

Dimensi yang digunakan :

a. Baja pipa PIP.S.20 (60.33 mm) dengan dimensi sebagai berikut :

- Diameter Luar ($\varnothing OD$) : 60.33 mm
- Diameter Dalam ($\varnothing ID$) : 52.51 mm
- Ketebalan : 3.912 mm

b. Baja pipa PIP.S.30 (88.90) dengan dimensi sebagai berikut :

- Diameter Luar ($\varnothing OD$) : 88.900 mm
- Diameter Dalam ($\varnothing ID$) : 77.928 mm

- Ketebalan : 5.486 mm
- c. Baja pipa PIP.S.35 (101.60 mm) dengan dimensi sebagai berikut :
- Diameter Luar ($\emptyset OD$) : 101.60 mm
 - Diameter Dalam ($\emptyset ID$) : 90.120 mm
 - Ketebalan : 5.740 mm
2. Dari hasil analisa pada sambungan mero sistem maka dimensi sambungan yang digunakan adalah :
- Dimensi Conus pada property PIP.S.20 memiliki panjang 50.00 mm dengan ketebal 3.912 mm, untuk Property PIP.S.30 memiliki panjang 70.00 mm dengan ketebal 5.486 mm, dan untuk Property PIP.S.35 memiliki panjang 70.00 mm dengan ketebal 5.740 mm.
 - Dimensi Hexagon pada property PIP.S.20 menggunakan $H_{25 \times 17-11}$, Dimensi Hexagon pada property PIP.S.30 menggunakan $H_{40 \times 24-17}$, dan untuk dimensi Hexagon pada property PIP.S.35 menggunakan $H_{60 \times 36-25}$.
 - Dimensi baut yang digunakan adalah M.10 untuk Hexagon $H_{25 \times 17-11}$, M.16 untuk hexagon $H_{40 \times 24-17}$, dan M.24 untuk hexagon $H_{60 \times 36-25}$.
 - Dimensi ball joint yang digunakan adalah type N.120 (119.40 mm), dan menggunakan type N.150 (151.00 mm)
3. Sambungan las digunakan pada sambungan base pelate dengan panjang efektif las 103.305 mm dan tebal $t_e = 5.145$ mm.
4. Base pelate menggunakan ukuran 400,00 mm x 400,00 mm dengan ketebalan 12,00 mm dan jumlah angkur 4 berdiameter 16,00 mm.

5.2 Saran

Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan beberapa saran agar kesalahan-kesalahan ataupun kendala-kendala yang dialami penyusun tidak terulang kembali pada perencanaan struktur ruang berikutnya :

1. Dalam perencanaan struktur ruang tipe struktur yang digunakan lebih baik menggunakan type struktur truss karena pada kondisi truss, momen di struktur di tiadakan walaupun pada umumnya struktur rangka ruang banyak di kenal dengan nama space frame.
2. Besar kecilnya gaya aksial yang terjadi tergantung dari ketepatan dalam merencanakan bentuk strukturnya, dimana struktur akan lebih efisien jika direncanakan batangnya lebih panjang dan semakin lebar ruang dari pembentuk segitiganya (lamdanya besar) maka gaya aksial yang terjadi akan semakin kecil.
3. Sudut pembentuk antara dua batang sebaiknya memenuhi standart 33.333° agar dimensi ball joint lebih efisien, pada saat pemasangan tidak perlu membesarkan ball joinya.
4. Penggunaan connection dapat di coba dengan jenis conection selain merro sistem agar dapat mengetahui mana yang lebih efisien dalam perencanaan.
5. Perkembangan di bidang konstruksi atap rangka ruang di indonesia, menurut penyusun masih belum cukup dikenal, sehingga masih perlu dikembangkan dan di kenalkan untuk penggunaan struktur Space truss di indonesia yang dapat dijadikan alternatif bentuk struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material, 2006, "*Annual Book of ASTM Standards*". American. ASTM.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2015*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Ebadi Mehdi¹, Davoodi Mohammadreza². 2012. Int.J.Sci.Emerging Tech "*Evaluate Axial Stiffness of the MERO Connection, Under the Effect of Hardening the Screw*". Vol-4 No.1.hal 117-118.
- Fisher James M, Kloiber Lawrence A. 2006. "*Steel Design Guide Base Plate And Anchor Rod Design*".United Sates Of American. American Institute Of Steel Construction,Inc.
- G S Ramaswamy, G R Suresh dkk. 2002. "*Analysis, Design and Contruction of Steel Space Frames*". London. Thomas Telford.
- Karolina Trirahayu. 2001. "*Studi Alternatif Bentuk Perencanaan Konstruksi Atap 3D Dengan Menggunakan Sambungan Sistem Mero*" [Skripsi]. Malang. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional Malang. 2001.
- Lukman Asmara Gandi.2011. *Redesign Struktur Atas (Upper Structure) Hangar Pesawat Pada Bandar Udara Sepinggian Balikpapan Kalimantan Timur Dengan Menggunakan Struktur Ruang (Space Truss)*[Skripsi]. Malang. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Nasional Malang. 2011.
- Makowski. Z. S. 1988. "*Konstruksi Ruang Baja*". Bandung, Institut Teknologi Bandung.
- Purbosari Ariyanti Annisa.2010. "*Modifikasi Perencanaan Stadion Indoor Surabaya Sport Center (SSC) dengan Menggunakan Sistem Rangka Ruang (Space Truss)*" [Skripsi]. Surabaya. Fakultas Teknik sipil dan perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh November.2010.
- Setiawan Agus.2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002)*. Jakarta. Erlangga

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

amduhillah Hirabbil' alamin.....

Pertama-tama saya ucapkan terimakasih kepada Allah S.W.T Atas Segala Nikmat Dan Karunia-Mu...Hanya Karena Izin-Mu Hambamu Ini Masih Mampu Menjalani Hidup Dan Meraih Cita-Cita.

Terima kasih kepada ayah tercinta yang selama ini telah berjuang dengan kegigihanmu dan perjuanganmu untuk menyekolahkan anak-anakmu sampai di jenjang kuliah dan juga selalu mendukung serta memberi wejangan dalam menghadapi masalah. Ayah juga selalu menjadi pedoman dan panutan dalam hidupku. **"Pah sehat selalu ya sampai anak-anakmu ini mempunyai anak cucu"**

Terima kasih kepada ibu yang paling kusayang yang selama ini menjaga, merawat, mengasihiku dan menjadi teman curhatku dalam setiap masalah-masalah yang ku hadapi dari aku kecil sampai sekarang menjadi seorang pria yang bertanggung jawab dalam keluarga yg penuh kasih sayang ini. **"Mahi sehat selalu ya sampai anak-anakmu ini berkeluarga"**

"TERIMA KASIH IBU DAN AYAH, TANPA DOA YANG TERUS KAU PANJATKAN SETIAP HARI SETIAP MALAM AKU TIDAK AKAN BERHASIL SAMPAI SEKARANG, DAN AKU MEMOHON MAAF ATAS SEGALA DOSA YANG KU PERBUAT SELAMA INI SERTA MEMINTA DOA RESTUMU AGAR ANAKMU INI KELAK MENJADI BERGUNA BAGI NUSA DAN BANGSA".

Buat adekku Nofrian Deny Hendrawan da juga Ardana Tegar Hendrawan, kakakmu ini sangat berterimakasih pada kalian, karena tanpa dukungan dan kasih sayang dari kalian kakakmu tidak akan bersamangat menyelesaikan skripsi ini. Satu kalimat untuk kalian "Kuliah dan Sekolah yang bener adek-adekku, semoga selalu lancar dalam segala perjuanganmu".

'KELUARGAKU ADALAH SEMANGATKU SERTA MOTIVASIKU'

Tak Lupa Ku Sangat Berimakasih Kepada Seluruh Keluarga Civil 2012 Institut Teknologi Nasional Yang Telah Membantu Dalam Menyelesaikan Skripsi Ini.

Terimakasih kepada seluruh teman-teman seperjuangan atau sahabatku dalam bercanda gurau dan SAHABAT DALAM MENCARI KEBAHAGIAAN di bangku kuliah. Mereka selalu ada saat aku susah dan selalu menghibur saat aku susah menyelesaikan skripsi ini terimakasih Maksun, K, Arko B, Dwinanda Putra, R, Bachtiar Rifai, M. Fanny Labib, Ardy Surya P., Miftahur Rohman, Ario, Obeng, Eko Bagus, Wahyu Catur P, Rio Setyo A, AKH. Taufik H, Wilman Adi S, I Gusti Made, Minanti Herlita P. Dan juga saya sangat sangat berimakasih kepada Pak Trias yang selalu ada membantu menyelesaikan skripsi saya.

Tak lupa juga ku berimakasih kepada SAHABAT KECILKU atau SAHABAT KOCLOKKU Riven Sigit P, Lawung CYI, Adytya Hermawan S, Septiyan Adji, Arif Furqon, Andi Cahyo, Brain Debry, Riza Wahyu A, Reno Prdana, Rezandaru Pribadi S, Anang Satria W, Ali Murtadlo, yang selalu menghiburku, menemaniku dan memberiku semangat dengan tingkah konyol kalian saat aku pulang ke kampung halamanku.

Dan juga sahabatku CUBYTUS seperti Gendut, Unyil, Deidra, Adrigi, Bimo, Omik, Iyak, Pangat, ArpiK, Itang, yang selalu menjadi teman bermain, traveling atau bercanda saat di malang.

Sahabatku, Temanku, Kalian Memang Yang TuerBuaek...

LAMPIRAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  **SKRIPSI**

"LAMPIRAN"
"ADMINISTRASI"



LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Judul : STUDI ALTERNATIF STRUKTUR ATAS (UPPER STRUCTURE)
PEMBANGUNAN PASAR MODERN PELAIHARI BANJARMASIN
KALIMANTAN . SELATAN MENGGUNAKAN STRUKTUR
RUANG (SPACE FRAME)

Nama : Ramadhoni Satrio H
NIM : 12.21.082
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	19/5 - '16	- Petak kolom terpasang sesuai qtr arsitektur.	
2	23/5 - '16	- Kombinasi pembebanan layhapi - Lajukan paku/ora dan struktur.	
3	24/6 - '16	- Gd paku statika - Kontrol pemomp. OK. Lajukan paku. samb. buaya.	
4	27/6 - '16	- Paku. samb. OK. layhapi	

5 28/7 - '16 - Paku. samb. OK.

6 30/7 - '16 - Layhapi qtr detail (detail x tempoh).



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp (0341) 551431 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Judul : STUDI ALTERNATIF STRUKTUR ATAS (UPPER STRUCTURE)
PEMBANGUNAN PASAR MODERN PELAIHARI BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN MENGGUNAKAN STRUKTUR
RUANG (SPACE FRAME)

Nama : Ramadhoni Satrio H
NIM : 12.21.082
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Ester Priskasari, MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
		Balok satukan. acc sambungan acc base plate. acc gambar acc	



CATATAN REVISI SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1
SEMESTER GENAP 2015/2016

Nama : Ramadhoni Satrio H
NIM : 12.21.082
Judul : Studi Alternatif Perencanaan Struktur (Atas) (Upper Structure) Pembangunan Pasar Modern Pelaitan Banjarmasin Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Struktur Ruang (Space Truss)

Atas.

fugas akhir → skripsi (ek).
kegiatan → Review Masalah.
1. Model Struktur rangka.

Malang, 18-08-2016
Disetujui,

Malang, 11-08-2016
Dosen Penguji,

Eding.

- Skripsi harus dikumpulkan di Studio Sipil paling lambat tanggal 25 Agustus 2016 dengan melampirkan catatan revisi yang sudah di setujui oleh Dosen Penguji, sebagai persyaratan Yudisium.



CATATAN REVISI SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1
SEMESTER GENAP 2015/2016

Nama : RAMADONI SATRIOH
NIM : 1221082
Judul : Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas (Upper Structure) Pembangunan Pasar Modern Pelaitari Bangarmasin Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Struktur Ruang (Space Truss)

- > Letak pengantar Salafi ✓
- > Revisi Masalah ✓
- > tujuan & lingkup pembahasan Subkon dan Dimensi ✓
- > garah Gording tidak sesuai dg draft pakir ✓
- > Arah beban Angin ✓
- > Baik contoh plat kedutukan ✓
- > Dimensi pipa yg layak ✓

[Signature]
25.8.2016

Malang,, 2016

Disetujui,

[Signature]

Malang,, 2016


Dosen Penguji,

[Signature]
Bambang H.

- Skripsi harus dikumpulkan di Studio Sipil paling lambat tanggal 25 Agustus 2016 dengan melampirkan catatan revisi yang sudah di setujui oleh Dosen Penguji, sebagai persyaratan Yudisium.

"LAMPPIRAN"
"STAAD OUTPUT"
"STRUKTUR UTAMA"

SKRIPSI  **INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
ist Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	Ramadhoni	Pembimbing	ITN MALANG
Date:	27-08-2016	27-08-2016	

Comments

Studi Alternatif Struktur Atap Perencanaan Struktur Atap Pembangunan Pasar Modern Pelaihari Dengan Menggunakan Struktur Ruang

Structure Type | SPACE FRAME

Number of Nodes	2666	Highest Node	3528
Number of Elements	10262	Highest Beam	13472

Number of Basic Load Cases	3
Number of Combination Load Cases	5

Included in this printout are data for:


Property	R1: PIPS20
----------	------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	BEBAN MATI
Primary	2	BEBAN HUJAN
Primary	3	BEBAN ANGIN
Combination	4	1.4 DL
Combination	5	1.2 DL + 0.5 LR
Combination	6	1.2 DL + 1.6 LR + 0.5 W
Combination	7	1.2 DL + 0.5 LR + 1.0 W
Combination	8	0.9 DL + 1.0 W

Section Properties

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-
2	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
3	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
4	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	BAJA_PIPA
5	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	-
6	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-

 Software licensed to "TTB-PERACS"	Job No	Sheet No 2	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
nt Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Materials

Mat	Name	E (MPa)	n	Density (kg/m ³)	α (1x10 ⁻⁶ /°K)
1	BAJA_PIPA	210E 3	0.300	8E 3	12.5E 6
2	STEEL	205E 3	0.300	7.83E 3	12.000
3	ALUMINUM	68.9E 3	0.330	2.71E 3	23.000
4	CONCRETE	21.7E 3	0.170	2.4E 3	10.000

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

	Beam	Node	L/C	Axial	Shear			Torsion	Bending		
				Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)		
Max Fx	5111	1463	6:1.2 DL + 1.6	1.29E 3	10.701	-2.551	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Fx	2919	807	6:1.2 DL + 1.6	-1.26E 3	10.602	-2.935	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max Fy	12026	1586	4:1.4 DL	-164.888	13.724	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Fy	12026	1501	4:1.4 DL	-164.888	-13.724	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
Max Fz	21	42	4:1.4 DL	-220.813	-10.475	8.866	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
Min Fz	21	41	4:1.4 DL	-220.813	10.475	-8.866	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max Mx	1	1	1:BEBAN MATI	-37.060	9.802	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Mx	1	1	1:BEBAN MATI	-37.060	9.802	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max My	1	1	1:BEBAN MATI	-37.060	9.802	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min My	1	1	1:BEBAN MATI	-37.060	9.802	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max Mz	1	1	1:BEBAN MATI	-37.060	9.802	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Mz	1	1	1:BEBAN MATI	-37.060	9.802	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

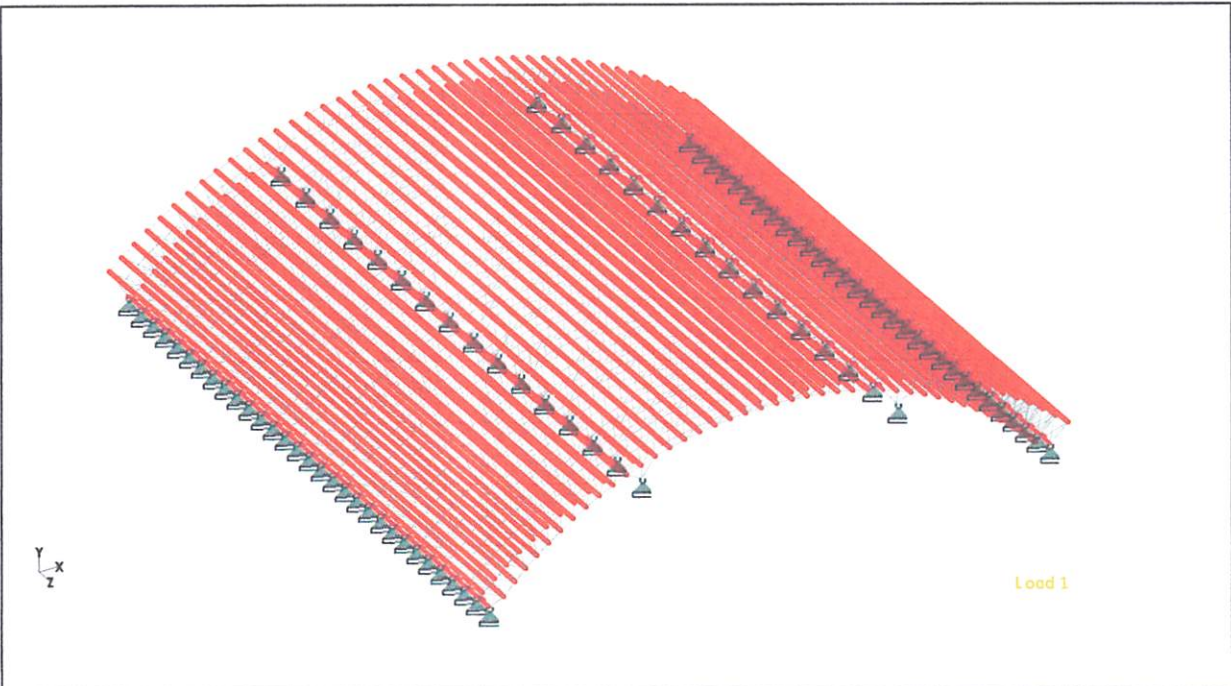


Software licensed to "ITB-PERACS"


Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari

ent Skripsi

Job No	Sheet No 3	Rev
Part		
Ref		
By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	



STRUKTUR UTAMA

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
Int Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	Ramadhoni	Pembimbing	ITN MALANG
Date:	27-08-2016	27-08-2016	

Comments

Studi Alternatif Struktur Atap Perencanaan Struktur Atap Pembangunan Pasar Modern Pelaihari Dengan Menggunakan Struktur Ruang

Structure Type | SPACE FRAME

Number of Nodes	2666	Highest Node	3528
Number of Elements	10262	Highest Beam	13472

Number of Basic Load Cases	3
Number of Combination Load Cases	5

Included in this printout are data for:


Property | R2: PIPS30

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	BEBAN MATI
Primary	2	BEBAN HUJAN
Primary	3	BEBAN ANGIN
Combination	4	1.4 DL
Combination	5	1.2 DL + 0.5 LR
Combination	6	1.2 DL + 1.6 LR + 0.5 W
Combination	7	1.2 DL + 0.5 LR + 1.0 W
Combination	8	0.9 DL + 1.0 W

Section Properties

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-
2	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
3	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
4	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	BAJA_PIPA
5	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	-
6	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 2	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
Content Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Materials

Mat	Name	E (MPa)	n	Density (kg/m ³)	α (1x10 ⁻⁶ /°K)
1	BAJA_PIPA	210E 3	0.300	8E 3	12.5E 6
2	STEEL	205E 3	0.300	7.83E 3	12.000
3	ALUMINUM	68.9E 3	0.330	2.71E 3	23.000
4	CONCRETE	21.7E 3	0.170	2.4E 3	10.000

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

	Beam	Node	L/C	Axial	Shear			Torsion	Bending	
				Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)	
Max Fx	5485	1670	6:1.2 DL + 1.6	4.58E 3	-11.871	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
Min Fx	4773	1426	6:1.2 DL + 1.6	-3.74E 3	-32.645	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
Max Fy	4694	1427	4:1.4 DL	-1.81E 3	38.775	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Fy	4694	1428	4:1.4 DL	-1.76E 3	-38.775	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
Max Fz	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Fz	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max Mx	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Mx	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max My	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min My	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max Mz	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Mz	62	42	1:BEBAN MATI	-1.46E 3	27.697	0.000	0.000	0.000	0.000	



Software licensed to 'ITB-PERACS'

Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari

ent Skripsi

Job No

Sheet No

3

Rev

Part

Ref

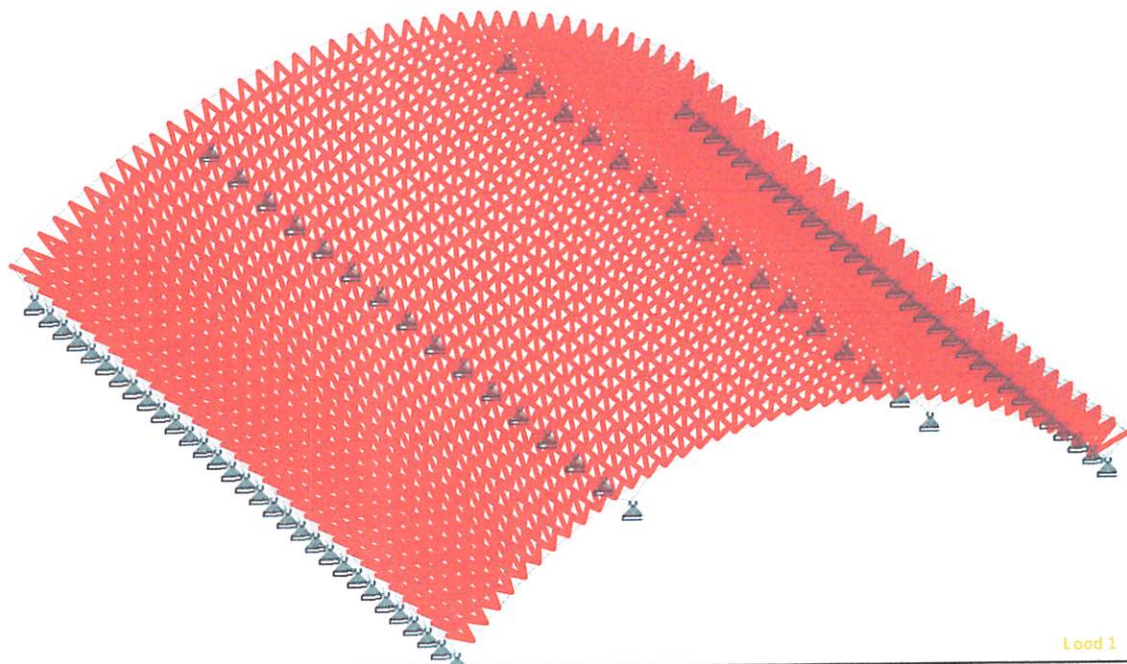
By Ramadhoni

Date 27-08-2016


Chd Pembimbing

File ANALISA STAAD STRUK

Date/Time 26-Aug-2016 19:52



STRUKTUR UTAMA

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
nt Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	Ramadhoni	Pembimbing	ITN MALANG
Date:	27-08-2016	27-08-2016	

Comments

Studi Alternatif Struktur Atap Perencanaan Struktur Atap Pembangunan Pasar Modern Pelaihari Dengan Menggunakan Struktur Ruang

Structure Type SPACE FRAME

Number of Nodes	2666	Highest Node	3528
Number of Elements	10262	Highest Beam	13472

Number of Basic Load Cases	3
Number of Combination Load Cases	5

Included in this printout are data for:


Property	R4: PIPS35
----------	------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	BEBAN MATI
Primary	2	BEBAN HUJAN
Primary	3	BEBAN ANGIN
Combination	4	1.4 DL
Combination	5	1.2 DL + 0.5 LR
Combination	6	1.2 DL + 1.6 LR + 0.5 W
Combination	7	1.2 DL + 0.5 LR + 1.0 W
Combination	8	0.9 DL + 1.0 W

Section Properties

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-
2	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
3	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
4	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	BAJA_PIPA
5	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	-
6	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 2	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
Subtitle Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Materials

Mat	Name	E (MPa)	n	Density (kg/m ³)	α (1x10 ⁻⁶ /°K)
1	BAJA_PIPA	210E 3	0.300	8E 3	12.5E 6
2	STEEL	205E 3	0.300	7.83E 3	12.000
3	ALUMINUM	68.9E 3	0.330	2.71E 3	23.000
4	CONCRETE	21.7E 3	0.170	2.4E 3	10.000

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

	Beam	Node	L/C	Axial	Shear		Torsion	Bending	
				Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)
Max Fx	4786	1440	6:1.2 DL + 1.6	13.4E 3	19.533	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fx	2658	806	6:1.2 DL + 1.6	-4.2E 3	-20.535	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
Max Fy	33	20	7:1.2 DL + 0.5	-2.67E 3	76.331	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fy	195	84	3:BEBAN ANG	50.432	-46.912	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Fz	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fz	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Mx	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Mx	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Max My	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Min My	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Mz	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Mz	22	42	1:BEBAN MATI	1.24E 3	13.553	0.000	0.000	0.000	0.000

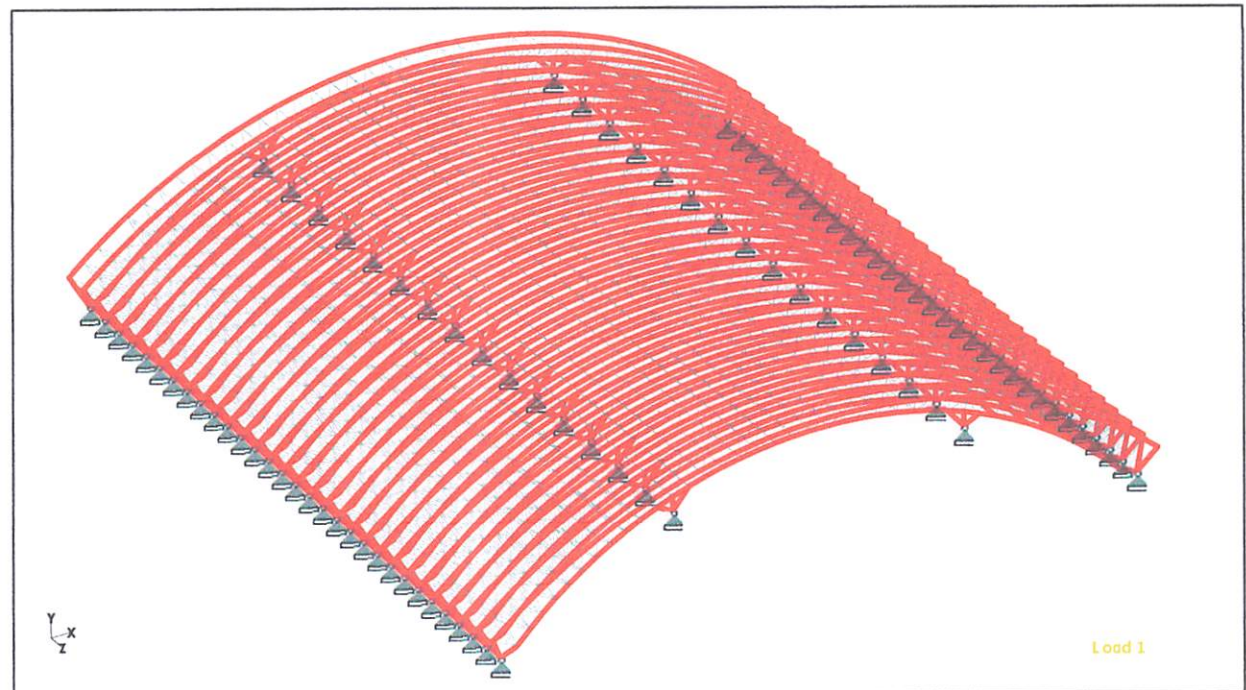


Software licensed to "PTB-PERACS"


Job No	Sheet No 3	Rev
Part		
Ref		
By	Ramadhoni	Date 27-08-2016 Chd Pembimbing
File	ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52

Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari

nt Skripsi



STRUKTUR UTAMA

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
Int Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	Ramadhoni	Pembimbing	ITN MALANG
Date:	27-08-2016	27-08-2016	

Comments

Studi Alternatif Struktur Atap Perencanaan Struktur Atap Pembangunan Pasar Modern Pelaihari Dengan Menggunakan Struktur Ruang

Structure Type | SPACE FRAME

Number of Nodes	2666	Highest Node	3528
Number of Elements	10262	Highest Beam	13472

Number of Basic Load Cases	3
Number of Combination Load Cases	5

Included in this printout are data for:


All | The Whole Structure

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	BEBAN MATI
Primary	2	BEBAN HUJAN
Primary	3	BEBAN ANGIN
Combination	4	1.4 DL
Combination	5	1.2 DL + 0.5 LR
Combination	6	1.2 DL + 1.6 LR + 0.5 W
Combination	7	1.2 DL + 0.5 LR + 1.0 W
Combination	8	0.9 DL + 1.0 W

Section Properties

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-
2	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
3	PIPS30	14.387	125.702	125.702	251.167	-
4	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	BAJA_PIPA
5	PIPS35	17.290	199.375	199.375	398.560	-
6	PIPS20	6.903	27.721	27.721	55.421	-

 Software licensed to "TB-PERACS"	Job No	Sheet No 2	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari	Ref		
	By Ramadhoni	Date 27-08-2016	Chd Pembimbing
Int Skripsi	File ANALISA STAAD STRUK	Date/Time 26-Aug-2016 19:52	

Materials

Mat	Name	E (MPa)	n	Density (kg/m ³)	α (1x10 ⁻⁶ /°K)
1	BAJA_PIPA	210E 3	0.300	8E 3	12.5E 6
2	STEEL	205E 3	0.300	7.83E 3	12.000
3	ALUMINUM	68.9E 3	0.330	2.71E 3	23.000
4	CONCRETE	21.7E 3	0.170	2.4E 3	10.000

Beam Maximum Forces by Section Property

Section		Axial		Shear		Torsion	Bending	
		Max Fx (kg)	Max Fy (kg)	Max Fz (kg)	Max Mx (kg·m)	Max My (kg·m)	Max Mz (kg·m)	
PIPS20	Max +ve	1.29E 3	13.724	8.866	0.000	0.000	0.000	
	Max -ve	-1.26E 3	-13.724	-8.866	0.000	0.000	0.000	
PIPS30	Max +ve	4.58E 3	38.775	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Max -ve	-3.74E 3	-38.775	0.000	0.000	0.000	0.000	
PIPS30	Max +ve	4.52E 3	38.087	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Max -ve	-2.85E 3	-38.087	0.000	0.000	0.000	0.000	
PIPS35	Max +ve	13.4E 3	76.331	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Max -ve	-4.2E 3	-46.912	0.000	0.000	0.000	0.000	
PIPS35	Max +ve	16.9E 3	76.331	2.908	0.000	5.689	33.996	
	Max -ve	-3.87E 3	-46.912	-3.146	-0.000	-6.154	-10.372	
PIPS20	Max +ve	297.515	13.724	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Max -ve	-327.548	-13.724	0.000	0.000	0.000	0.000	

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

	Beam	Node	L/C	Axial		Shear		Torsion	Bending	
				Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)	
Max Fx	12148	3522	6:1.2 DL + 1.6	16.9E 3	28.482	0.388	-0.000	-1.413	33.637	
Min Fx	2658	806	6:1.2 DL + 1.6	-4.2E 3	-20.535	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	
Max Fy	33	20	7:1.2 DL + 0.5	-2.67E 3	76.331	0.000	0.000	0.000	0.000	
Min Fy	195	84	3:BEBAN ANG	50.432	-46.912	0.000	0.000	0.000	0.000	
Max Fz	21	42	4:1.4 DL	-220.813	-10.475	8.866	-0.000	-0.000	-0.000	
Min Fz	21	41	4:1.4 DL	-220.813	10.475	-8.866	0.000	0.000	0.000	
Max Mx	12132	3528	6:1.2 DL + 1.6	2.43E 3	26.634	0.055	0.000	-0.138	19.423	
Min Mx	12100	3506	6:1.2 DL + 1.6	16.9E 3	28.568	-0.392	-0.000	1.426	33.952	
Max My	10726	3512	6:1.2 DL + 1.6	7.3E 3	0.106	2.908	-0.000	5.689	-0.283	
Min My	10727	3528	6:1.2 DL + 1.6	7.18E 3	0.105	-3.146	-0.000	-6.154	-0.281	
Max Mz	12091	3501	6:1.2 DL + 1.6	6.5E 3	32.344	0.246	0.000	-0.621	33.996	
Min Mz	10642	3527	6:1.2 DL + 1.6	5.91E 3	3.435	0.165	0.000	0.386	-6.773	



Job No	Sheet No 3	Rev
Part		
Ref		
By	Date	Chd
Ramadhoni	27-08-2016	Pembimbing
File	Date/Time	
ANALISA STAAD STRUK	26-Aug-2016 19:52	

Software licensed to "ITB-PERACS"

Title Perencanaan Struktur Atap Pasar Modern Pelaihari

nt Skripsi

Reaction Summary


	Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
			FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg·m)	MY (kg·m)	MZ (kg·m)
Max FX	3511	6:1.2 DL + 1.6	5.45E 3	16.1E 3	-26.688	0.000	0.000	0.000
Min FX	3527	6:1.2 DL + 1.6	-6.02E 3	15.8E 3	-25.808	0.000	0.000	0.000
Max FY	3512	6:1.2 DL + 1.6	5.27E 3	18.2E 3	-38.527	0.000	0.000	0.000
Min FY	3528	3:BEBAN ANG	-194.597	-362.080	1.041	0.000	0.000	0.000
Max FZ	1449	6:1.2 DL + 1.6	3.86E 3	8.97E 3	240.692	0.000	0.000	0.000
Min FZ	3507	6:1.2 DL + 1.6	5E 3	15.8E 3	-399.256	0.000	0.000	0.000
Max MX	64	1:BEBAN MAT	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Min MX	64	1:BEBAN MAT	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Max MY	64	1:BEBAN MAT	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Min MY	64	1:BEBAN MAT	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Max MZ	64	1:BEBAN MAT	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000
Min MZ	64	1:BEBAN MAT	1.95E 3	4.47E 3	-27.498	0.000	0.000	0.000

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  **SKRIPSI**

"LAMPIRAN"

"STAAD OUTPUT"

"UNTUK GORDING"

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari	Ref		
	By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
nt Skripsi/Tugas Akhir	File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	Dhoni	Pembimbing	ITN Malang
Date:	10-Aug-16		

Comments

Studi Alternatif Struktur Atas (Upper Struktur) Pasar Pelaihari Banjarmasin Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Struktur Ruang (Space Truss)

Structure Type | PLANE FRAME

Number of Nodes	31	Highest Node	31
Number of Elements	30	Highest Beam	30

Number of Basic Load Cases	2
Number of Combination Load Cases	5

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	LOADTYPE DEAD TITLE BEBAN MATI
Primary	2	LOADTYPE RAIN WATER/ICE TITLE BEI
Combination	4	1.4DL
Combination	5	1.2DL+0.5LR
Combination	6	1.2DL+1.6LR+0.5W
Combination	7	1.2DL+0.5LR+1.0W
Combination	8	0.9DL+1.0W

Section Properties

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	100CS50X3.2	7.010	24.000	106.000	0.196	BAJA_RINGAN

Materials

Mat	Name	E (MPa)	n	Density (kg/m ³)	α (1x10 ⁻⁶ /°K)
1	STEEL	205E 3	0.300	7.83E 3	12.000
2	BAJA_RINGAN	210E 3	0.300	7.55E 3	12.000
3	ALUMINUM	68.9E 3	0.330	2.71E 3	23.000
4	CONCRETE	21.7E 3	0.170	2.4E 3	10.000



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

Skripsi/Tugas Akhir

Beam Displacement Detail Summary

Displacements shown in italic indicate the presence of an offset

	Beam	L/C	d (m)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)
Max X	18	1:LOADTYPE I	1.650	0.006	-0.164	0.000	0.164
Min X	19	1:LOADTYPE I	1.980	-0.003	-0.150	0.000	0.150
Max Y	2	6:1.2DL+1.6LR	0.330	0.001	0.067	0.000	0.067
Min Y	30	6:1.2DL+1.6LR	1.980	0.002	-2.146	0.000	2.146
Max Z	1	1:LOADTYPE I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Z	1	1:LOADTYPE I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Rst	30	6:1.2DL+1.6LR	1.980	0.002	-2.146	0.000	2.146

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

	Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion		Bending	
				Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg'm)	My (kg'm)	Mz (kg'm)	Mx (kg'm)	My (kg'm)	Mz (kg'm)	
Max Fx	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fx	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Fy	30	30	6:1.2DL+1.6LR	0.000	128.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	74.186	74.186
Min Fy	1	2	6:1.2DL+1.6LR	-0.000	-128.860	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	74.186	74.186
Max Fz	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fz	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Mx	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Mx	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max My	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min My	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Mz	29	30	6:1.2DL+1.6LR	-0.000	-112.403	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	74.186	74.186
Min Mz	1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Beam End Forces

Sign convention is as the action of the joint on the beam.

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion		Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg'm)	My (kg'm)	Mz (kg'm)	Mx (kg'm)	My (kg'm)	Mz (kg'm)	
1	1	1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2:LOADTYPE I	0.000	40.347	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		4:1.4DL	0.000	22.567	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	39.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	83.899	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	39.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		8:0.9DL+1.0W	0.000	14.507	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	1:LOADTYPE I	0.000	24.758	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.253
2	2	2:LOADTYPE I	0.000	61.969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.676	-35.676
		4:1.4DL	0.000	34.661	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-19.955	-19.955
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	60.694	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-34.942	-34.942
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	128.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-74.186	-74.186
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	60.694	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-34.942	-34.942
		8:0.9DL+1.0W	0.000	22.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-12.828	-12.828



Software licensed to 'PTB-PERACAS'

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelabuhan

Job No

Sheet No

3

Rev

Part

Ref

By Dhoni

Date: 10-Aug-16

Chd Permbimbing

File G2AB.std

Date/Time

21-Aug-2016 23:34

nt Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)			
2	2	1:LOADTYPE I	0.000	21.596	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.253			
		2:LOADTYPE I	0.000	54.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.676			
		4:1.4DL	0.000	30.234	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.955			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	52.943	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.942			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	112.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	74.186			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	52.943	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.942			
3	3	8:0.9DL+1.0W	0.000	19.436	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12.828			
		1:LOADTYPE I	0.000	19.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.434			
		2:LOADTYPE I	0.000	48.261	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-26.117			
		4:1.4DL	0.000	26.994	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.608			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	47.268	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-25.579			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	100.356	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-54.308			
4	4	7:1.2DL+0.5LR	0.000	47.268	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-25.579			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	17.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-9.391			
		1:LOADTYPE I	0.000	20.128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.434			
		2:LOADTYPE I	0.000	50.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	26.117			
		4:1.4DL	0.000	28.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.608			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	49.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.579			
5	5	6:1.2DL+1.6LR	0.000	104.765	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	54.308			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	49.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.579			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.116	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.391			
		1:LOADTYPE I	0.000	20.749	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.457			
		2:LOADTYPE I	0.000	51.935	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.678			
		4:1.4DL	0.000	29.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-16.040			
4	4	5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.088			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	107.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-59.634			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.088			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.674	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.312			
		1:LOADTYPE I	0.000	20.522	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.457			
		2:LOADTYPE I	0.000	51.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.678			
5	5	4:1.4DL	0.000	28.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.040			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.088			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.812	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	59.634			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.088			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.312			
		1:LOADTYPE I	0.000	20.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.183			
5	5	2:LOADTYPE I	0.000	50.950	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.992			
		4:1.4DL	0.000	28.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.657			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	49.902	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.416			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	105.947	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.207			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	49.902	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.416			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.065			
5	5	1:LOADTYPE I	0.000	20.416	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.183			
		2:LOADTYPE I	0.000	51.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.992			
		4:1.4DL	0.000	28.583	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.657			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.416			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.263	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.207			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.416			



Software licensed to "TB-PERACS"

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

nt Skripsi/Tugas Akhir

Job No	Sheet No 4	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg/m)	My (kg/m)	Mz (kg/m)			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.065	
	6	1:LOADTYPE I	0.000	20.461	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.257	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.214	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.176	
		4:1.4DL	0.000	28.845	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.759	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.596	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.495	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.590	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.596	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.415	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.131	
6	6	1:LOADTYPE I	0.000	20.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.257	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.173	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.176	
		4:1.4DL	0.000	28.622	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.759	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.596	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.411	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.590	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.596	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.131	
	7	1:LOADTYPE I	0.000	20.433	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.237	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.127	
		4:1.4DL	0.000	28.606	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.732	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.548	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.349	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.487	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.548	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.113	
7	7	1:LOADTYPE I	0.000	20.437	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.237	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.154	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.127	
		4:1.4DL	0.000	28.612	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.732	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.101	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.548	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.371	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.487	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.101	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.548	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.393	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.113	
	8	1:LOADTYPE I	0.000	20.440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.242	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.140	
		4:1.4DL	0.000	28.616	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.739	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.561	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.388	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.515	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.561	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.396	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.118	
8	8	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.242	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.159	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.140	
		4:1.4DL	0.000	28.615	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.739	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.561	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.515	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.561	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.118	
	9	1:LOADTYPE I	0.000	20.438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.157	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.136	
		4:1.4DL	0.000	28.613	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.737	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.557	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.377	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.507	



Job No	Sheet No 5	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std		Date/Time 21-Aug-2016 23:34

Software licensed to "ITB-PERACS"

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

nt Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.557	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.394	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
9	9	1:LOADTYPE I	0.000	20.438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.737	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.557	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.507	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.557	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	10	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
10	10	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	11	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
11	11	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	12	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
12	12	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	



Job No	Sheet No 6	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Software licensed to "ITB-PERACS"

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

Content Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion		Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg/m)	My (kg/m)	Mz (kg/m)	Mx (kg/m)	My (kg/m)	Mz (kg/m)	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	13	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
13	13	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	14	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
14	14	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	15	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
15	15	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	16	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	



Job No	Sheet No 7	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Software licensed to "TB-PERACS"

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

nt Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
16	16	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	17	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
17	17	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	18	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
18	18	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	19	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
19	19	1:LOADTYPE I	0.000	20.438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	



Software licensed to "ITB-PERACS"

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

Skripsi/Tugas Akhir

Job No	Sheet No	Rev
	8	
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)			
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	20	1:LOADTYPE I	0.000	20.438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
20	20	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	21	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
21	21	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	22	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
22	22	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.137	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.738	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.509	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.106	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.558	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	23	1:LOADTYPE I	0.000	20.438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.241	



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No	Sheet No 9	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Title Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)			
		2:LOADTYPE I	0.000	51.158	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.136	
		4:1.4DL	0.000	28.614	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.737	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.557	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.379	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.507	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.557	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.117	
23	23	1:LOADTYPE I	0.000	20.438	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.241	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.157	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.136	
		4:1.4DL	0.000	28.613	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.737	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.557	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.377	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.507	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.104	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.557	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.394	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.117	
	24	1:LOADTYPE I	0.000	20.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.242	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.159	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.140	
		4:1.4DL	0.000	28.615	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.739	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.561	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.515	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.561	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.118	
24	24	1:LOADTYPE I	0.000	20.440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.242	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.140	
		4:1.4DL	0.000	28.616	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.739	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.561	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.388	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.515	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.561	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.396	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.118	
	25	1:LOADTYPE I	0.000	20.437	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.237	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.154	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.127	
		4:1.4DL	0.000	28.612	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.732	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.548	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.371	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.487	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.548	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.393	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.113	
25	25	1:LOADTYPE I	0.000	20.433	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.237	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.127	
		4:1.4DL	0.000	28.606	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.732	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.548	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.349	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	58.487	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.548	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.113	
	26	1:LOADTYPE I	0.000	20.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.257	
		2:LOADTYPE I	0.000	51.173	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.176	
		4:1.4DL	0.000	28.622	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.759	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.596	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.411	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.590	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.596	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.131	



Software licensed to "TTB-PERACS"

Job No	Sheet No 10	Rev
Part		
Ref		
By Dhoni	Date 10-Aug-16	Chd Pembimbing
File G2AB.std	Date/Time 21-Aug-2016 23:34	

Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)			
26	26	1:LOADTYPE I	0.000	20.461	0.000	0.000	0.000	0.000	11.257		
		2:LOADTYPE I	0.000	51.214	0.000	0.000	0.000	0.000	28.176		
		4:1.4DL	0.000	28.645	0.000	0.000	0.000	0.000	15.759		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.160	0.000	0.000	0.000	0.000	27.596		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	106.495	0.000	0.000	0.000	0.000	58.590		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.160	0.000	0.000	0.000	0.000	27.596		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.415	0.000	0.000	0.000	0.000	10.131		
		27	27	1:LOADTYPE I	0.000	20.416	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.183
2:LOADTYPE I	0.000			51.103	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.992		
4:1.4DL	0.000			28.583	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.657		
5:1.2DL+0.5LR	0.000			50.051	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.416		
6:1.2DL+1.6LR	0.000			106.264	0.000	0.000	0.000	0.000	-58.207		
7:1.2DL+0.5LR	0.000			50.051	0.000	0.000	0.000	0.000	-27.416		
8:0.9DL+1.0W	0.000			18.375	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.065		
27	27			1:LOADTYPE I	0.000	20.355	0.000	0.000	0.000	0.000	11.183
		2:LOADTYPE I	0.000	50.950	0.000	0.000	0.000	0.000	27.992		
		4:1.4DL	0.000	28.488	0.000	0.000	0.000	0.000	15.657		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	49.902	0.000	0.000	0.000	0.000	27.416		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	105.947	0.000	0.000	0.000	0.000	58.207		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	49.902	0.000	0.000	0.000	0.000	27.416		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.320	0.000	0.000	0.000	0.000	10.065		
		28	28	1:LOADTYPE I	0.000	20.522	0.000	0.000	0.000	0.000	-11.457
2:LOADTYPE I	0.000			51.366	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.678		
4:1.4DL	0.000			28.730	0.000	0.000	0.000	0.000	-16.040		
5:1.2DL+0.5LR	0.000			50.309	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.088		
6:1.2DL+1.6LR	0.000			106.812	0.000	0.000	0.000	0.000	-59.634		
7:1.2DL+0.5LR	0.000			50.309	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.088		
8:0.9DL+1.0W	0.000			18.469	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.312		
28	28			1:LOADTYPE I	0.000	20.749	0.000	0.000	0.000	0.000	11.457
		2:LOADTYPE I	0.000	51.934	0.000	0.000	0.000	0.000	28.678		
		4:1.4DL	0.000	29.048	0.000	0.000	0.000	0.000	16.040		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.865	0.000	0.000	0.000	0.000	28.088		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	107.993	0.000	0.000	0.000	0.000	59.634		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	50.865	0.000	0.000	0.000	0.000	28.088		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	18.674	0.000	0.000	0.000	0.000	10.312		
		29	29	1:LOADTYPE I	0.000	20.128	0.000	0.000	0.000	0.000	-10.434
2:LOADTYPE I	0.000			50.382	0.000	0.000	0.000	0.000	-26.117		
4:1.4DL	0.000			28.180	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.608		
5:1.2DL+0.5LR	0.000			49.345	0.000	0.000	0.000	0.000	-25.579		
6:1.2DL+1.6LR	0.000			104.765	0.000	0.000	0.000	0.000	-54.308		
7:1.2DL+0.5LR	0.000			49.345	0.000	0.000	0.000	0.000	-25.579		
8:0.9DL+1.0W	0.000			18.116	0.000	0.000	0.000	0.000	-9.391		
29	29			1:LOADTYPE I	0.000	19.281	0.000	0.000	0.000	0.000	10.434
		2:LOADTYPE I	0.000	48.261	0.000	0.000	0.000	0.000	26.117		
		4:1.4DL	0.000	26.994	0.000	0.000	0.000	0.000	14.608		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	47.268	0.000	0.000	0.000	0.000	25.579		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	100.356	0.000	0.000	0.000	0.000	54.308		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	47.268	0.000	0.000	0.000	0.000	25.579		



Software licensed to PTB-PERACAS*

The Perencanaan Struktur Pasar Pelaihari

Job No

11

Rev

Part

Ref

By Dhoni

Date: 10-Aug-16

Chd Pembimbing


1 Skripsi/Tugas Akhir

File G2AB.std

Date/Time 21-Aug-2016 23:34

Beam End Forces Cont....

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg.m)	My (kg.m)	Mz (kg.m)			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	17.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.391	
	30	1:LOADTYPE I	0.000	21.596	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.253	
		2:LOADTYPE I	0.000	54.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.676	
		4:1.4DL	0.000	30.234	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-19.955	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	52.943	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-34.942	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	112.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-74.186	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	52.943	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-34.942	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	19.436	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-12.828	
30		1:LOADTYPE I	0.000	24.758	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.253	
		2:LOADTYPE I	0.000	61.969	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.676	
		4:1.4DL	0.000	34.661	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.955	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	60.694	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.942	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	128.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	74.186	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	60.694	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.942	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	22.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12.828	
31		1:LOADTYPE I	0.000	16.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
		2:LOADTYPE I	0.000	40.347	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
		4:1.4DL	0.000	22.567	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	39.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	83.899	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	39.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	14.507	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000	

 Software licensed to "ITB-PERACS"	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Title Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat	Ref		
	By RAMADHONI	Date 20-Aug-15	Chd Pembimbing
File G2BBB.std	Date/Time 21-Aug-2016 12:52	Skripsi/Tugas Akhir	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	RAMADHONI	Pembimbing	ITN Malang
Date:	20-Aug-15		

Comments

Studi Alternatif Struktur Atas (Upper Struktur) Pasar Modern Pelabuhan Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Struktur Ruang (Space Truss)

Structure Type | PLANE FRAME

Number of Nodes	31	Highest Node	31
Number of Elements	30	Highest Beam	30

Number of Basic Load Cases	3
Number of Combination Load Cases	5

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	LOADTYPE DEAD TITLE BEBAN MATI
Primary	2	LOADTYPE RAIN WATER/ICE TITLE BEI
Primary	3	BEBAN ANGIN
Combination	4	1.4DL
Combination	5	1.2DL+0.5LR
Combination	6	1.2DL+1.6LR+0.5W
Combination	7	1.2DL+0.5LR+1.0W
Combination	8	0.9DL+1.0W

Section Properties

Prop	Section	Area (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	J (cm ⁴)	Material
1	100CS50X3.2	7.010	24.000	106.000	0.196	BAJA_RINGAN

Materials

Mat	Name	E (MPa)	n	Density (kg/m ³)	α (1x10 ⁻⁶ /°K)
1	STEEL	205E 3	0.300	7.83E 3	12.000
2	BAJA_RINGAN	210E 3	0.300	7.55E 3	12.000
3	ALUMINUM	68.9E 3	0.330	2.71E 3	23.000
4	CONCRETE	21.7E 3	0.170	2.4E 3	10.000



Beam Displacement Detail Summary

Displacements shown in *italic* indicate the presence of an offset

Beam	L/C	d (m)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)
Max X	1:LOADTYPE I	1.650	0.006	-0.208	0.000	0.209
Min X	1:LOADTYPE I	1.980	-0.003	-0.190	0.000	0.190
Max Y	2	0.330	0.001	0.093	0.000	0.093
Min Y	30	1.980	0.002	-3.013	0.000	3.013
Max Z	1	1:LOADTYPE I	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Z	1	1:LOADTYPE I	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Rst	30	6:1.2DL+1.6LR	1.980	0.002	-3.013	0.000
						3.013

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)
Max Fx	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fx	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Fy	30	6:1.2DL+1.6LR	0.000	180.917	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	104.156
Min Fy	1	2	-0.000	-180.917	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	104.156
Max Fz	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Fz	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Mx	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min Mx	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max My	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min My	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Mz	29	30	6:1.2DL+1.6LR	-0.000	-157.812	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	104.156
Min Mz	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Beam End Forces

Sign convention is as the action of the joint on the beam.

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)
1	1	1:LOADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2:LOADTYPE I	0.000	51.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		3:BEBAN ANG	0.000	22.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		4:1.4DL	0.000	28.712	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.279	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	117.792	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	72.365	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		8:0.9DL+1.0W	0.000	40.544	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	1:LOADTYPE I	0.000	31.499	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-18.134	
		2:LOADTYPE I	0.000	78.848	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-45.394	
		3:BEBAN ANG	0.000	33.922	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-19.529	
		4:1.4DL	0.000	44.099	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-25.388	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	77.223	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-44.458	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	180.917	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-104.156	



Software licensed to "TTB-PERACS"

Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat

Skripsi/Tugas Akhir

Job No	Sheet No 3	Rev
Part		
Ref		
By RAMADHONI	Date 20-Aug-15	Chd Pembimbing
File G2BBB.std	Date/Time 21-Aug-2016 12:52	

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	111.145	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-63.987	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	62.271	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.850	
2	2	1:LOADTYPE I	0.000	27.476	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.134	
		2:LOADTYPE I	0.000	68.778	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	45.394	
		3:BEBAN ANG	0.000	29.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.529	
		4:1.4DL	0.000	38.467	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.388	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	67.361	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	44.458	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	157.812	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	104.158	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	96.950	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	63.987	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	54.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.850	
	3	1:LOADTYPE I	0.000	24.532	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-13.275	
		2:LOADTYPE I	0.000	61.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-33.230	
		3:BEBAN ANG	0.000	26.418	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.296	
		4:1.4DL	0.000	34.344	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-18.585	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	60.141	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-32.546	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	140.897	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-76.247	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	86.559	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-46.842	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	48.496	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-26.244	
3	3	1:LOADTYPE I	0.000	25.609	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.275	
		2:LOADTYPE I	0.000	64.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	33.230	
		3:BEBAN ANG	0.000	27.579	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.296	
		4:1.4DL	0.000	35.853	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.585	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	62.784	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	32.546	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	147.089	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	76.247	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	90.363	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	46.842	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	50.627	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	26.244	
	4	1:LOADTYPE I	0.000	26.399	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.577	
		2:LOADTYPE I	0.000	66.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-36.490	
		3:BEBAN ANG	0.000	28.429	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.698	
		4:1.4DL	0.000	36.958	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.408	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	64.718	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.738	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	151.621	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-83.726	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	93.147	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-51.436	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	52.187	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.818	
4	4	1:LOADTYPE I	0.000	26.110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.577	
		2:LOADTYPE I	0.000	65.357	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	36.490	
		3:BEBAN ANG	0.000	28.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.698	
		4:1.4DL	0.000	36.554	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.408	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	64.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.738	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.962	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	83.726	
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	92.128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.436	
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.616	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.818	
	5	1:LOADTYPE I	0.000	25.898	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.228	
		2:LOADTYPE I	0.000	64.828	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.616	
		3:BEBAN ANG	0.000	27.890	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.323	
		4:1.4DL	0.000	36.258	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-19.920	
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.492	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-34.882	
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	148.748	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-81.722	



Software licensed to "PTB-PERACS"

File Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat

Job No

Sheet No

4

Rev

Part

Ref

By RAMADHONI Date 20-Aug-15 Ctd Pembimbing

Skripsi/Tugas Akhir

File G2BBB.std

Date/Time 21-Aug-2016 12:52

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear		Torsion		Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.382	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.205
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.128
5	5	1:LOADTYPE I	0.000	25.976	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.228
		2:LOADTYPE I	0.000	65.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.816
		3:BEBAN ANG	0.000	27.973	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.323
		4:1.4DL	0.000	36.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.920
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.682	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.882
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.192	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	81.722
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.655	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.205
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.361	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.128
6		1:LOADTYPE I	0.000	26.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.322
		2:LOADTYPE I	0.000	65.163	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.850
		3:BEBAN ANG	0.000	28.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.423
		4:1.4DL	0.000	36.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.051
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.820	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.112
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.517	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.259
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.855	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.535
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.463	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.313
6	6	1:LOADTYPE I	0.000	26.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.322
		2:LOADTYPE I	0.000	65.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.850
		3:BEBAN ANG	0.000	28.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.423
		4:1.4DL	0.000	36.416	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.051
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.112
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.259
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.782	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.535
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.422	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.313
7		1:LOADTYPE I	0.000	25.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.297
		2:LOADTYPE I	0.000	65.074	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.788
		3:BEBAN ANG	0.000	27.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.396
		4:1.4DL	0.000	36.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.016
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.733	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.050
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.311	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.115
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.728	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.446
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.264
7	7	1:LOADTYPE I	0.000	26.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.297
		2:LOADTYPE I	0.000	65.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.788
		3:BEBAN ANG	0.000	28.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.396
		4:1.4DL	0.000	36.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.016
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.746	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.050
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.343	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.115
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.748	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.446
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.264
8		1:LOADTYPE I	0.000	26.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.304
		2:LOADTYPE I	0.000	65.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.804
		3:BEBAN ANG	0.000	28.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.404
		4:1.4DL	0.000	36.408	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.025
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.756	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.067
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.366	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.153



Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kg m)	MY (kg m)	MZ (kg m)	MX (kg m)	MY (kg m)	MZ (kg m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.762	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.470			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.411	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.277			
8	8	1:LOADTYPE I	0.000	26.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.304			
		2:LOADTYPE I	0.000	85.094	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.804			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.404			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.025			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.752	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.087			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.358	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.153			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.757	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.470			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.409	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.277			
	9	1:LOADTYPE I	0.000	26.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.800			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.405	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.082			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.352	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.143			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.464			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.273			
9	9	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.800			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.405	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.082			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.143			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.754	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.464			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.273			
	10	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402			
		4:1.4DL	0.000	38.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.083			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.408	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
10	10	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.083			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
	11	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.083			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			



Job No	Sheet No	Rev
	6	
Part		
Ref		
By RAMADHONI	Date:20-Aug-15	Chd Pembimbing
File G2BBB.sld	Date:Time 21-Aug-2016 12:52	

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion		Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg/m)	My (kg/m)	Mz (kg/m)				
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
11	11	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	85.093	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
		1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
12	12	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
		1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
13	13	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
		1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
13	13	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
		1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
14	14	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023			
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
		1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			



Job No	Sheet No	Rev
	7	
Part		
Ref		
By	RAMADHONI	Date
		20-Aug-15
		Chd Pembimbing
File	G2BBB.sid	Date/Time
		21-Aug-2016 12:52

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)					
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274		
	14	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402		
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274		
	15	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402		
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274		
	16	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402		
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.063		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274		
	16	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402		
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274		
	17	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402		
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.063		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274		
		9:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		10:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		11:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		12:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		13:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		14:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		15:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		16:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		
		17:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465		
		18:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145		



Software licensed to "PTB-PERACS"

Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat

Job No

Sheet No

8

Rev

Part

Ref

By RAMADHONI Date: 20-Aug-15 Ctd Pembimbing

Skripsi/Tugas Akhir

File G2BBB.std

Date/Time 21-Aug-2016 12:52

Beam End Forces Cont....

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg m)	My (kg m)	Mz (kg m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274
17	17	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274
18	18	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274
19	19	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.063
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274
19	19	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.354	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274
20	20	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402
		4:1.4DL	0.000	36.405	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.063
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.354	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145



Job No	Sheet No	Rev
	9	

Part	By	Date	Chd
Rad	RAMADHONI	20-Aug-15	Pembimbing
File	G2BBB.std	Date/Time	21-Aug-2016 12:52

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion		Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg.m)	My (kg.m)	Mz (kg.m)				
		7:1.2DL+0.SLR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
20	20	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.SLR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.SLR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
	21	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.SLR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.SLR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
	22	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.023			
		5:1.2DL+0.SLR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.145			
		7:1.2DL+0.SLR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.274			
	22	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.093	0.000	0.000	0.000	0.000	35.801			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	20.023			
		5:1.2DL+0.SLR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	35.063			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.355	0.000	0.000	0.000	0.000	82.145			
		7:1.2DL+0.SLR	0.000	91.755	0.000	0.000	0.000	0.000	50.465			
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.408	0.000	0.000	0.000	0.000	28.274			
	23	1:LOADTYPE I	0.000	26.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.302			
		2:LOADTYPE I	0.000	65.092	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.800			
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.402			
		4:1.4DL	0.000	36.405	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.022			
		5:1.2DL+0.SLR	0.000	63.751	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.062			
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.353	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.143			



Software licensed to "ITB-PERACS"

Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat

Job No

10

Rev

Part

Ref

By RAMADHONI Date:20-Aug-15 Chd Pembimbing

File G2BBB.std Data/Time 21-Aug-2016 12:52

Skippsi/Tugas Akhir

eam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg.m)	My (kg.m)	Mz (kg.m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.754	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.464
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.273
23	23	1:LOADTYPE I	0.000	28.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.302
		2:LOADTYPE I	0.000	65.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.800
		3:BEBAN ANG	0.000	28.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.402
		4:1.4DL	0.000	36.405	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.022
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.062
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.352	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.143
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.464
	24	8:0.9DL+1.0W	0.000	51.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.273
		1:LOADTYPE I	0.000	28.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.304
		2:LOADTYPE I	0.000	65.094	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.805
		3:BEBAN ANG	0.000	28.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.404
		4:1.4DL	0.000	36.406	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.025
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.067
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.358	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.153
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.757	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.470
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.409	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.277
24	24	1:LOADTYPE I	0.000	26.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.304
		2:LOADTYPE I	0.000	65.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.805
		3:BEBAN ANG	0.000	28.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.404
		4:1.4DL	0.000	36.408	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.025
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.756	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.067
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.367	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.153
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.762	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.470
	25	8:0.9DL+1.0W	0.000	51.411	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.277
		1:LOADTYPE I	0.000	26.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.297
		2:LOADTYPE I	0.000	65.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.788
		3:BEBAN ANG	0.000	28.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.396
		4:1.4DL	0.000	36.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.016
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.746	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.050
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.343	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.115
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.748	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.447
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.264
25	25	1:LOADTYPE I	0.000	25.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.297
		2:LOADTYPE I	0.000	65.074	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.788
		3:BEBAN ANG	0.000	27.996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.396
		4:1.4DL	0.000	36.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.016
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.793	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.050
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.311	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	82.115
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.728	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.447
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.392	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.264
26		1:LOADTYPE I	0.000	26.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.322
		2:LOADTYPE I	0.000	65.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.850
		3:BEBAN ANG	0.000	28.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.423
		4:1.4DL	0.000	36.416	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.051
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.770	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.112
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-82.259



Software licensed to "ITB-PERACS"

Job No	Sheet No 11	Rev
Part		
Ref		
By	Date	Chd
RAMADHONI	20-Aug-15	Pembimbing
File	Date/Time	
G2BBB.std	21-Aug-2016 12:52	

Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat

Skripsi/Tugas Akhir

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·m)	My (kg·m)	Mz (kg·m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.782	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.535		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.422	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.313		
26	26	1:LOADTYPE I	0.000	26.032	0.000	0.000	0.000	0.000	14.322		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.163	0.000	0.000	0.000	0.000	35.850		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.034	0.000	0.000	0.000	0.000	15.423		
		4:1.4DL	0.000	36.445	0.000	0.000	0.000	0.000	20.051		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.821	0.000	0.000	0.000	0.000	35.112		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.518	0.000	0.000	0.000	0.000	82.259		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.855	0.000	0.000	0.000	0.000	50.535		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.463	0.000	0.000	0.000	0.000	28.313		
	27	1:LOADTYPE I	0.000	25.976	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.229		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.022	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.616		
		3:BEBAN ANG	0.000	27.973	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.323		
		4:1.4DL	0.000	36.366	0.000	0.000	0.000	0.000	-19.920		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.682	0.000	0.000	0.000	0.000	-34.882		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.192	0.000	0.000	0.000	0.000	-81.722		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.655	0.000	0.000	0.000	0.000	-50.205		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.351	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.128		
27	27	1:LOADTYPE I	0.000	25.898	0.000	0.000	0.000	0.000	14.229		
		2:LOADTYPE I	0.000	64.828	0.000	0.000	0.000	0.000	35.616		
		3:BEBAN ANG	0.000	27.890	0.000	0.000	0.000	0.000	15.323		
		4:1.4DL	0.000	36.258	0.000	0.000	0.000	0.000	19.920		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	63.492	0.000	0.000	0.000	0.000	34.882		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	148.748	0.000	0.000	0.000	0.000	81.722		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	91.382	0.000	0.000	0.000	0.000	50.205		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.199	0.000	0.000	0.000	0.000	28.128		
	28	1:LOADTYPE I	0.000	26.110	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.577		
		2:LOADTYPE I	0.000	65.357	0.000	0.000	0.000	0.000	-36.490		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.118	0.000	0.000	0.000	0.000	-15.698		
		4:1.4DL	0.000	36.554	0.000	0.000	0.000	0.000	-20.408		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	64.010	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.738		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	149.962	0.000	0.000	0.000	0.000	-83.725		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	92.128	0.000	0.000	0.000	0.000	-51.436		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	51.616	0.000	0.000	0.000	0.000	-28.818		
28	28	1:LOADTYPE I	0.000	26.398	0.000	0.000	0.000	0.000	14.577		
		2:LOADTYPE I	0.000	66.080	0.000	0.000	0.000	0.000	36.490		
		3:BEBAN ANG	0.000	28.429	0.000	0.000	0.000	0.000	15.698		
		4:1.4DL	0.000	36.958	0.000	0.000	0.000	0.000	20.408		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	64.718	0.000	0.000	0.000	0.000	35.738		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	151.620	0.000	0.000	0.000	0.000	83.725		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	93.147	0.000	0.000	0.000	0.000	51.436		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	52.187	0.000	0.000	0.000	0.000	28.818		
	29	1:LOADTYPE I	0.000	25.609	0.000	0.000	0.000	0.000	-13.275		
		2:LOADTYPE I	0.000	64.105	0.000	0.000	0.000	0.000	-33.230		
		3:BEBAN ANG	0.000	27.579	0.000	0.000	0.000	0.000	-14.296		
		4:1.4DL	0.000	35.853	0.000	0.000	0.000	0.000	-18.585		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	62.784	0.000	0.000	0.000	0.000	-32.546		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	147.088	0.000	0.000	0.000	0.000	-76.247		



Software licensed to PTB-PERACS*

File Perencanaan Struktur Hanggar Pesawat

* Skripsi/Tugas Akhir

Job No	Sheet No	Rev
	12	
Part		
Ref		
By RAMADHONI	Date 20-Aug-15	Chk Pembimbing
File G2BBB.std	Date/Time 21-Aug-2016 12:52	

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg.m)	My (kg.m)	Mz (kg.m)	My (kg.m)	Mz (kg.m)			
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	90.362	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-46.842		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	50.627	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-26.244		
29	29	1:1.OADTYPE I	0.000	24.532	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.275		
		2:1.OADTYPE I	0.000	81.407	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	33.230		
		3:BEBAN ANG	0.000	26.418	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.296		
		4:1.ADL	0.000	34.344	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.585		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	60.141	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	32.546		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	140.898	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	76.247		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	86.559	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	46.842		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	48.496	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	26.244		
		1:1.OADTYPE I	0.000	27.477	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-18.135		
30	30	2:1.OADTYPE I	0.000	68.778	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-45.394		
		3:BEBAN ANG	0.000	29.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-19.529		
		4:1.ADL	0.000	38.467	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-25.388		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	67.361	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-44.458		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	157.812	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-104.156		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	96.951	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-63.987		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	54.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-35.850		
30	30	1:1.OADTYPE I	0.000	31.499	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.135		
		2:1.OADTYPE I	0.000	78.848	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	45.394		
		3:BEBAN ANG	0.000	33.922	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.529		
		4:1.ADL	0.000	44.099	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.388		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	77.223	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	44.458		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	180.917	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	104.156		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	111.145	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	63.987		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	62.271	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.850		
31	31	1:1.OADTYPE I	0.000	20.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		2:1.OADTYPE I	0.000	51.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		3:BEBAN ANG	0.000	22.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000		
		4:1.ADL	0.000	28.712	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		5:1.2DL+0.5LR	0.000	50.279	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
		6:1.2DL+1.6LR	0.000	117.792	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000		
		7:1.2DL+0.5LR	0.000	72.365	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000		
		8:0.9DL+1.0W	0.000	40.544	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000		

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  **SKRIPSI**

"LAMPIRAN"

"TABEL - TABEL"

"YANG DIGUNAKAN"

LYSAGHT[®]

150 years of Global Excellence!



BR-II[™] 900

Strongest Roofing Profile | Ability to Withstand High Roof Traffic | Leak-proof Performance
Economical to Install & Maintain

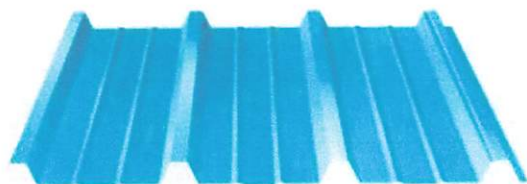
**TATA BLUESCOPE
STEEL**

r
c
s
c
a
r

BR-II™ 900

BR-II™ 900 is the strongest screw down roof system in the industry. It is easy to install, maintain and ideal for industrial and commercial applications.

All BR-II™ 900 roof panels have a full 38.1 mm deep corrugation for extra strength.



BR-II™ panels are 900 mm in width and upto 12 meters in length so roof erection occurs quickly even on large buildings. BR-II™ 900 panels are available in a variety of material thickness and in many attractive standard colours.

Masses

BR-II™ 900				
BMT*	TCT*	Product	kg/m	kg/m ²
0.40	0.45	ZINCALUME® steel	3.76	4.17
0.40	0.45	COLORBOND® steel	3.82	4.25
0.45	0.50	ZINCALUME® steel	4.20	4.67
0.45	0.50	COLORBOND® steel	4.27	4.74

*All dimensions are in mm

Non-standard sizes and colours are also available on special request. The above data has been derived from the tests conducted at our research centre and reproduction of the same in any form is strictly prohibited.

Maximum Support Spacing (in Millimetres)

The maximum recommended support spacings are based on tests conducted in accordance with AS1562.1-1992, AS4040.1-1992 and AS4040.2-1992.

Roof spans consider both resistance to wind pressure and light roof traffic (traffic arising from incidental maintenance). Wall spans consider resistance to wind pressure only.

The pressure considered (in accordance with IS 875.3) is based on buildings up to 10m high, Zone 3 (Basic wind speed $V=47\text{m/s}$), Class A, Terrain category 3, $K_1 = 1.0$, $K_2 = 0.91$, $K_3 = 1.0$, with the following assumptions made;

Type of Span	Total Coated Thickness (mm)	
	0.45	0.50
Roof		
Single Span (SS)	1600	1900
End Span (ES)	2150	2300
Internal Span (IS)	2800	3000
Unstiffened eaves overhang (O)	150	200
Stiffened eaves overhang (O)	450	500

Roofs:

$C_{se} = -1.20$ (internal cladding spans)

$C_{se} = -2.0$ (single and end cladding spans)

$C_s = +0.2$

Walls:

$C_{se} = -0.80$ (internal cladding spans)

$C_{se} = -1.20$ (single and end cladding spans)

$C_s = +0.2$

Benefits of BR-II™900 Profile

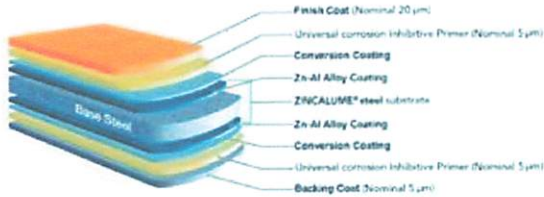
- 1 **COLORBOND® steel and ZINCALUME® steel**
Strong high tensile coated steel to Last Longer

BR-II™ 900 roof system is manufactured from COLORBOND® steel and ZINCALUME® steel which offers high strength steel grade with minimum tensile strength of G550 (550 MPa).

The steel base is coated with aluminium-zinc alloy with minimum AZ150 coat (150 GSM minimum coating mass) and available as ZINCALUME® steel as per AS 1397 Australian Standard.

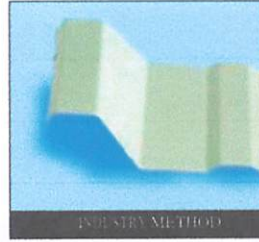
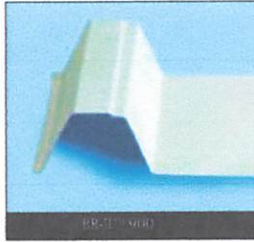
COLORBOND® steel conforming to AS/NZS 2728 Type 3-4 has a specifically formulated paint system. Idea for external roof and wall cladding application, it gives an aesthetic appearance and provides long lasting colour performance as compared to any other conventional paint system. The paint system is designed to resist chalking and fading.

*Standard offerings includes COLORBOND® XRW steel but other options like COLORBOND® Ultra steel, COLORBOND® XPD steel and COLORBOND® Metallic steel can also be used after consultation from Tata BlueScope Steel authorities.



Cross Sectional View of COLORBOND® steel

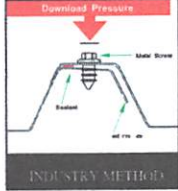
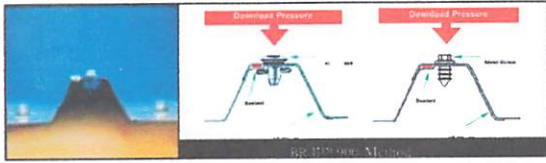
- 2 **Deep Corrugations**
Asserts Strength



The depth of the panel's corrugation combined with the strength of the base steel grade is a critical factor in determining roof strength, durability and the ability to perform over a long term. BR-II™ 900 roof panel offers the deepest and a wide corrugation coupled with a high tensile steel base of minimum 550 MPa yield strength providing additional strength in comparison to any other industrial profile for both wind uplift and roof traffic.



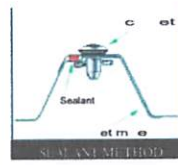
3 Return Leg
Withholds pressure



To provide additional support against roof traffic, BR-II™ 900 roof panels incorporate a “return leg” on all side lap connections. Roof panels without return leg often separate under fastener installation or roof traffic pressure.

4 Sealant Groove
Assures weather tightness

To provide long-lasting weather tightness, high quality neutral cure type sealant should be used when



required. All BR-II™ 900 roof panels are engineered and produced with a sealant groove, assuring accurate and precise placement of sealant material. Other systems leave sealant placement to the judgment of the installation crew or leave it out completely. An installed BR-II™ 900 roof uses only the best quality neutral cure sealant to keep your roof system weathertight for years.

5 Slotted Holes (Optional)
Allows expansion & contraction

The roofing system must be able to accommodate the forces of thermal expansion and contraction that

occur due to changes in temperature. The BR-II™ 900 roof system offers factory-punched slotted holes in roof panels to accommodate these forces. Factory punching helps avoid the tearing and loosening of roof panels common to other systems, which ultimately result in holes and leaks.

6 Factory Punching (Optional)
Creates perfect alignment



Proper alignment of roof panels is crucial for roof performance. Improper alignment affects weather tightness and creates problems while installing closures, roof accessories and trim. All roof panels and structural members of BR-II™ 900 roof system can be factory punched to assure perfect alignment.

7 Stronger Fasteners (Optional)
Maintains incredible strength



All the fasteners for BR-II™ 900 roof conform to AS 3566 Class 3 Australian Standard for exposed roofing application. The fasteners last longer in external applications than conventional screws.

8 Research
A fully tested system

Our Research & Development Center performs quality control tests of roof materials and components, along with investigating new materials, parts and processes. The use of sophisticated testing equipment enables the staff to predict actual field performance of a product and helps ensure that the roof product on your new building will stand up to weathering and age.

LYSAGHT BR-II™ 900 - Design Advantages

- Deep corrugation makes the BR-II™ 900 roof panel one of the strongest standard ribbed panels in the industry
- Return leg provides added support at the panel sidelaps to withstand roof traffic
- Anti capillary groove for leak-proof performance
- Pre-formed sealant grooves and guides promote accurate sealant placement between panels
- Manufactured from high strength ZINCALUME® steel or COLORBOND® steel in wide range of colors



For further technical assistance mail us at : lysaght@tatabluescopesteel.com

For more information, please contact:

- North Region Gurgaon: Tel: +91 124 4712801
- East Region Kolkata: Tel: +91 33 65502335
- West Region Mumbai: Tel: +91 22 66743329
- South Region Chennai: Tel: +91 44 42693319

Note:
©2015 Tata BlueScope Steel Limited. All rights reserved. No part of this brochure may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from Tata BlueScope Steel Ltd. All brand names mentioned in this brochure are registered trademarks of BlueScope Steel Limited under license to Tata BlueScope Steel Limited."

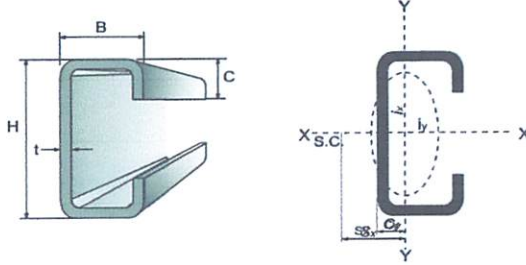
**TATA BLUESCOPE
STEEL**

Tata BlueScope Steel Ltd. CIN:
U45209PN2005PLC020270
Regd. Office: The Metropolitan, 4th Floor,
Final Plot No. 27, Survey No. 21,
Wakdevadi, Shivaji Nagar, Pune -
411005. INDIA. Tel: +91 20 6621 8000
Website: www.tatabluescopesteel.com
Email: lysaght@tatabluescopesteel.com



Lipped Channel (Baja Kanal C Ringan)

Product Specifications



Metric Size

Dimension		Section Area A cm ²	Unit Weight Kg/m	Informative Reference									
				Geometrical Moment of Inertia		Modulus of Section		Radius of Gyration		Center of Gravity	Shear Center	Torsion Constant	Warping Constant
H x B x C mm	t mm			I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	Z _x cm ³	Z _y cm ³	r _x cm	r _y cm	C _y cm	X _o cm	J cm ⁴	C _w cm ⁶
C 100 x 50 x 20	2	4.54	3.56	71	17	14.3	5.4	3.97	1.93	1.87	4.48	605	444
	2.3	5.17	4.06	81	19	16.1	6	3.95	1.92	1.86	4.46	912	496
	2.5	5.59	4.39	87	20	17.3	6.5	3.94	1.9	1.86	4.45	1164	528
	2.8	6.2	4.87	95	22	19.1	7.1	3.92	1.89	1.86	4.42	1621	574
	3	6.61	5.19	101	23	20.2	7.4	3.91	1.88	1.86	4.41	1982	603
	3.2	7.01	5.5	106	24	21.3	7.8	3.9	1.87	1.86	4.4	2392	630
C 125 x 50 x 20	2	5.04	3.95	120	18	19.3	5.5	4.89	1.91	1.69	4.15	672	675
	2.3	5.75	4.51	136	21	21.8	6.2	4.87	1.89	1.69	4.12	1013	755
	2.5	6.21	4.88	147	22	23.5	6.6	4.86	1.88	1.69	4.11	1295	805
	2.8	6.9	5.42	162	24	25.9	7.2	4.84	1.86	1.69	4.08	1804	877
	3	7.36	5.78	172	25	27.5	7.6	4.83	1.85	1.69	4.07	2207	922
	3.2	7.81	6.13	181	27	29	8	4.82	1.84	1.68	4.05	2665	965
C 150 x 50 x 20	2	5.54	4.35	185	19	24.7	5.6	5.79	1.87	1.55	3.86	738	971
	2.3	6.32	4.96	210	22	28	6.3	5.77	1.86	1.55	3.84	1115	1088
	2.5	6.84	5.37	226	23	30.2	6.8	5.75	1.85	1.55	3.82	1425	1162
	2.8	7.6	5.97	250	26	33.3	7.4	5.73	1.83	1.54	3.8	1987	1267
	3	8.11	6.37	265	27	35.4	7.8	5.72	1.82	1.54	3.78	2432	1334
	3.2	8.61	6.76	280	28	37.4	8.2	5.71	1.81	1.54	3.77	2938	1398
C 150 x 65 x 20	2	6.14	4.82	218	36	29.1	8.3	5.96	2.43	2.12	5.19	818	1784
	2.3	7.01	5.5	248	41	33	9.4	5.94	2.42	2.12	5.16	1236	2006
	2.5	7.59	5.96	267	44	35.6	10	5.93	2.41	2.12	5.15	1581	2148
	2.8	8.44	6.63	295	48	39.4	11	5.91	2.39	2.12	5.13	2207	2352
	3	9.01	7.07	314	51	41.8	11.6	5.9	2.38	2.11	5.11	2702	2482
	3.2	9.57	7.51	332	54	44.2	12.2	5.89	2.37	2.11	5.09	3265	2608
C 200 x 75 x 20	2	7.54	5.92	467	56	46.7	10.6	7.87	2.73	2.2	5.49	1005	4571
	2.3	8.62	6.77	531	64	53.1	12	7.85	2.72	2.2	5.47	1520	5159
	2.5	9.34	7.33	573	68	57.3	12.9	7.84	2.71	2.2	5.45	1946	5537
	2.8	10.4	8.17	636	75	63.6	14.2	7.82	2.69	2.2	5.42	2719	6085
	3	11.11	8.72	676	80	67.6	15	7.8	2.68	2.19	5.41	3332	6437
	3.2	11.81	9.27	716	84	71.6	15.8	7.79	2.67	2.19	5.39	4030	6779

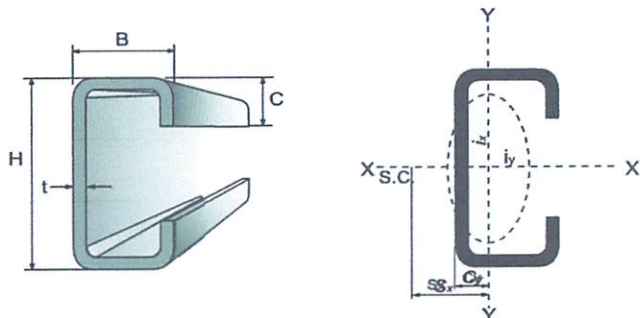
Technical Specification

Material : JIS G 3131 / ASTM 830
 Symbol : SPHC/ SAE 1006/ SAE 1008
 Standard length : 6 Meters
 Dimension Tolerance : JIS G 3350

Non standard length is available on request subject to minimum quantity.
 We provide additional services for standard drilling and punching.
 Shotblasting, painting and galvanizing are available on request.

Channel (Baja Kanal C Ringan)

Specifications



38-1987

Metric Size

Dimension	Section Area	Unit Weight	Informative Reference										
			Geometrical Moment of Inertia		Modulus of Section		Radius of Gyration		Center of Gravity	Shear Center	Torsion Constant	Warping Constant	
t C	t	A	Kg/m	I _x	I _y	Z _x	Z _y	r _x	r _y	C _y	X _o	J	C _w
	mm	cm ²		cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁶
10 x 20	2	4.44	3.56	71	17	14.3	5.4	3.97	1.93	1.87	4.48	605	444
	2.3	5.17	4.06	81	19	16.1	6	3.95	1.92	1.86	4.46	912	496
	2.8	6.21	4.87	95	22	19.1	7.1	3.92	1.89	1.86	4.42	1621	574
	3.2	7.01	5.5	106	24	21.3	7.8	3.9	1.87	1.86	4.4	2392	630
10 x 20	2.3	5.75	4.51	136	21	21.8	6.2	4.87	1.89	1.69	4.12	1013	755
	3.2	7.81	6.13	181	27	29	8	4.82	1.84	1.68	4.05	2665	965
10 x 20	2.3	6.32	4.96	210	22	28	6.3	5.77	1.86	1.55	3.84	1115	1088
	3.2	8.61	6.76	280	28	37.4	8.2	5.71	1.81	1.54	3.77	2938	1398
15 x 20	2.3	7.01	5.5	248	41	33	9.4	5.94	2.42	2.12	5.16	1236	2006
	3.2	9.57	7.51	332	54	44.2	12.2	5.89	2.37	2.11	5.09	3265	2608
15 x 20	3.2	11.81	9.27	716	84	71.6	15.8	7.79	2.67	2.19	5.39	4030	6779

Technical Specification

Composisi Kimia

C) : 0.25 % max
P) : 0.05 % max
S) : 0.05 % max

Sifat Mekanik

Strength : 176.4 N/mm² Min
Strength : 333.2 N/mm² Min
Elongation : 21% min

Toleransi

* Tebal ≤ 2.3 mm : ± 0.24 mm
≤ 3.2 mm : ± 0.3 mm
* Tinggi (H) ≤ 125 mm : ± 1.5 mm
≤ 250 mm : ± 2.0 mm
* Lebar (B) ≤ 75 mm : ± 2.0 mm
* Lip (C) ≤ 25 mm : ± 2.0 mm
* Lip (C) ≤ 25 mm : ± 2.0 mm
* Panjang 6-7 M : + 40 mm
- 0 mm



Non-alloy steel tube for pressure purposes

Material Data Sheet

Steel Designation:	Name	Standard
	Grade A (P235TR1/2)	ASTM/ASME A53 (1.0254/1.255)
	Grade B (P265TR1/2)	ASTM/ASME A53 (1.0258/1.0259)

Scope

This data sheet applies for seamless and welded tubes of non-alloy steel with specified elevated temperature properties.

Application

This tubes are used for pipe lines beyond the DGRL (TR1) and pipe lines of class I to III (TR2). Their application is usual up to 300 °C. The permitted pressure should not exceed 160 bar.

Chemical composition (Heat analysis in %)

Name	C max.	Si min.	Mn max.	P max.	S max.	Cr ^b max.	Cu ^b max.	Mo ^b max.	Ni ^b max.	V ^b max.
Grade A	0,25	-	0,95	0,05	0,045	0,40	0,40	0,15	0,40	0,08
P235TR1*	0,16	0,35	1,20	0,025	0,020	0,30	0,30	0,08	0,30	0,02
P235TR2**	0,16	0,35	1,20	0,025	0,020	0,30	0,30	0,08	0,30	0,02
Grade B	0,30	-	1,20	0,05	0,045	0,40	0,40	0,15	0,40	0,08
P265TR1*	0,20	0,40	1,40	0,025	0,020	0,30	0,30	0,08	0,30	0,02
P265TR2**	0,20	0,40	1,40	0,025	0,020	0,30	0,30	0,08	0,30	0,02

* Cr+Cu+Mo+Ni ≤ 0,70

° Al_{min} 0,02 - This requirement is not applicable provided the steel contains sufficient amount of other nitrogen binding elements, which should be reported.

^b For the materials Grade A and B the total composition for this five elements shall not exceed 1 %.



Mechanical properties at room temperature

Name	Product thickness mm	Yield/ proof strength R_{eH} N/mm ² min.	Tensile strength R_m N/mm ²	Elongation min.		Minimum average impact energy KV J At a temperature in °C of		
				longitudinal	transverse	longitudinal		trans- verse
						0	-10	
Grade A*	-	205	min. 330	-	-	-	-	-
P235TR1 ^a P235TR2 ^a	$T \leq 16$	235	360 - 500	25	23	-	-	-
	$16 < T \leq 40$	225				40 ^b	28 ^b	27 ^b
	$40 < T \leq 60$	215						
Grade B*	-	240	min. 415	-	-	-	-	-
P265TR1 ^a P265TR2 ^a	$T \leq 16$	265	410 - 570	21	19	-	-	-
	$16 < T \leq 40$	255				40 ^b	28 ^b	27 ^b
	$40 < T \leq 60$	245						

* Delivery condition N = normalizing incl. normalizing forming

^a For wall thicknesses larger than 60 mm the mechanical properties have to be agreed.^b applies only for testing class TR2

Reference data for some physical properties

Density at 20 °C Kg/dm ³	Modulus of elasticity kN/mm ² at				Thermal conductivity bei 20 °C W/m K	spec. thermal capacity at 20 °C J/kg K	spec. electrical resistivity at 20 °C Ω mm ² /m
	20 °C	300 °C	400 °C	450 °C			
7,85	210	192	184	179	51	461	0,20

Linear coefficient $10^{-6} K^{-1}$ of thermal expansion between 20 °C and

100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	450 °C
12,5	13,0	13,6	14,1	14,3

Hot forming / Heat treatment

Hot forming		Heat treatment		
Temperature °C	Type of cooling	Normalizing ¹⁾	Stress relieving anneal ²⁾	Type of cooling
1100 - 950	Air	890 - 950 °C	600 - 650 °C	Air

¹⁾ Normalizing: Holding time 1 minute per mm plate thickness, minimum 30 minutes²⁾ Stress relieving anneal: Holding time 1-2 minutes per mm plate thickness, minimum 30 minutes

Processing / Welding

Standard welding processes for these steel grades are:

TIG-welding

Arc welding (E)

MAG-welding massive wire

Submerged arc welding (SAW)

MAG-welding cored wire

Depending on the welding position and the plate thickness, maybe other filler metals have to be applied, which can be asked inquired at the manufacturer in case of need.

For these steel grades as filler metal the following electrodes and welding wires are recommended:

Process	Filler metal	
	WIG	Union I 52
MAG massive wire	Union K 52 Union K 56	
MAG cored wire	Union MV 70 Union BA 70 (Union RV 71)	
Arc welding (E)	Phoenix 120K Phoenix Special D	
SAW	Wire	Powder
	Union S2 (Union S2)	UV 400 (UV 306)

These steels can be welded within all thickness ranges according to the afore mentioned welding processes considering the general rules of technology by hand and automatically welding.

The mentioned filler metals apply for highest demands. The details in brackets are for lower demands.

Burning, preheating, welding and stress relieving annealing should occur under consideration of Stahl-Eisen-Material bulletin 088.

Specifications and standards concerning stress relieving anneal have to be observed.

Remark

The material is magnetizable.

Editor

THYSSENKRUPP MATERIALS INTERNATIONAL GMBH

Technical Sales / Quality Management

Am Thyssenhaus 1

45128 Essen

References

DIN EN 10216-1:2004-07

ASME/ASTM A53

Beuth Verlag GmbH, Post box, D-10772 Berlin

The American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990

Böhler Schweißtechnik Deutschland GmbH, Hamm

Important Hint

Information given in this data sheet about property or applicability of materials respective products are no assurance of characteristics but serve for description.

Information, with which we like to advise you, relate to the experience of the producers and our own.

Warranty for the results of the treatment and application of the products cannot be granted.

Wheatland ASTM A 53 Schedule 40 and Schedule 80 Pipe

Wheatland Steel Pipe is made by specialists who understand that it's the small details that make the difference between average products and superior products. At the Wheatland Plant, most department heads and foremen have been employed in some phase of pipe manufacturing for 25 or more years.

This kind of specialization, experience and knowledge pays off...in workable, threadable, uniform pipe. Delivered clean. Delivered promptly.

Wheatland specializes in manufacturing welded steel pipe in 1/2 through 4 nominal sizes. Available inventory in 1/8 to 12 pipe sizes produced to various ASTM standards is maintained to meet your pipe requirements.

Care, pride and personal concern are bonus features that go into every inch of Wheatland Pipe. Don't settle for less.

Make sure it's quality. Make sure it's Wheatland.

Standard Pipe Schedule 40 ASTM A 53 Grades A and B

NPS Designator	DN Designator	Outside Diameter		Inside Diameter		Wall Thickness		Nominal Weight (Mass) per unit Length			
		(Inches)	(mm)	(Inches)	(mm)	(Inches)	(mm)	Plain End (lb/ft)	Plain End (kg/m)	Threads & Couplings (lb/ft)	Threads & Couplings (kg/m)
1/8	6	0.405	10.3	0.269	6.8	0.068	1.73	0.24	0.37	0.25	0.37
1/4	8	0.540	13.7	0.364	9.2	0.088	2.24	0.43	0.63	0.43	0.63
3/8	10	0.675	17.1	0.493	12.5	0.091	2.31	0.57	0.84	0.57	0.84
1/2	15	0.840	21.3	0.622	15.8	0.109	2.77	0.85	1.27	0.86	1.27
3/4	20	1.050	26.7	0.824	20.9	0.113	2.87	1.13	1.69	1.14	1.69
1	25	1.315	33.4	1.049	26.6	0.133	3.38	1.68	2.50	1.69	2.50
1-1/4	32	1.660	42.2	1.380	35.1	0.140	3.56	2.27	3.39	2.28	3.40
1-1/2	40	1.900	48.3	1.610	40.9	0.145	3.68	2.72	4.05	2.74	4.04
2	50	2.375	60.3	2.067	52.5	0.154	3.91	3.66	5.44	3.68	5.46
2-1/2	65	2.875	73.0	2.469	62.7	0.203	5.16	5.80	8.63	5.85	8.67
3	80	3.500	88.9	3.068	77.9	0.216	5.49	7.58	11.29	7.68	11.35
3-1/2	90	4.000	101.6	3.548	90.1	0.226	5.74	9.12	13.57	9.27	13.71
4	100	4.500	114.3	4.026	102.3	0.237	6.02	10.80	16.07	10.92	16.23
5	125	5.563	141.3	5.047	158.2	0.258	6.55	14.63	21.77	14.90	22.07
6	150	6.625	168.3	6.065	154.1	0.280	7.11	18.99	28.26	19.34	28.58
8	200	8.625	219.1	7.981	202.7	0.322	8.18	28.58	42.55	29.35	43.73
10	250	10.750	273.0	10.020	254.5	0.365	9.27	40.52	60.29	41.49	63.36
Standard Pipe											
12'	300	12.750	323.8	12.000	304.8	0.375	9.52	49.61	73.78	51.28	76.21

Note! NPS 12 dimensions are for standard wall pipe, not schedule 40.

Product Type and Specification:

Standard welded pipe is produced in 1/2 to 6 trade sizes. Wheatland pipe is produced to ASTM A 53 Grades A and B, A 501, and A 589 Type II, API 5L and Federal Specification WW-P404. All pipe threads conform to ANSI B1.20.1. Merchant couplings comply with ASTM A 865.

Specifications and descriptions are accurate as known at time of publication and subject to change without notice.

Extra Heavy Pipe Schedule 80 ASTM A 53 Grade A

Nominal Size	DN Designator	Outside Diameter		Inside Diameter		Wall Thickness		Nominal Weight (Mass) per unit Length			
		(Inches)	(mm)	(Inches)	(mm)	(Inches)	(mm)	Plain End (lb/ft)	Plain End (kg/m)	Threads & Couplings (lb/ft)	Threads & Couplings (kg/m)
6	6	0.405	10.3	0.215	5.5	0.095	2.41	0.31	0.47	0.32	0.46
8	8	0.540	13.7	0.302	7.7	0.119	3.02	0.54	0.80	0.54	0.80
10	10	0.675	17.1	0.423	10.7	0.126	3.20	0.74	1.10	0.74	1.10
15	15	0.840	21.3	0.549	13.9	0.147	3.73	1.09	1.62	1.09	1.62
20	20	1.050	26.7	0.742	18.8	0.154	3.91	1.48	2.20	1.48	2.21
25	25	1.315	33.4	0.957	24.3	0.179	4.55	2.17	3.24	2.19	3.25
32	32	1.660	42.2	1.278	32.5	0.191	4.85	3.00	4.47	3.03	4.49
40	40	1.900	48.3	1.500	38.1	0.200	5.08	3.63	5.41	3.65	5.39
50	50	2.375	60.3	1.939	49.3	0.218	5.54	5.03	7.48	5.08	7.55
65	65	2.875	73.0	2.323	59.0	0.276	7.01	7.67	11.41	7.75	11.52
80	80	3.500	88.9	2.900	73.7	0.300	7.62	10.26	15.27	10.35	15.39
90	90	4.000	101.6	3.364	85.4	0.318	8.08	12.52	18.63	12.67	18.82
100	100	4.500	114.3	3.826	97.2	0.337	8.56	15.00	22.32	15.20	22.60

	O.D.	Over	Under
Outside Diameter	NPS 1/8 to 1-1/2 DN 6 to 40	1/64" (0.4mm)	1/64" (0.4mm)
	NPS 2 and up DN 50 and up	1%	1%
Wall Thickness at Any Point		-----	12.5%



A 53 Grades A and B: Black and Galvanized Pipe is manufactured for ordinary use in steam, water, gas, and fire. UL Listed and FM Approved, sizes 1" through 6" nominal, for use in Fire Sprinkler Pipe Applications.

Physical Properties

A: Yield 30,000 [205 Mpa] psi minimum Tensile: 48,000 psi [330 Mpa] minimum

B: Yield 35,000 [240 Mpa] psi minimum Tensile: 60,000 psi [415 Mpa] minimum

For additional information or to order, contact our pipe department at 800.257.8182,
Fax: 724.346.7260, e-mail info@wheatland.com

Wheatland ASTM A 53 Grade A Schedule 80 Pipe

Standard Thickness of MS Plate

Notes :

*) Material Conforming to : JIS G 3101 - SS 400

Fy = 2500 kg/cm ²	if	tf	≤	16 mm	
Fy = 2400 kg/cm ²	if	16 mm <	tf	≤	40 mm
Fy = 2200 kg/cm ²	if	tf	>	40 mm	

Thickness (mm)

1.20	16.00
1.40	19.00
1.50	22.00
1.60	25.00
1.80	28.00
2.30	32.00
3.20	38.00
4.50	45.00
6.00	50.00
8.00	65.00
10.00	75.00
12.00	100.00

PT. BINATAMA AKRINDO
TRIDOME-SPACE STRUCTURE

ALLOWABLE/MAXIMUM COMPRESSION FORCES
FOR DESIGN OF HEXAGON WITH SAFETY FACTOR OF 1.5

No	BOLT TYPE	INSERT TO NODE	CONUS INSERT	TIPE HEXAGON	HEX. LEGTH	TYPE OF WRENCH	HEX. HOLE	MAX. COMP. FORCE
		(U)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(Tones)
1	M10 x 50	15	10	H25 x 17 -11	25	17	11	2.111
			10	H25 x 19 -11		19	11	3.016
			10	H25 x 22 -11		22	11	4.562
2	M12 x 60	18	12	H30 x 19 -13	30	19	13	2.413
			12	H30 x 22 -13		22	13	3.958
			12	H30 x 24 -13		24	13	5.115
3	M16 x 80	24	16	H40 x 22 -17	40	22	17	2.450
			16	H40 x 24 -17		24	17	3.607
			16	H40 x 27 -17		27	17	5.529
			16	H40 x 30 -17		30	17	7.678
			16	H40 x 32 -17		32	17	9.236
4	M20 x 100	30	20	H50 x 27 -21	50	27	21	3.619
			20	H50 x 30 -21		30	21	5.768
			20	H50 x 32 -21		32	21	7.326
			20	H50 x 56 -21		36	21	10.744
5	M24 x 120	36	24	H60 x 36 -25	60	36	25	8.432
			24	H60 x 41 -25		41	25	13.270
			24	H60 x 46 -25		46	25	18.736
6	M30 x 150	45	30	H75 x 41 - 32	75	41	32	8.256
			30	H75 x 46 - 32		46	32	13.722
			30	H75 x 51 - 32		51	32	19.817
7	M36 x 180	54	36	H90 x 46 - 38	90	46	38	8.445
			36	H90 x 51 - 38		51	38	14.539
			36	H90 x 56 - 38		56	38	21.262
8	M42 x 210	63	42	H105 x 51 - 44	105	51	44	8.357
			42	H105 x 56 - 44		56	44	15.080
			42	H105 x 61 - 44		61	44	22.431

No	BOLT TYPE	INSERT TO NODE	CONUS INSERT	TIPE HEXAGON	HEX. LEGTH	TYPE OF WRENCH	HEX. HOLE	MAX. COMP. FORCE
		(U)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(Tones)
9	M48 x 240	72	48	H120 x 56 - 50	120	56	50	7.992
			48	H120 x 61 - 50		61	50	15.344
			48	H120 x 66 - 50		66	50	23.323
			48	H120 x 71 - 50		71	50	31.931
10	M54 x 270	81	54	H135 x 66 - 56	135	66	56	15.331
			54	H135 x 71 - 56		71	56	23.323
			54	H135 x 76 - 56		76	56	33.175
			54	H135 x 81 - 56		81	56	43.040

PT. BINATAMA AKRINDO
TRIDOME-SPACE STRUCTURE

ALLOWABLE/MAXIMUM TENSION FORCES
TO A DESIGNATED HIGH TENSION BOLT TYPE AND GRADE
WITH A SAFETY FACTOR OF 2

NO	BOLT TYPE		ST.41	T 5.6	T 8.8	T 10.9	T 12.10	GRADE
	DIA.	PITCH	2400	3000	6400	9000	12000	
	(mm)	(mm)	NORMAL GRADE		HIGH TENSION GRADE			Kg/cm ²
1	8	1.250	0.380	0.480	1.020	1.430	1.910	tonnes
2	10	1.500	0.610	0.760	1.610	2.270	3.030	tonnes
3	12	1.750	0.880	1.100	2.250	3.300	4.400	tonnes
4	14	2.000	1.210	1.510	3.220	4.530	6.030	tonnes
5	16	2.000	1.640	2.050	4.380	5.160	8.210	tonnes
6	20	2.500	2.570	3.210	6.840	9.630	12.830	tonnes
7	24	3.000	3.700	4.620	9.860	13.860	18.480	tonnes
8	30	3.500	5.890	7.360	15.690	22.070	29.430	tonnes
9	36	4.000	8.580	10.730	22.890	32.180	42.910	tonnes
10	42	4.500	11.790	14.730	31.430	44.200	58.930	tonnes
11	48	5.000	15.500	19.370	41.320	56.110	77.480	tonnes

PT. BINATAMA AKRINDO
TRIDOME - SPACE STRUCTURES

DATA OF ALLOWABLE/MAXIMUM COMPRESSION FORCE ON BALL JOINTS/NODES

NO	RAW MATERIAL DIAMETER OF NODES	NODES DIAMETER	EFFECTIVE DIAMETER	CONTACT POINT DIAMETER	HEXAGON WRENCH	MINIMUM ANGLE BETWEEN HOLES	BALL JOINT THREAD								
							M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30	M36	M42
							ALLOWABLE COMPRESSION FORCES								
(mm)	Dn. (mm)	Def.(mm)	Dc. (mm)	(mm)		(tonnes)									
1	60	56.800	54.000	17.800	17.000	33.330 °	5.07	4.04	2.81	1.40	-	-	-	-	-
		57.500	54.000	19.700	19.000	36.160 °	6.82	5.78	4.55	3.14	-	-	-	-	-
		58.700	54.000	23.000	22.000	40.440 °	10.12	9.08	7.86	6.44	-	-	-	-	-
2	65	63.200	60.000	19.700	19.000	33.330 °	8.81	5.78	4.55	3.14	-	-	-	-	-
		64.300	60.000	23.000	22.000	37.490 °	10.12	9.08	7.86	6.44	-	-	-	-	-
		64.900	60.000	24.700	24.000	39.420 °	11.97	10.94	9.71	8.30	-	-	-	-	-
3	75	73.700	70.000	23.000	22.000	33.330 °	10.12	9.09	7.86	6.45	3.05	-	-	-	-
		74.200	70.000	24.700	24.000	35.170 °	11.97	10.94	9.71	8.30	4.90	-	-	-	-
		75.300	70.000	27.600	27.000	38.280 °	15.62	14.58	13.36	11.94	8.55	-	-	-	-
4	80	79.000	75.000	24.700	24.000	33.330 °	11.97	10.94	9.71	8.30	4.90	-	-	-	-
		79.900	75.000	27.600	27.000	36.370 °	15.62	14.58	13.36	11.94	8.55	-	-	-	-
		81.100	75.000	30.900	30.000	39.490 °	20.14	19.10	17.88	16.47	13.07	-	-	-	-
5	90	88.400	84.000	27.600	27.000	33.330 °	15.62	14.58	13.35	11.94	8.55	4.40	-	-	-
		89.500	84.000	30.900	30.000	36.340 °	20.14	19.10	17.88	16.47	13.07	4.93	-	-	-
		90.200	84.000	32.900	32.000	38.060 °	23.12	22.08	20.85	19.44	16.05	11.90	-	-	-
6	100	99.000	94.000	30.900	30.000	33.330 °	20.15	19.11	17.89	16.47	13.08	8.93	-	-	-
		99.600	94.000	32.900	32.000	34.980 °	23.12	22.08	20.85	19.44	16.05	11.90	-	-	-
		101.000	94.000	36.800	36.000	38.080 °	29.60	28.57	27.34	25.93	22.54	18.39	-	-	-

NO	RAW MATERIAL DIAMETER OF NODES	NODES DIAMETER	EFFECTIVE DIAMETER	CONTACT POINT DIAMETER	HEXAGON WRENCH	MINIMUM ANGLE BETWEEN HOLES	BALL JOINT THREAD								
							M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30	M36	M42
							ALLOWABLE COMPRESSION FORCES								
	(mm)	<i>Dn. (mm)</i>	<i>Def.(mm)</i>	<i>Dc. (mm)</i>	(mm)		(tonnes)								
8	110	105.300	100.000	32.900	32.000	33.330 °	23.12	22.08	20.86	19.44	16.05	11.9	4.27	-	-
		105.600	100.000	36.800	36.000	36.380 °	29.60	28.57	27.34	25.93	22.54	18.39	10.75	-	-
		105.200	100.000	41.400	41.000	39.650 °	36.09	37.05	35.82	34.41	31.02	26.87	19.24	-	-
9	120	117.900	112.000	36.800	36.000	33.330 °	29.60	28.57	27.34	25.93	22.53	18.39	10.75	-	-
		119.400	112.000	41.400	41.000	36.490 °	38.09	37.05	35.82	34.41	31.02	26.87	19.42	-	-
10	135	132.600	126.000	41.400	41.000	33.330 °	38.08	37.04	35.82	34.4	31.01	26.86	19.23	9.9	-
		134.400	126.000	46.700	46.000	36.640 °	49.01	47.97	46.76	46.33	41.84	37.78	30.16	20.6	-
11	150	149.500	142.000	46.700	46.000	33.330 °	49.02	47.98	46.75	45.34	41.95	37.8	30.17	20.84	9.81
		151.000	142.000	51.300	51.000	35.850 °	59.65	58.61	57.39	55.98	52.58	48.44	40.8	31.47	20.44
12	165	164.200	156.000	51.300	51.000	33.340 °	59.66	58.63	57.4	55.99	52.6	48.45	40.81	31.48	20.46
		165.900	156.000	56.600	56.000	35.940 °	72.99	71.96	70.73	69.32	65.92	61.78	54.14	44.81	33.97
13	185	181.100	172.000	56.500	56.000	33.330 °	72.99	71.95	70.72	69.31	65.92	61.77	54.14	44.81	33.78
		182.700	172.000	61.800	61.000	35.680 °	87.49	86.45	85.23	83.81	80.42	76.27	68.64	59.31	48.28
		184.600	172.000	66.900	66.000	37.880 °	103.10	102.06	100.84	99.42	96.03	91.88	84.25	74.92	63.89

PT. BINATAMA AKRINDO
TRIDOME - SPACE STRUCTURES

ALLOWABLE/MAXIMUM TENJSION FORCES ON
NODES/BALLJOINTS WITH UNIFIED STANDARD THREAD

NO	TYPE M	PITCH (mm)	NO. OF PITCH (n)			NOMINAL DIAMETER Dn. (mm)	EFFECTIVE DIAMETER De. (mm)	NUT CORE DIAMETER Dc. (mm)	STRESS AREA (mm ²)	RUSHING STRESS FOR INSERT OF			SHEAR STRESS FOR INSERT OF		
			1,0 M	1,2 M	1,5 M					1,0 M	1,2 M	1,5 M	1,0 M	1,2 M	1,5 M
			m	m	m					Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1	M10	1.500	6.700	8.000	10.000	10	9.026	8.876	58.000	1.777	2.123	2.666	2.449	2.938	3.673
2	M12	1.750	6.900	8.200	10.200	12	10.862	10.106	84.000	3.608	4.329	5.412	2.526	4.231	5.289
3	M14	2.000	7.000	8.400	10.500	14	12.701	11.835	115.000	4.920	5.904	7.380	4.799	5.759	7.199
4	M16	2.000	8.000	9.600	12.000	16	14.704	13.835	157.000	6.494	7.792	9.740	6.268	7.522	9.403
5	M20	2.500	8.000	9.600	12.000	20	18.376	17.294	245.000	10.149	12.174	15.218	9.795	11.753	14.592
6	M24	3.000	8.000	9.600	12.000	24	22.051	20.752	253.000	14.613	17.535	21.919	14.104	18.925	21.156
7	M30	3.500	8.600	10.300	12.900	30	27.727	26.211	561.000	22.941	27.529	34.411	22.036	26.445	33.056
8	M36	4.000	9.000	10.800	13.500	36	23.402	31.670	817.000	23.139	35.767	49.708	31.734	38.081	47.601
9	M42	4.500	9.300	11.200	14.000	42	29.077	37.129	1104.000	45.206	54.248	67.810	42.194	51.833	64.791
10	M48	5.000	9.600	11.500	14.400	48	44.752	42.567	1485.000	59.154	70.985	88.731	56.416	67.700	84.625

PT. BINATAMA AKRINDO
TRIDOME - SPACE STRUCTURES

DAFTAR KEKUATAN BATANG TEKAN

138.59 TDSF-JW 10/07/87

TIPE	Ø	TEBAL	ØD	LUAS F	BERAT G	Inertia	I	L	LAMDA	W Tekuk	P. MX
btg	Inchi	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm	cm		SS41	ton
A1	0.50 "	1.90	21.70	1.182	0.930	0.585	0.703	97.430	138.590	3.200	0.517
A2	0.50 "	2.30	27.20	1.402	1.100	0.669	0.691	95.770	138.590	3.200	0.517
B1	0.75 "	1.90	27.20	1.510	1.190	1.220	0.897	124.320	138.590	3.200	0.661
B2	0.75 "	2.30	27.20	1.789	1.410	1.410	0.884	122.520	138.590	3.200	0.787
B3	0.75 "	2.80	27.20	2.146	1.680	1.620	0.868	122.300	138.590	3.200	0.939
C1	1.00 "	2.00	34.00	2.011	1.580	2.584	1.340	157.170	138.590	3.200	0.880
C2	1.00 "	2.30	34.00	2.291	1.800	2.890	1.120	155.230	138.590	3.200	1.002
C3	1.00 "	2.80	34.00	2.746	2.160	3.367	1.107	153.430	138.590	3.200	1.201
C4	1.00 "	3.20	34.00	3.096	2.430	3.710	1.090	151.070	138.590	3.200	1.354
D1	1.25 "	1.70	42.70	2.191	1.720	4.610	1.450	200.960	138.590	3.200	0.959
D2	1.25 "	2.00	42.70	2.558	2.010	5.309	1.440	199.570	138.590	3.200	1.002
D3	1.25 "	2.30	42.70	2.919	2.290	5.980	1.430	189.190	138.590	3.200	1.277
D4	1.25 "	2.00	42.70	3.510	2.760	7.020	1.410	195.420	138.590	3.200	1.536
E1	1.50 "	1.70	48.60	2.506	2.010	6.898	1.660	230.070	138.590	3.200	0.096
E2	1.50 "	2.00	48.60	2.929	2.300	7.964	1.650	228.680	138.590	3.200	1.281
E3	1.50 "	2.30	48.60	3.345	2.630	8.990	1.640	227.520	138.590	3.200	1.463
E4	1.50 "	2.80	48.60	4.029	3.160	10.600	1.620	224.520	138.590	3.200	1.763
E5	1.50 "	3.20	48.60	4.564	3.580	11.800	1.610	223.130	138.590	3.200	1.997
F1	2.00 "	1.70	60.50	3.142	2.470	13.587	2.080	288.280	138.590	3.200	1.375
F2	2.00 "	2.00	60.50	3.677	2.890	15.746	2.069	286.750	138.590	3.200	1.609

TYPE	Ø	TEBAL	ØD	LUAS F	BERAT G	Inertia	I	L	LAMDA	W Tekuk	P. MX
btg	Inchi	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm	cm		SS41	ton
F3	2.00 "	2.30	60.50	4.205	3.300	17.800	2.059	285.360	138.590	3.200	1.840
F4	2.00 "	2.80	60.50	5.076	3.980	21.200	2.042	238.020	138.590	3.200	2.221
F5	2.00 "	3.20	60.50	5.760	4.520	23.700	2.029	281.200	138.590	3.200	2.520
F6	2.00 "	4.00	60.50	7.106	5.570	28.500	2.003	277.600	138.590	3.200	3.109
G1	2.50 "	2.40	76.30	5.572	4.380	38.100	2.610	361.720	138.590	3.200	2.438
G2	2.50 "	2.80	76.30	6.462	5.080	43.700	2.600	360.650	138.590	3.200	2.827
G3	2.50 "	3.20	76.30	7.349	5.770	49.200	2.590	358.950	138.590	3.200	3.215
G4	2.50 "	4.00	76.30	9.095	7.130	49.500	2.560	354.800	138.590	3.200	3.975
H1	3.00 "	2.80	89.10	7.591	5.960	70.700	3.060	422.700	138.590	3.200	3.321
H2	3.00 "	3.20	89.10	8.636	6.780	79.800	3.040	421.320	138.590	3.200	3.778
H3	3.00 "	4.00	89.10	10.690	8.390	97.000	3.010	417.160	138.590	3.200	4.677
I1	4.00 "	3.50	114.30	12.180	8.560	187.000	3.920	543.300	138.590	3.200	6.329
I2	4.00 "	4.50	114.30	15.520	12.200	234.000	3.890	539.120	138.590	3.200	6.790
J1	5.00 "	4.50	139.80	19.130	15.000	438.000	4.790	663.860	138.590	3.200	8.369
J2	5.00 "	6.00	139.80	25.520	19.800	566.000	4.740	656.920	138.590	3.200	11.034
K1	6.00 "	4.50	165.20	22.720	17.800	734.000	5.680	787.200	138.590	3.200	9.910
K2	6.00 "	5.00	165.20	25.160	18.800	808.000	5.670	785.820	138.590	3.200	11.007
K3	6.00 "	6.00	165.20	30.010	13.600	952.000	5.630	780.800	138.590	3.200	13.129
L1	7.00 "	5.00	190.70	29.170	22.900	1260.000	6.570	910.550	138.590	3.200	12.762
M1	8.00 "	6.00	216.30	39.610	31.100	2190.000	7.440	1031.100	138.590	3.200	17.329
M2	8.00 "	8.00	216.30	52.350	41.100	2840.000	7.370	1021.400	138.590	3.200	22.903
N1	10.00 "	6.00	267.40	49.270	38.700	4210.000	9.240	1280.600	138.590	3.200	21.556
N2	10.00 "	8.00	267.40	73.060	57.400	5110.000	9.140	1266.700	138.590	3.200	31.964

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  **SKRIPSI**

"LAMPIRAN"

"GAMBAR KERJA"