



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**MODIFIKASI JEMBATAN BUOL SULAWESI TENGAH
MENGUNAKAN *CONTINUOUS STEEL TRUSS ARCH***

R. DARY WIRA MAHADIKA
NRP. 3113 100 005

Dosen Pembimbing
Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**MODIFIKASI JEMBATAN BUOL SULAWESI TENGAH
MENGUNAKAN *CONTINUOUS STEEL TRUSS ARCH***

R. DARY WIRA MAHADIKA
NRP. 3113 100 005

Dosen Pembimbing
Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT – RC14-1501

**MODIFICATION OF CENTRAL SULAWESI
BUOL BRIDGE USING CONTINUOUS STEEL TRUSS ARCH**

R. DARY WIRA MAHADIKA
NRP. 3113 100 005

Academic Supervisor
Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty Of Civil Engineering And Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017

**MODIFIKASI JEMBATAN BUOL SULAWESI
TENGAH MENGGUNAKAN *CONTINUOUS STEEL
TRUSS ARCH***

TUGAS AKHIR

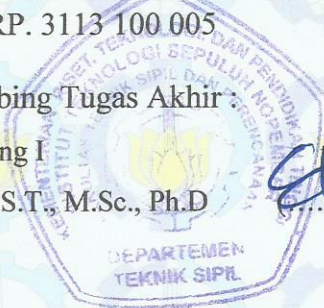
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Struktur
Program Studi S-1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

R. DARY WIRA MAHADIKA
NRP. 3113 100 005

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dosen Pembimbing I
Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D



SURABAYA, JULI 2017

MODIFIKASI JEMBATAN BUOL SULAWESI TENGAH MENGGUNAKAN *CONTINUOUS STEEL TRUSS ARCH*

Nama Mahasiswa : R. Dary Wira Mahadika
NRP : 3113100005
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D

Abstrak

Jembatan Buol termasuk jembatan kelas nasional yang menghubungkan jalan lintas provinsi antara provinsi Sulawesi Tengah dan Gorontalo. Jembatan ini terletak diatas sungai Buol Kabupaten Buol Sulawesi Tengah dan menggunakan konstruksi rangka batang baja sederhana sebagai struktur utamanya. Jembatan Buol memiliki estetika yang kurang baik. Hal ini yang melatarbelakangi pembangunan Jembatan Buol yang baru, sebagai solusi dalam pembangunan jembatan yang memiliki estetika yang baik, kuat dan dapat menjadi landmark bagi kabupaten Buol.

Tugas akhir ini memodifikasi Jembatan Buol menjadi continuous steel truss arch. Jembatan didesain dengan bentang pelengkung menerus rangka baja sepanjang 223.5m dengan lebar 9 meter dan tinggi 20.5 meter. Tugas akhir ini berpedoman pada beberapa standar peraturan yang ada. Untuk pembebanan jembatan beserta kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1725:2016, perencanaan struktur baja disesuaikan pada RSNI T-03-2005. Untuk desain pelat kendaraan menggunakan SNI 2847-2013, serta untuk perencanaan ketahanan gempa menggunakan SNI 2833:2008. Dengan menggunakan progam bantu SAP2000, kombinasi KUAT 1 (SNI-1725-2016) menghasilkan output gaya yang lebih besar daripada kombinasi lainnya sehingga kombinasi tersebut digunakan untuk menentukan profil rangka jembatan.. Analisis perletakan menggunakan progam bantu SAP2000 dengan kombinasi beban yang menentukan dalam perencanaan POT Bearing adalah kombinasi EKSTREM I (SNI-1725-2016) dan

KUAT 1 (SNI-1725-2016). Hasil dari analisa dengan program bantu SAP2000 profil utama yang terbesar pada jembatan busur menggunakan BOX 650 x 650 x 36. Dalam merencanakan bangunan bawah jembatan, dilakukan analisis menggunakan program bantu spcolumn untuk mendapatkan jumlah tulangan longitudinal pada abutment dan pilar jembatan, serta untuk tiang pancang jembatan dilakukan kontrol berdasarkan daya dukung tanah dan tipe material yang digunakan. Dari perencanaan tersebut, didapatkan dimensi abutment 11.050 x 2.1 x 7.228 meter dan pilar 11.34 x 2.1 x 1.358 meter serta kebutuhan tiang pancang untuk abutment sebanyak 21 buah dan pilar sebanyak 60 buah. Hasil seluruh perhitungan Tugas Akhir ini dituangkan dalam gambar teknik standar.

Kata kunci : Continuous Steel Truss Arch, Abutment, Pilar

MODIFICATION OF CENTRAL SULAWESI BUOL BRIDGE USING CONTINUOUS STEEL TRUSS ARCH

Name : R. Dary Wira Mahadika
NRP : 3113100005
Department : Civil Engineering FTSP-ITS
Academic Supervisor : Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D

Abstract

Buol bridge includes as a national-class bridge connecting provincial roads between the provinces of Central Sulawesi and Gorontalo. This bridge is located above the Buol river in Buol Regency Central Sulawesi and uses a simple steel frame construction as its main structure. Buol bridge has a poor aesthetic. This is behind the construction of the new Buol Bridge, as a solution in the construction of a bridge that has a good aesthetic, strong and can be a landmark for Buol district.

This final project modifies the Buol Bridge into a continuous steel truss arch. The bridge is designed with a continuous steel truss arch framework along 223.5 meters with a width of 9 meters and a height of 20.5 meters. This final project is based on several existing regulatory standards. For the loading of bridges and load combinations referring to SNI 1725: 2016, the steel structure planning is adjusted to RSNI T-03-2005. For the design of vehicle plates using SNI 2847-2013, as well as for earthquake resistance planning using SNI 2833: 2008. Using the SAP2000 auxiliary program, the KUAT 1 combination (SNI-1725-2016) produces a larger force output than any other combination so that the combination is used to determine the bridge frame profile. The plotted analysis uses the SAP2000 auxiliary program with a decisive load combination in POT Bearings planning are a combination of EXTREM I (SNI-1725-2016) and STRONG 1 (SNI-1725-2016). Results from the analysis with the largest SAP2000 auxiliary profile profile on the arc bridge using BOX 650 x 650 x 36. In planning the under bridge building, the analysis was done

using spcolumn auxiliary program to get the number of longitudinal reinforcement on abutment and bridge pillar, and for bridge pile Controls based on the carrying capacity of the soil and the type of material used. From the plan, we get abutment dimension 11,050 x 2,1 x 7,228 meter and pillar 11.34 x 2.1 x 1.358 meter and requirement of pile for abutment as much 21 piles and 60 piles for pillar. The results of all calculations of this Final Project is poured into standard engineering drawings.

Keywords: Continuous Steel Truss Arch, Abutment, Pillar

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Modifikasi Jembatan Buol Sulawesi Tengah Menggunakan *Continuous Steel Truss Arch*** dengan baik dan tepat waktu.

Adapun dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Kuasa, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya
2. Kedua orangtua tercinta , Bapak Hemran Dwi Haryanto dan Ibu Tri Ufiani beserta keluarga yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat dan doanya demi kelancaran Tugas Akhir ini.
3. Ibu Endah Wahyuni, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi banyak ilmu demi kelancaran Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc. selaku dosen wali penulis yang selalu membimbing dalam bidang akademis.
5. Rekan-rekan angkatan 2013 Teknik Sipil ITS yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang berjuang bersama demi mencapai cita-cita.
6. Teman-teman Forum Komunikasi dan BFC yang selalu membantu dan menjadi penyemangat kelancaran Tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap banyak kritik dan saran dari pembaca demi kebaikan untuk kedepannya.

Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca. Amin

Surabaya, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Jembatan Pelengkung	7
2.3. Sambungan	10
2.3.1. Sambungan Baut.....	10
2.3.2. Sambungan Las	11
2.4. Perletakan	15
2.4.1. <i>Elastomeric Bearings</i>	15
2.4.2. <i>POT Bearings</i>	16
2.4.3. <i>Spherical Bearings</i>	16
2.5. Abutment Jembatan.....	17
2.6. Pilar	20
2.7. Pondasi	22
BAB III METODOLOGI	25
3.1. Urutan Pengerjaan.....	25
3.2. Penjelasan	26

3.2.1.	Studi Literatur.....	26
3.2.2.	Pengumpulan Data.....	26
3.2.3.	Preliminary Design	26
3.2.1.1.	Mutu Bahan:	26
3.2.1.2.	Tebal pelat lantai kendaraan	27
3.2.1.3.	Dimensi busur.....	27
3.2.1.4.	Pembebanan.....	28
3.2.4.	Permodelan dan Analisa Struktur Utama dengan Program SAP2000	34
3.2.5.	Kontrol Terhadap Gaya Dalam.....	36
3.2.1.5.	Kontrol Kapasitas Tarik.....	36
3.2.1.6.	Kontrol Kapasitas Tekan	38
3.2.1.7.	Kontrol Kapasitas Lentur.....	40
3.2.6.	Perhitungan Sambungan	42
3.2.7.	Gambar Hasil Desain	42

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1.	Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan.....	43
4.1.1.	Pembebanan Pelat Lantai Kendaraan	43
4.1.2.	Perhitungan Momen-momen Arah Melintang..	44
4.1.3.	Perhitungan Penulangan Lentur Lantai Kendaraan.....	44
4.1.4.	Kontrol Penulangan Geser (<i>Pons</i>) Pelat Lantai Kendaraan.....	46
4.2.	Perencanaan Gelagar Memanjang Jembatan	47
4.2.1.	Pembebanan Gelagar Memanjang Jembatan	48
4.2.1.1.	Beban Mati Ultimate	48
4.2.1.2.	Beban Hidup Ultimate	48
4.2.2.	Kontrol Profil Gelagar Memanjang	50
4.2.2.1.	Kontrol Local Buckling	50
4.2.2.2.	Kontrol Lateral Buckling.....	50
4.2.2.3.	Kontrol Geser	53
4.2.2.4.	Kontrol Lendutan.....	54
4.3.	Perencanaan Gelagar Melintang Jembatan	55
4.3.1.	Pembebanan pada Gelagar Melintang Jembatan ..	55

4.3.1.1.	Beban Mati	55
4.3.1.2.	Beban Hidup (Sesudah Komposit)	57
4.3.2.	Kontrol Profil Gelagar Melintang	59
4.3.2.1.	Kuat Geser	59
4.3.2.2.	Kontrol Momen Setelah Komposit.....	59
4.3.2.3.	Kontrol Lendutan	61
4.3.2.4.	Perhitungan Kebutuhan <i>Shear Connector</i>	63
4.4.	Perhitungan Beban Angin Rangka Busur	63
4.4.1.	Gaya Angin Ultimate pada Rangka Jembatan..... (EW _s).....	63
4.4.2.	Gaya Angin Ultimate akibat Kendaraan	75
4.4.2.	(EW _L).....	75
4.5.	<i>Preliminary</i> Design Busur Rangka Baja	75
4.5.1.	Tinggi Fokus Busur Rangka (f).....	75
4.5.2.	Tinggi Tampang Busur Rangka (t).....	76
4.5.3.	Lebar Busur Rangka Jembatan.....	76
4.6.	Perencanaan Batang Penggantung Busur Rangka	76
4.6.1.	Pembebanan Batang Penggantung Rangka	78
4.6.1.1.	Beban Mati	78
4.6.1.2.	Beban Hidup UDL + KEL.....	79
4.6.2.	Garis Pengaruh Kabel Penggantung	79
4.7.	Perencanaan Struktur Utama (2 Dimensi).....	82
4.7.1.	Pembebanan Batang Struktur Utama	83
4.7.1.1.	Beban Mati	83
4.7.1.2.	Beban Hidup UDL + KEL.....	83
4.7.2.	Garis Pengaruh Rangka Struktur Utama	83
4.7.3.	Desain Profil Rangka Utama Jembatan.....	142
4.7.3.1.	Contoh Kontrol Profil Rangka Utama.....	142
4.8.	Perencanaan Ikatan Angin dan Portal Akhir	151
4.8.1.	Perencanaan Ikatan Angin Lantai	151
4.8.1.	Kendaraan.....	151
4.8.2.	Perencanaan Ikatan Angin Silang Rangka.....	153
4.8.3.	Perencanaan Ikatan Angin Tepi Atas	155
4.8.4.	Perencanaan Ikatan Angin Tepi Bawah.....	157

4.8.5.	Perencanaan Kolom Portal Akhir Jembatan	158
4.8.6.	Perencanaan Balok Portal Akhir Jembatan.....	163
4.9.	Lendutan Ijin Jembatan	166
4.10.	Rekap Desain Profil Jembatan <i>Continous Steel</i>	
	<i>Arch</i> Buol.....	168
4.11.	Kontrol SAP2000 dengan Perhitungan Manual	170
4.12.	Detail Sambungan.....	171
4.12.1.	Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang.....	172
4.12.1.1.	Sambungan pada Gelagar Memanjang	172
4.12.1.2.	Sambungan pada Gelagar Melintang.....	174
4.12.1.3.	Kontrol Pelat Double Siku L pada	
	Gelagar Melintang	175
4.12.2.	Sambungan Ikatan Angin Kendaraan	176
4.12.2.1.	Kontrol Profil Siku L.....	178
4.12.2.2.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung	
	ke Pelat Gusset Rangka)	179
4.12.3.	Sambungan Ikatan Angin Tepi Bawah.....	180
4.12.3.1.	Kontrol Pelat Sambung.....	182
4.12.3.2.	Perencanaan Las (Antara Pelat	
	Sambung dengan <i>Circullar Hollow</i>).....	183
4.12.3.3.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan <i>Ikatan Angin Tepi Atas</i>).....	184
4.12.3.4.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Pelat Rangka)	185
4.12.4.	Sambungan Ikatan Angin Tepi Atas.....	187
4.12.4.1.	Kontrol Pelat Sambung.....	188
4.12.4.2.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung	
	dengan <i>Circullar Hollow</i>).....	189
4.12.4.3.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung	
	dengan <i>Ikatan Angin Tepi</i>).....	191
4.12.4.4.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Pelat <i>Gusset Rangka</i>)	192
4.12.5.	Sambungan Ikatan Angin Silang Rangka.....	194
4.12.5.1.	Kontrol Pelat Sambung.....	195

4.12.5.2.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan <i>Circular Hollow</i>).....	196
4.12.5.3.	Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Pelat <i>Gusset</i> Rangka)	197
4.12.6.	Sambungan Rangka Utama	199
4.12.6.1.	Segment 1	199
4.12.6.2.	Segment 2	225
4.12.6.3.	Segment 3	258
4.12.6.4.	Segment 4	277
4.12.6.5.	Segment 5	296
4.12.6.6.	Sambungan Portal Akhir	311
4.13.	Desain Perletakan	318
4.13.1.	Beban Perletakan	319
4.13.1.1.	Beban Vertikal Perletakan	319
4.13.1.2.	Beban Horizontal Perletakan	319
4.13.1.3.	Rekapitulasi Gaya Horizontal dan Vertikal Perletakan	324
4.13.2.	Rekapitulasi <i>POT Bearing</i>	324
4.14.	Perencanaan Bangunan Bawah.....	325
4.14.1.	Analisa Data Tanah	325
4.14.2.	Daya Dukung Tanah.....	328
4.14.3.	Desain Abutment dan Pilar Jembatan.....	343
4.14.3.1.	Desain Abutment (A1) Jembatan	343
4.14.3.2.	Desain Pilar (P1) Jembatan	344
4.14.4.	Pembebanan Struktur Bangunan Bawah Jembatan.....	345
4.14.4.1.	Beban akibat Kombinasi Pembebanan	345
4.14.4.2.	Beban Rem	346
4.14.4.3.	Beban Gempa	347
4.14.4.4.	Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis	347
4.14.4.5.	Beban Tekanan Tanah Aktif.....	350
4.14.4.6.	Beban Tekanan Tanah Aktif akibat Gempa	352
4.14.5.	Perencanaan Tiang Pancang	353

4.14.5.1.	Kombinasi Pembebanan	353
4.14.5.2.	Repartisi Beban-beban di atas	
	Tiang Kelompok	354
4.14.5.3.	Kontrol Kekuatan Tiang Pancang	357
4.14.6.	Penulangan <i>Abutment</i> Jembatan	359
4.14.6.1.	Penulangan Dinding <i>Abutment</i> Jembatan	359
4.14.6.2.	Penulangan Geser <i>Abutment</i> Jembatan	361
4.14.6.3.	Penulangan <i>Pilecap</i> <i>Abutment</i> Jembatan	361
4.14.7.	Penulangan Pilar Jembatan	366
4.14.7.1.	Penulangan Dinding Pilar Jembatan	366
4.14.7.2.	Penulangan Geser Pilar Jembatan	367
4.14.7.3.	Penulangan <i>Pilecap</i> Pilar Jembatan	368
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		375
5.1.	Kesimpulan	375
5.2.	Saran	377
DAFTAR PUSTAKA		379
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Jembatan Buol	1
Gambar 1. 2 Konstruksi <i>Existing</i> Jembatan Buol.....	2
Gambar 2. 1 Baut secara Umum	10
Gambar 2. 2 Ukuran Las Sudut	13
Gambar 2. 3 <i>Elastomeric Bearings</i>	15
Gambar 2. 4 <i>POT Bearings</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Spherical Bearings</i>	17
Gambar 2. 6 Abutment Tipe Gravitasi	18
Gambar 2. 7 <i>Abutment</i> Tipe T Terbalik.....	19
Gambar 2. 8 Abutment Tipe T Terbalik dengan Penopang.....	20
Gambar 2. 9 Tipe Dinding Penuh.....	21
Gambar 2. 10 Tipe Dua Kolom	21
Gambar 2. 11 Tipe <i>Pilecap</i>	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	25
Gambar 3. 2 Menentukan Tinggi Busur	27
Gambar 3. 3 Sketsa Pembebanan BTR dan BGT	29
Gambar 3. 4 Ilustrasi Beban Hidup T (Truk)	30
Gambar 3. 5 Alternatif Penempatan Pembebanan UDL+KEL ...	35
Gambar 3. 6 Alternatif Penempatan Pembebanan UDL+KEL ...	35
Gambar 3. 7 Alternatif Penempatan Pembebanan UDL+KEL ...	35
Gambar 3. 8 Rasio Tebal dan Lebar Penampang	38
Gambar 4. 1 Ilustrasi Geser Pons pada Lantai Kendaraan	47
Gambar 4. 2 Gelagar Memanjang dan Melintang Jembatan	48
Gambar 4. 3 Faktor Beban Dinamis	49
Gambar 4. 4 Titik Momen Absolut pada Gelagar Memanjang ...	52
Gambar 4. 5 Hasil analisa SAP2000 untuk Momen Absolut	52
Gambar 4. 6 Hasil analisis SAP2000 untuk Gaya V_u	54
Gambar 4. 7 Beban Mati Gelagar Melintang Sesudah Komposit	56
Gambar 4. 8 Ilustrasi Pembebanan Truk “T”	58
Gambar 4. 9 Lendutan akibat beban hidup (UDL + KEL).....	61
Gambar 4. 10 Lendutan akibat beban hidup Truk “T”	62
Gambar 4. 11 Gambar Ikatan Angin Tepi Atas Rangka Jembatan.....	63

Gambar 4. 12 Gambar Ikatan Angin Tepi Bawah Rangka Jembatan.....	64
Gambar 4. 13 Gambar Ikatan Lantai Kendaraan.....	64
Gambar 4. 14 Lokasi Titik 57 untuk Perhitungan Gaya Angin pada Rangka	66
Gambar 4. 15 Penomoran Kabel Busur Baja pada Jembatan Buol	77
Gambar 4. 16 <i>Full Locked Cable</i> sebagai Penggantung Busur ..	78
Gambar 4. 17 Garis Pengaruh Batang Penggantung	79
Gambar 4. 18 Pembagian Segmen Jembatan dan Penomoran Batang yang Ditinjau.....	82
Gambar 4. 19 Garis Pengaruh Batang 152 (Batang Merah)	84
Gambar 4. 20 Garis Pengaruh Batang 198 (Batang Merah)	86
Gambar 4. 21 Garis Pengaruh Batang 137 (Batang Merah)	88
Gambar 4. 22 Garis Pengaruh Batang 127 (Batang Merah)	90
Gambar 4. 23 Garis Pengaruh Batang 146 (Batang Merah)	92
Gambar 4. 24 Garis Pengaruh Batang 192 (Batang Merah)	94
Gambar 4. 25 Garis Pengaruh Batang 113 (Batang Merah)	96
Gambar 4. 26 Garis Pengaruh Batang 115 (Batang Merah)	98
Gambar 4. 27 Garis Pengaruh Batang 138 (Batang Merah)	100
Gambar 4. 28 Garis Pengaruh Batang 180 (Batang Merah)	102
Gambar 4. 29 Garis Pengaruh Batang 105 (Batang Merah)	104
Gambar 4. 30 Garis Pengaruh Batang 107 (Batang Merah)	106
Gambar 4. 31 Garis Pengaruh Batang 186 (Batang Merah)	108
Gambar 4. 32 Garis Pengaruh Batang 47 (Batang Merah)	110
Gambar 4. 33 Garis Pengaruh Batang 176 (Batang Merah)	112
Gambar 4. 34 Garis Pengaruh Batang 92 (Batang Merah)	114
Gambar 4. 35 Garis Pengaruh Batang 93 (Batang Merah)	116
Gambar 4. 36 Garis Pengaruh Batang 91 (Batang Merah)	118
Gambar 4. 37 Garis Pengaruh Batang 12 (Batang Merah)	120
Gambar 4. 38 Garis Pengaruh Batang 10 (Batang Merah)	122
Gambar 4. 39 Garis Pengaruh Batang 174 (Batang Merah)	124
Gambar 4. 40 Garis Pengaruh Batang 68 (Batang Merah)	126
Gambar 4. 41 Garis Pengaruh Batang 87 (Batang Merah)	128
Gambar 4. 42 Garis Pengaruh Batang 4 (Batang Merah)	130

Gambar 4. 43 Garis Pengaruh Batang 161 (Batang Merah).....	132
Gambar 4. 44 Garis Pengaruh Batang 64 (Batang Merah).....	134
Gambar 4. 45 Garis Pengaruh Batang 52 (Batang Merah).....	136
Gambar 4. 46 Garis Pengaruh Batang 22 (Batang Merah).....	138
Gambar 4. 47 Lokasi Batang 152 dan Garis Pengaruh Batang 152 (Batang Merah) akibat Beban Berjalan 1 Ton.....	142
Gambar 4. 48 Permodelan 3D untuk Mendapatkan Gaya Dalam akibat Gaya Angin.....	151
Gambar 4. 49 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Lantai Kendaraan	152
Gambar 4. 50 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Lantai Kendaraan	152
Gambar 4. 51 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Silang Rangka.....	153
Gambar 4. 52 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Silang Rangka.....	154
Gambar 4. 53 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Tepi Atas	155
Gambar 4. 54 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Tepi Atas	155
Gambar 4. 55 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Tepi Bawah.....	157
Gambar 4. 56 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Tepi Bawah.....	157
Gambar 4. 57 Gaya Aksial pada Kolom Portal Akhir Jembatan.....	159
Gambar 4. 58 Momen terhadap Sumbu Y (Moment M2) pada Kolom Portal Akhir Jembatan.....	159
Gambar 4. 59 Momen terhadap Sumbu X (Moment M3) pada Kolom Portal Akhir Jembatan.....	160
Gambar 4. 60 Momen terhadap Sumbu X (<i>Moment M3</i>) dan Gaya Geser (<i>Shear V2</i>) pada Kolom Portal Akhir Jembatan.....	164
Gambar 4. 61 Bentang Kiri Jembatan dengan Titik Merah sebagai Titik Penempatan Beban BGT	166
Gambar 4. 62 Bentang Tengah Jembatan dengan Titik Merah sebagai Titik Penempatan Beban BGT	167

Gambar 4. 63 Bentang Kanan Jembatan dengan Titik Merah sebagai Titik Penempatan Beban BGT.....	167
Gambar 4. 64 Sambungan Balok Memanjang ke Balok Melintang	173
Gambar 4. 65 Sambungan Balok Melintang ke Balok Memanjang.....	175
Gambar 4. 66 Gambar Sambungan Ikatan Angin Kendaraan ...	180
Gambar 4. 67 Gambar Sambungan Ikatan Angin Tepi Bawah	187
Gambar 4. 68 Gambar Sambungan Ikatan Angin Tepi Atas	193
Gambar 4. 69 Gambar Sambungan Ikatan Angin Silang Rangka.....	199
Gambar 4. 70 Pembagian Segment dan Titik Tinjau untuk Perencanaan Sambungan.....	199
Gambar 4. 71 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 1	200
Gambar 4. 72 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	201
Gambar 4. 73 Gambar Sambungan Titik S11.....	206
Gambar 4. 74 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	208
Gambar 4. 75 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	212
Gambar 4. 76 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	216
Gambar 4. 77 Gambar Sambungan Titik S12.....	220
Gambar 4. 78 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	222
Gambar 4. 79 Gambar Sambungan Titik S13.....	225
Gambar 4. 80 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 2.....	225
Gambar 4. 81 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	227
Gambar 4. 82 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	232
Gambar 4. 83 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	236
Gambar 4. 84 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	241
Gambar 4. 85 Gambar Sambungan Titik S21.....	244
Gambar 4. 86 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	246
Gambar 4. 87 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	250
Gambar 4. 88 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	255
Gambar 4. 89 Gambar Sambungan Titik S22.....	258
Gambar 4. 90 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 3	258
Gambar 4. 91 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	260
Gambar 4. 92 Gambar Jarak Pemasangan Baut.....	264

Gambar 4. 93 Gambar Jarak Pemasangan Baut	269
Gambar 4. 94 Gambar Sambungan Titik S31	272
Gambar 4. 95 Gambar Jarak Pemasangan Baut	274
Gambar 4. 96 Gambar Sambungan Titik S32	277
Gambar 4. 97 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 4.....	277
Gambar 4. 98 Gambar Jarak Pemasangan Baut	279
Gambar 4. 99 Gambar Sambungan Titik S41	282
Gambar 4. 100 Gambar Jarak Pemasangan Baut	284
Gambar 4. 101 Gambar Jarak Pemasangan Baut	288
Gambar 4. 102 Gambar Sambungan Titik S42	291
Gambar 4. 103 Gambar Jarak Pemasangan Baut	293
Gambar 4. 104 Gambar Sambungan Titik S43	296
Gambar 4. 105 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 5.....	297
Gambar 4. 106 Gambar Jarak Pemasangan Baut	299
Gambar 4. 107 Gambar Jarak Pemasangan Baut	303
Gambar 4. 108 Gambar Sambungan Titik S51	306
Gambar 4. 109 Gambar Jarak Pemasangan Baut	308
Gambar 4. 110 Gambar Sambungan Titik S52	311
Gambar 4. 111 Titik Tinjau untuk Perhitungan Sambungan Portal Akhir	312
Gambar 4. 112 Gambar Jarak Pemasangan Baut	314
Gambar 4. 113 Gambar Sambungan Titik P1	316
Gambar 4. 114 Gambar Sambungan Titik P2	318
Gambar 4. 115 Konfigurasi Tipe <i>POT Bearing</i> dengan Penomoran Titik Perletakkan	318
Gambar 4. 116 Lokasi Jembatan Buol dan Zona Wilayah Gempa Indonesia	321
Gambar 4. 117 Data <i>Borehole</i> DB-3 untuk Pilar 1	326
Gambar 4. 118 Data <i>Borehole</i> DB-4 untuk Abutment 1	327
Gambar 4. 119 Grafik Daya Dukung Tanah Pilar 1	342
Gambar 4. 120 Grafik Daya Dukung Tanah Abutment 1.....	342
Gambar 4. 121 Desain <i>Abutment</i> 1 (A1) Jembatan Buol	343
Gambar 4. 122 Desain Pilar 1 (P1) Jembatan Buol.....	344
Gambar 4. 123 Beban Gandar Truk	346

Gambar 4. 124 Tekanan Tanah Aktif dan Beban Lalu Lintas (q)	351
Gambar 4. 125 Rencana Tiang Pancang <i>Abutment</i>	355
Gambar 4. 126 Rencana Tiang Pancang Pilar	355
Gambar 4. 127 Hasil Analisis Abutment dengan <i>Software Spcolumn</i>	360
Gambar 4. 128 Rencana Penulangan Longitudinal Dinding Abutment	360
Gambar 4. 129 Daerah Tulangan Lentur Sisi Panjang	362
Gambar 4. 130 Daerah Tulangan Lentur Sisi Pendek	363
Gambar 4. 131 Penampang Kritis <i>Pilecap</i> Akibat Dinding Abutment	365
Gambar 4. 132 Hasil Analisis Pilar dengan <i>Software Spcolumn</i>	366
Gambar 4. 133 Rencana Penulangan Longitudinal Dinding Pilar	367
Gambar 4. 134 Daerah Tulangan Lentur Sisi Panjang	369
Gambar 4. 135 Daerah Tulangan Lentur Sisi Pendek	370
Gambar 4. 136 Penampang Kritis <i>Pilecap</i> Akibat Dinding Abutment	372

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tipe Jembatan menurut Panjang Bentang	7
Tabel 2. 2 Gaya Tarik Baut Minimum	11
Tabel 2. 3 Ukuran Minimum Las Sudut.....	14
Tabel 3. 1 Tekanan Angin Dasar.....	31
Tabel 3. 2 Nilai V_o dan Z_o	32
Tabel 3. 3 Faktor Modifikasi Respons	34
Tabel 3. 4 Akselerasi Puncak PGA di Batuan Dasar.....	34
Tabel 3. 5 Koefisien Tanah	34
Tabel 3. 6 Eksentrisitas Sambungan.....	37
Tabel 3. 7 Faktor Panjang Efektif	39
Tabel 3. 8 Panjang Bentang untuk Pengekang Lateral.....	41
Tabel 3. 9 Gaya Tarik Baut Minimum	42
Tabel 4. 1 Gaya Angin Tekan Rangka	67
Tabel 4. 2 Gaya Angin Hisap Rangka.....	71
Tabel 4. 3 Panjang Penggantung Busur Jembatan.....	77
Tabel 4. 4 Garis Pengaruh Batang Penggantung.....	80
Tabel 4. 5 Gaya Aksial yang Diterima oleh Batang Penggantung.....	82
Tabel 4. 6 Garis Pengaruh Batang 152.....	84
Tabel 4. 7 Garis Pengaruh Batang 198.....	86
Tabel 4. 8 Garis Pengaruh Batang 137.....	88
Tabel 4. 9 Garis Pengaruh Batang 127.....	90
Tabel 4. 10 Garis Pengaruh Batang 146.....	92
Tabel 4. 11 Garis Pengaruh Batang 192.....	94
Tabel 4. 12 Garis Pengaruh Batang 113.....	96
Tabel 4. 13 Garis Pengaruh Batang 115.....	98
Tabel 4. 14 Garis Pengaruh Batang 138.....	100
Tabel 4. 15 Garis Pengaruh Batang 180.....	102
Tabel 4. 16 Garis Pengaruh Batang 105.....	104
Tabel 4. 17 Garis Pengaruh Batang 107.....	106
Tabel 4. 18 Garis Pengaruh Batang 186.....	108
Tabel 4. 19 Garis Pengaruh Batang 47.....	110
Tabel 4. 20 Garis Pengaruh Batang 176.....	112

Tabel 4. 21 Garis Pengaruh Batang 92	114
Tabel 4. 22 Garis Pengaruh Batang 93	116
Tabel 4. 23 Garis Pengaruh Batang 91	118
Tabel 4. 24 Garis Pengaruh Batang 12	120
Tabel 4. 25 Garis Pengaruh Batang 10	122
Tabel 4. 26 Garis Pengaruh Batang 174	124
Tabel 4. 27 Garis Pengaruh Batang 68	126
Tabel 4. 28 Garis Pengaruh Batang 87	128
Tabel 4. 29 Garis Pengaruh Batang 4	130
Tabel 4. 30 Garis Pengaruh Batang 161	132
Tabel 4. 31 Garis Pengaruh Batang 64	134
Tabel 4. 32 Garis Pengaruh Batang 52	136
Tabel 4. 33 Garis Pengaruh Batang 22	138
Tabel 4. 34 Gaya Aksial yang Diterima oleh Batang Struktur ..	140
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kelangsingan Profil	
Rangka Utama Jembatan	145
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kapasitas Tekan Profil	
Rangka Utama Jembatan	147
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kapasitas Tarik Profil	
Rangka Utama Jembatan (Lanjutan)	149
Tabel 4. 38 Hasil Rekapitulasi Desain Profil Jembatan Buol....	168
Tabel 4. 39 Perhitungan Manual Berat Struktur	170
Tabel 4. 40 Perhitungan Berat Struktur dengan SAP2000	171
Tabel 4. 41 Tipe-tipe Baut <i>Friction</i>	171
Tabel 4. 42 Tipe-tipe Baut <i>Friction</i>	172
Tabel 4. 43 Berat Struktur yang Diterima Tiap Perletakkan	319
Tabel 4. 44 Berat Struktur yang Diterima Tiap Perletakkan	320
Tabel 4. 45 Tabel Akselerasi Puncak di Batuan Dasar (A)	321
Tabel 4. 46 Periode Alami Struktur (T)	322
Tabel 4. 47 Nilai Koefisien Tanah (S)	322
Tabel 4. 48 Faktor Modifikasi Respon (Rd)	323
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Gaya Horizontal dan Vertikal	
Perletakan	324
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Tipe <i>POT Bearing</i> dan Kontrol	
Kapasitas Vertikal	325

Tabel 4. 51 Rekapitulasi Tipe <i>POT Bearing</i> dan Kontrol Kapasitas Horizontal	325
Tabel 4. 52 Rekapitulasi Nilai N-SPT DB-3 untuk Pilar 1	327
Tabel 4. 53 Rekapitulasi Nilai N-SPT DB-4 untuk Abutment 1	328
Tabel 4. 54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1)	329
Tabel 4. 55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1)	335
Tabel 4. 56 Beban Struktur Atas Kombinasi pada <i>Abutment</i>	345
Tabel 4. 57 Beban Struktur Atas Kombinasi pada Pilar	346
Tabel 4. 58 Kombinasi Pembebanan Pilar dan Abutment	354
Tabel 4. 59 Beban Vertikal Ekuivalen Tiang Pancang	356

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

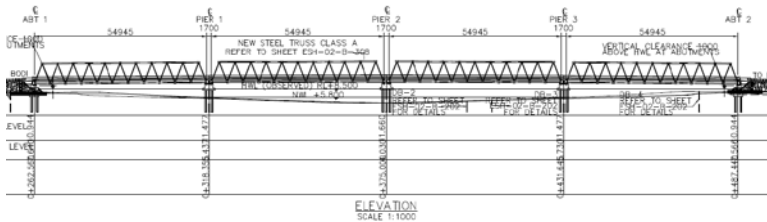
Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Dalam perencanaan jembatan, sebaiknya tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural saja, tetapi juga perlu meninjau aspek estetika.

Pada kondisi saat ini, jembatan di sungai Buol kabupaten Buol Sulawesi Tengah merupakan jembatan dengan konstruksi rangka batang baja sederhana (lihat **Gambar 1.2**). Jembatan ini termasuk jembatan kelas nasional yang menghubungkan jalan lintas provinsi antara provinsi Sulawesi Tengah dan Gorontalo.

Jembatan Buol terletak di Kabupaten Buol Sulawessi Tengah yang termasuk dalam wilayah zona gempa 2 menurut SNI 2833:2008 (lihat **Gambar 1.1**) Jembatan ini memiliki panjang bentang bersih yaitu 223.5 m dengan 4 segmen dan 3 pilar. Setiap segmennya memiliki panjang bentang sebesar 55.875 meter dan lebar 9 meter.



Gambar 1.1 Lokasi Jembatan Buol



Gambar 1.2 Konstruksi *Existing* Jembatan Buol

Jembatan Buol memiliki estetika yang kurang baik karena jembatan ini terdiri dari 4 jembatan dengan bentuk rangka baja yang sama. Mengulang *span* yang sama berulang kali akan terlihat membosankan dan monoton (Barker dan Puckett, 1997). Oleh karena itu, dengan kondisi jembatan Buol saat ini dibutuhkan jembatan baru selain kuat serta memiliki estetika yang baik.

Jembatan dengan tipe *Continuous steel truss arch* memiliki keunggulan dalam kekuatan dan estetika. Dalam hal kekuatan, *Continuous steel truss arch* lebih kaku serta membutuhkan *expansion joint* dan pilar yang lebih sedikit dibandingkan dengan model *simple steel truss*. Sedangkan dalam hal estetika, *Continuous steel truss arch* menggunakan satu bentuk melengkung menerus dan tidak mengulang bentuk yang sama. Selain itu model ini masih sedikit digunakan di Indonesia sehingga tidak terlihat membosankan dan menjadi landmark bagi Kabupaten Buol yang dapat meningkatkan perekonomian warga sekitar.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan Tugas Akhir ini adalah bagaimana merencanakan struktur jembatan buol dengan *continuous steel truss arch*. Permasalahan detailnya antara lain :

1. Bagaimana merencanakan model dari konstruksi jembatan *continuous steel truss arch* sesuai dengan kondisi lapangan yang ada?
2. Bagaimana menganalisa pembebanan dari konstruksi jembatan *continuous steel truss arch* yang mengacu pada SNI 1725:2016?
3. Bagaimana memodelkan struktur jembatan pada program SAP2000 ?
4. Bagaimana menuangkan hasil akhir perencanaan ke dalam gambar teknik sesuai standar?

1.3. Tujuan

Tujuan utama yang ingin dicapai pada tugas ini adalah dapat merencanakan struktur jembatan *continuous steel truss arch*.

Tujuan secara detailnya antara lain :

1. Dapat merencanakan model dari konstruksi jembatan *continuous steel truss arch* sesuai dengan kondisi lapangan yang ada.
2. Dapat menganalisa pembebanan dari konstruksi jembatan *continuous steel truss arch* yang mengacu pada SNI 1725:2016.
3. Dapat memodelkan struktur jembatan pada program SAP2000.
4. Dapat menuangkan hasil akhir perencanaan ke dalam gambar teknik sesuai standar.

1.4. Batasan Masalah

Perencanaan pada Tugas akhir ini perlu difokuskan sehingga perlu batasan masalah sebagai berikut :

1. Tidak merencanakan analisa biaya konstruksi dan waktu.
2. Tidak merencanakan metode pelaksanaan konstruksi.
3. Tidak merencanakan perkerasan dan desain jalan pendekat.

4. Tidak memperhitungkan *scouring* dan tumbukan kapal

1.5. Manfaat

Penyusunan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Jembatan Buol dengan Konstruksi *continuous steel truss arch* dapat menjadi jembatan yang kuat dari segi struktural serta indah dalam estetika, sehingga dapat menjadi *landmark* bagi kabupaten Buol yang dapat meningkatkan pariwisata dan perekonomian masyarakat sekitar.
2. Manfaat untuk penulis sendiri, dapat meningkatkan pengetahuan dan melatih *sense of engineering* dalam merencanakan jembatan, khususnya jembatan dengan konstruksi *continuous steel truss arch*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Jembatan adalah jalan yang terletak di atas permukaan air atau di atas permukaan tanah yang dibangun untuk menyebrangi jurang atau hambatan seperti sungai, rel kereta api, jalan raya dan lain-lain.

Jembatan dibangun tak hanya mempertimbangkan kegunaan dari jembatan itu sendiri tetapi mempertimbangkan aspek ekonomis dan estetika. Pada perkembangannya, untuk mendukung aspek ekonomi dan aspek estetika dibangunlah jembatan dengan berbagai macam bentuk serta material yang digunakan.

Terdapat beberapa jenis jembatan menurut kegunaan, jenis material dan sistem struktur yang digunakan. Untuk jenis jembatan menurut kegunaannya dibagi beberapa jenis sebagai berikut :

- a. Jembatan jalan raya
- b. Jembatan pejalan kaki
- c. Jembatan hiasan
- d. Jembatan kereta api
- e. Jembatan taxiway
- f. Jembatan air
- g. Jembatan pipa

Sedangkan jenis jembatan menurut jenis material dapat dibagi beberapa jenis sebagai berikut :

- a. Jembatan kayu
- b. Jembatan baja

- c. Jembatan beton
- d. Jembatan komposit

Sedangkan jenis jembatan menurut jenis sistem struktur dapat dibagi beberapa jenis sebagai berikut :

- a. Jembatan kabel
- b. Jembatan gantung
- c. Jembatan rangka
- d. Jembatan pelengkung
- e. Jembatan gelagar
- f. Jembatan kantilever
- g. Jembatan menerus

Penentuan tipe jembatan meliputi pertimbangan dari beberapa faktor. Secara umum, beberapa faktor menurut Barker dkk, 2013 dapat dinyatakan sebagai berikut :

- a. Kondisi geometrik di lapangan
- b. Kondisi tanah dan gempa di lapangan
- c. Fungsi yang dibutuhkan
- d. Estetika
- e. Ekonomis dan kemudahan perawatan
- f. Konstruksi dan pertimbangan pelaksanaan
- g. Pertimbangan peraturan
- h. Estetika

Panjang bentang yang ditentukan dari kondisi geometrik pada jembatan, menentukan tipe jembatan yang akan dibangun. Panjang bentang dibagi atas pendek, menengah dan panjang. Klasifikasi tipe jembatan menurut panjang bentang menurut Barker dkk, 2013 dapat dilihat pada **Tabel 2.1** sebagai berikut :

**Tabel 2. 1 Tipe Jembatan menurut Panjang Bentang
(Barker dkk, 2013)**

Structural Type	Material	Range of Spans, ft (m)	Maximum Span in Service, ft (m)
Slab	Concrete	0–40 (0–12)	
Girder	Concrete	40–1000 (12–300)	988 (301), Stolmasundet, Norway, 1998
	Steel	100–1000 (30–300)	984 (300), Ponte Costa e Silva, Brazil, 1974
Cable-stayed girder	Steel	300–3500 (90–1100)	3570 (1088), Sutong, China, 2008
Truss	Steel	300–1800 (90–550)	1800 (550), Pont de Quebec, Canada, 1917 (rail) 1673 (510), Minato, Japan, 1974 (road)
	Concrete	300–1380 (90–420)	1378 (420), Wanxian, China, 1997
Arch	Steel truss	800–1800 (240–550)	1805 (550), Lupu, China, 2003
	Steel	1000–6600 (300–2000)	6530 (1991), Akashi-Kaikyo, Japan, 1998

2.2. Jembatan Pelengkung

Jembatan pelengkung secara estetika menyenangkan dan bisa kompetitif dalam segi ekonomis dengan tipe jembatan yang lain (Barker dkk, 2013). Umumnya yang dimaksud dengan jembatan busur adalah suatu konstruksi jembatan yang pada pembebanan oleh beban vertikal memberikan reaksi perletakan dalam arah horizontal (Harwijono dkk, 2007). Pemberian bentuk busur dimaksudkan untuk mengurangi momen lentur pada jembatan, sehingga penggunaan bahan menjadi lebih efisien, dibandingkan dengan gelagar atau balok paralel. Adapun pemilihan jenis Konstruksi dan Bentuk Busur menurut Harwijono, 2007 dapat ditentukan sebagai berikut:

- a. Menurut sifat gaya horizontal pada busur:
 - Busur asli
 - Busur dengan batang Tarik

- b. Menurut perletakan (jumlah sendi) :
 - Busur terjepit
 - Busur dengan dua sendi
 - Busur dengan tiga sendi

- c. Menurut kedudukan lantai kendaraan :
- Busur dengan lantai kendaraan di atas
 - Busur dengan lantai kendaraan di bawah
 - Busur dengan lantai kendaraan di tengah
- d. Menurut jenis gelagar pemikul utama :
- Busur dinding penuh
 - Busur rangka batang
- e. Menurut keadaan tanah dasar :
- Tebing yang curam, kokoh dan tinggi lebih cocok busur dengan lantai kendaraan diatas
 - Bila pada lantai kendaraan diatas pangkal busur terkena muka air, maka busur dengan lantai kendaraan di tengah
 - Tanah yang kurang kuat untuk menerima reaksi horizontal busur bisa menambahkan batang tarik
 - Untuk mengurangi besarnya gaya horizontal dari perletakan dapat dipikirkan alternatif suatu seri busur (rangkaian beberapa busur)
- f. Menurut besarnya bentang :
- Bentang 250 m dapat menggunakan busur dinding penuh.
 - Bentang 250 m hingga 600 m dapat menggunakan busur rangka batang.
- g. Menurut besarnya beban :
- Skema beban ringan : busur dinding penuh.
 - Skema beban berat : busur rangka batang.

- h. Menurut segi estetik :
- Kesan kelangsingan : penampang puncak lebih kecil dari penampang pangkal
 - Kesan yang tenang : dinding penuh.

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga, 2011, efisiensi pemakaian struktur pelengkung akan lebih tinggi jika lokasinya tepat seperti lembah ataupun sungai yang dalam dimana pondasi melengkung terlerak pada tanah keras.

Adapun kelebihan jembatan pelengkung menurut Direktorat Jendral Bina Marga, 2011 sebagai berikut :

- a. Keseluruhan bagian pelengkung menerima tekan, dan gaya tekan ini ditransfer ke abutmen dan ditahan oleh tegangan tanah dibawah pelengkung. Tanpa gaya tarik yang diterima oleh pelengkung memungkinkan jembatan pelengkung bisa dibuat lebih panjang dari jembatan balok dan bisa menggunakan material yang tidak mampu menerima tarik dengan baik seperti beton.
- b. Bentuk jembatan pelengkung adalah inovasi dari peradaban manusia yang memiliki nilai estetika tinggi namun memiliki struktur yang kuat yang terbukti jembatan pelengkung romawi kuno masih berdiri sampai sekarang

Kekurangan dari jembatan pelengkung menurut Direktorat Jendral Bina Marga, 2011 sebagai berikut :

- a. Konstruksi jembatan pelengkung lebih sulit daripada jembatan balok karena pembangunan jembatan ini memerlukan metode pelaksanaan yang cukup rumit karena struktur belum dikatakan selesai sebelum kedua bentang bertemu di tengah-tengah. Salah satu tekniknya dengan membuat *scaffolding* dibawah bentang untuk menopang struktur sampai bertemu di puncak

2.3. Sambungan

Struktur baja merupakan struktur yang terdiri dari komponen-komponen baja yang disambung bersama dengan beberapa metode. Metode yang digunakan ialah metode las, metode baut, metode paku keling atau gabungan antara kedua metode tersebut.

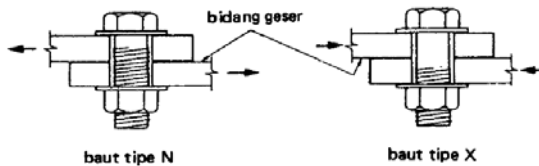
Fungsi sambungan selain menyatukan komponen-komponen pada suatu struktur, juga berfungsi sebagai penyalur beban dari satu komponen ke komponen yang lain. (Marwan dan Isdarmanu, 2006)

Menurut SNI 1729:2002, Sambungan terdiri dari komponen-komponen sambungan yaitu :

1. Pelat pengisi
2. Pelat buhul
3. Pelat pendukung
4. Pelat penyambung
5. Alat pengencang (Baut dan Las)

2.3.1. Sambungan Baut

Baut adalah alat pengencang dengan batang bulat dan berulir. Salah satu ujungnya dibentuk kepala baut dengan bentuk kepala segi enam dan ujung lainnya dipasang pengunci (lihat **Gambar 2.1**).



Gambar 2.1 Baut secara Umum

Terdapat dua jenis baut yang biasa digunakan pada konstruksi baja. Pertama adalah baut biasa yang digunakan pada struktur ringan yang menahan beban statis atau untuk menyambung batang-batang sekunder. Jenis yang kedua adalah baut dengan mutu tinggi dengan pemasangan dikencangkan sedemikian rupa sehingga menahan suatu tekanan yang besar dan bisa menjepit dengan keras bagian-bagian struktur yang disambung (Anom dkk, 2000).

Baut mutu tinggi memiliki gaya tarik minimum yang harus dicapai yang dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2. 2 Gaya Tarik Baut Minimum
(RSNI T-03-2005 Tabel 2)

Diameter nominal baut [mm]	Gaya tarik minimum [kN]
16	95
20	145
24	210
30	335
36	490

Beberapa kelebihan sambungan menggunakan baut antara lain :

- Lebih mudah dalam pemasangan konstruksi di lapangan.
- Konstruksi sambungan baut dapat dibongkar-pasang.
- Baut jenis *Baut Pass* kuat digunakan untuk konstruksi berat, termasuk jembatan.

2.3.2. Sambungan Las

Proses pengelasan ialah proses penyambungan antara dua logam dengan cara memanaskan baja hingga mencapai suhu leleh dengan atau tanpa bahan pengisi. Pada umumnya mutu bahan pengisi yang merupakan kawat las lebih besar atau sama dengan

mutu baja yang akan disambung. Pada pelaksanaannya terdapat beberapa tipe sambungan las antara lain sebagai berikut :

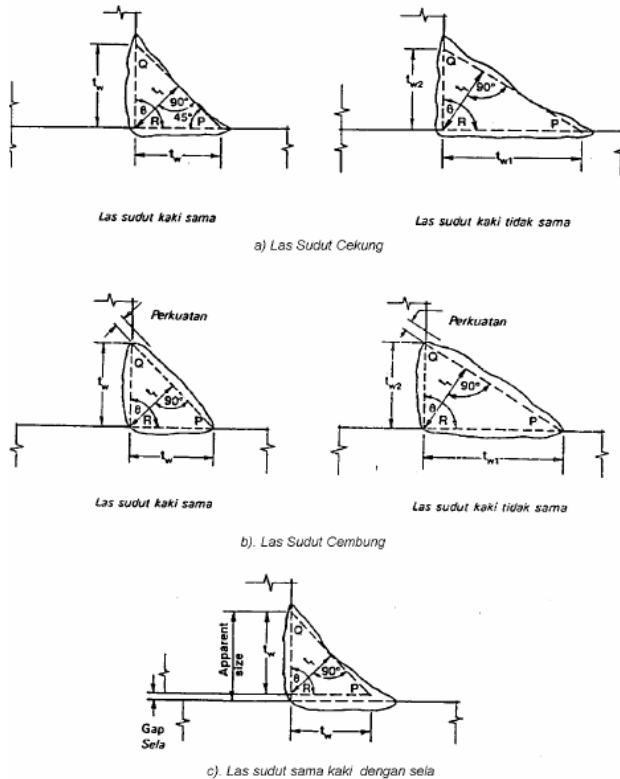
2.3.2.1. Las Tumpul

Las tumpul digunakan untuk menghubungkan ujung-ujung batang yang bidang permukaannya sama. Las ini biasanya dipakai untuk sambungan kolom, pada pangkal pertemuan gelagar ke kolom, dan pada sambungan dari flens girder pelat. (Anom dkk, 2000)

Ada beberapa bahan las yang dapat digunakan, antara lain FE60XX, FE70XX, FE80XX, FE90XX, FE100XX dan FE110XX . E adalah Elektrode, sedangkan 60 – 110 menunjukkan kekuatan tarik minimum dalam KSI (1ksi= 70.3 kg/cm²), serta digit xx menunjukkan tipe coatingnya (Marwan dan Isdarmanu 2006)

2.3.2.2. Las Sudut

Ukuran las sudut didefinisikan sebagai panjang sisi (kaki) dari segitiga yang terdapat pada penampang las (lihat **Gambar 2.2**). Pada umumnya, sisi-sisi segitiga las mempunyai panjang yang sama. Las dengan panjang sisi yang berbeda kurang efektif bila dibandingkan dengan panjang sisi yang sama. (Anom dkk, 2000)



Gambar 2. 2 Ukuran Las Sudut
(RSNI T-03-2005)

Ukuran minimum las sudut yang digunakan untuk memperkuat sambungan las ditentukan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2. 3 Ukuran Minimum Las Sudut
(Sumber: RSNI T-03-2005)

Tebal Bagian Paling Tebal t mm	Ukuran Minimum Las Sudut t_w mm
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t \leq 20$	6
$20 < t \leq 40$	8
$40 < t \leq 60$	10
$60 < t \leq 70$	12

Menurut RSNI T-03-2005, ukuran maksimum las sudut sepanjang tepi komponen yang disambung ialah sebagai berikut:

- Untuk komponen dengan tebal kurang dari 6 mm, diambil setebal komponen.
- Untuk komponen dengan tebal 6 mm atau lebih, ukuran las harus diambil sebesar tebal bahan dikurangi 1 mm.

Beberapa kelebihan sambungan yang menggunakan las :

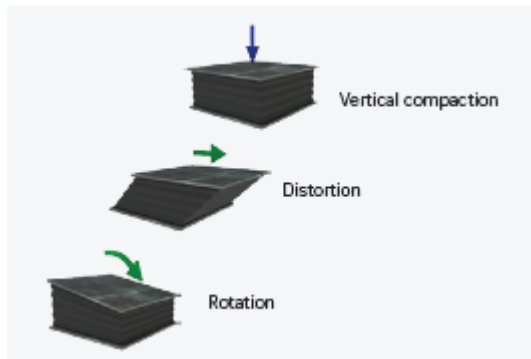
- Konstruksi sambungan memiliki bentuk lebih rapi.
- Konstruksi baja dengan sambungan las memiliki berat lebih ringan, hanya berkisar 1 – 1,5% dari berat konstruksi, sedang dengan paku keling / baut berkisar 2,5 – 4% dari berat konstruksi.
- Pengerjaan konstruksi relatif lebih cepat (tidak perlu membuat lubang-lubang baut, tak perlu memasang potongan baja siku / pelat penyambung, dan sebagainya).
- Luas penampang batang baja tetap utuh karena tidak dilubangi, sehingga kekuatannya utuh.

2.4. Perletakan

Perletakan ialah komponen jembatan yang berfungsi untuk mendistribusikan beban bangunan atas ke bangunan bawah. Perletakan untuk jembatan dibedakan menjadi 3 tipe yaitu *Elastomeric Bearing*, *POT Bearing* dan *Spherical Bearing*.

2.4.1. *Elastomeric Bearings*

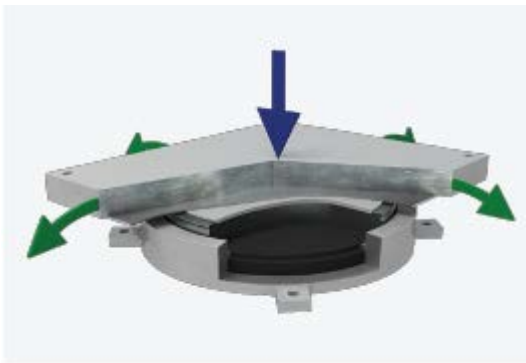
Elastomeric Bearing umumnya digunakan untuk menahan beban vertikal kurang dari 18000 kN. Kapasitas deformasi dari perletakan ini menentukan pergerakan yang diperbolehkan. Kapasitas tekan yang diizinkan akan berkurang seiring dengan bertambahnya pergerakan dari perletakan. Perletakan ini dibuat dari lapisan lapisan karet dan pelat baja. Bentuk dari *Elastomeric Bearing* dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2.3 *Elastomeric Bearings*
(Sumber : Brosur Soletanche Freyssinet)

2.4.2. *POT Bearings*

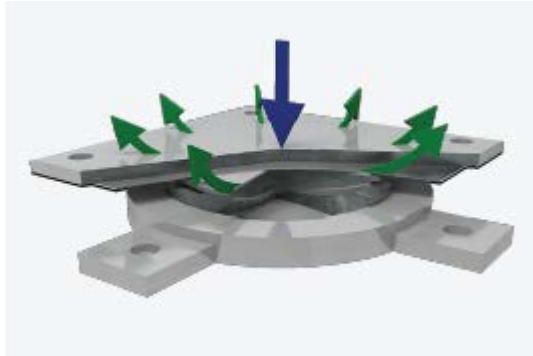
POT Bearing umumnya digunakan untuk menahan beban vertikal yang sangat besar. Perletakan ini dibuat dari *elastomeric disc* yang terletak diantara wadah baja dan dapat menahan beban yang lebih besar dibandingkan perletakan *elastomeric* sederhana. *POT Bearing* dibagi atas 3 tipe yaitu Fix, Free dan Guided. Bentuk dari *POT Bearing* dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



Gambar 2.4 *POT Bearings*
(Sumber : Brosur Soletanche Freyssinet)

2.4.3. *Spherical Bearings*

Spherical Bearing dapat menerima beban vertikal dan rotasi yang besar. Perletakan ini tidak memiliki komponen *elastomeric* seperti *POT Bearing*. Rotasi yang diterima oleh perletakan ini terjadi pada permukaan *spherical* yang terbuat dari baja. *Spherical Bearing* dibagi atas 3 tipe yaitu Fix, Free dan Guided. Bentuk dari *Spherical Bearing* dapat dilihat pada **Gambar 2.5**



Gambar 2. 5 *Spherical Bearings*
(Sumber : Brosur Soletanche Freyssinet)

2.5. Abutment Jembatan

Kepala jembatan (abutment) merupakan bagian bawah bangunan jembatan yang memiliki tugas untuk memikul semua beban yang bekerja pada jembatan dan meneruskan beban yang dipikul jembatan menuju tanah dan diteruskan kepada pondasi.

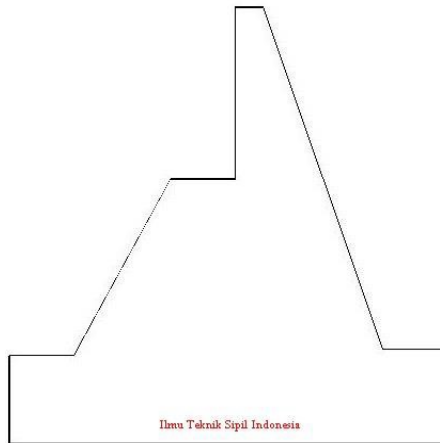
Selain beban-beban yang bekerja pada struktur atas, dalam merencanakan abutment perlu memperhitungkan kondisi lingkungan seperti gempa, scouring (gerusan), angin, dan penyebab lingkungan lainnya. Bentuk struktur umum abutment identik dengan struktur retaining wall (tembok penahan tanah), tetapi berbeda dari perencanaan beban yang bekerja di atasnya.

Adapun jenis-jenis abutment terdiri beberapa tipe, antara lain:

1. *Abutment* Tipe Gravitasi

Beban yang diterima oleh tipe *abutment* ini ditahan oleh berat sendiri. *Abutment* ini sering digunakan pada jembatan dengan struktur yang tidak terlalu tinggi dan tanah pondasinya yang

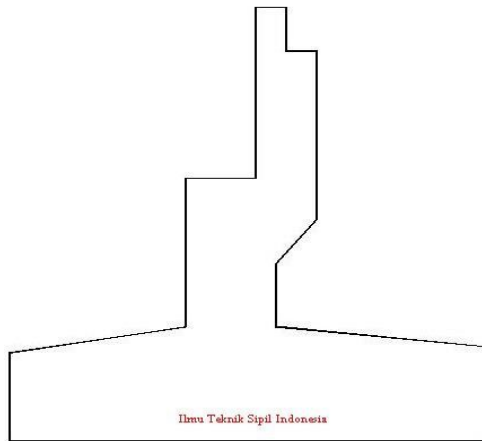
baik karena bentuknya sederhana dan dalam pelaksanaannya tidak begitu rumit,. Pada umumnya material yang digunakan terbuat dari batu kali atau beton (lihat **Gambar 2.6**). Biasanya abutment ini digunakan pada jembatan dengan bentang yang tidak terlalu panjang.



Gambar 2. 6 Abutment Tipe Gravitasi
(Civeng, 2015)

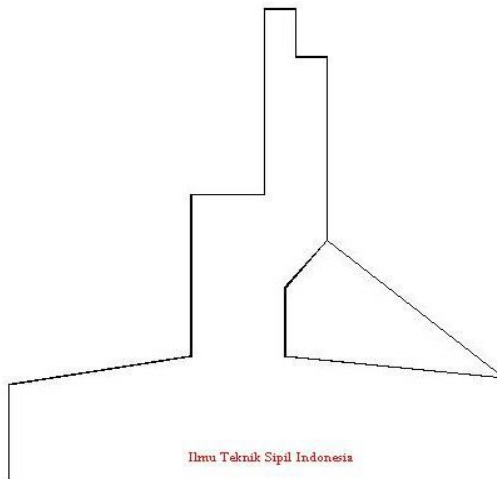
2. *Abutment* Tipe T Terbalik

Abutment tipe ini merupakan tipe dinding penahan dengan balok kantilever (poer). Ketahanan *abutment* ini berasal dari berat sendiri serta berat tanah diatas pelat tumpuan/poer. Dimana *abutment* ini terlihat lebih langsing daripada *abutment* dengan tipe gravitasi (lihat **Gambar 2.7**). Pada umumnya *abutment* ini digunakan pada struktur yang lebih panjang dan berat serta material yang digunakan merupakan beton bertulang.



Gambar 2.7 *Abutment* Tipe T Terbalik
(Civeng, 2015)

3. **Abutment Tipe T Terbalik dengan Penopang**
Abutment ini hampir sama dengan abutment tipe T terbalik, tetapi jenis ini diberi penopang pada sisi belakang dinding *abutment* (counterfort) yang bertujuan untuk memperkecil gaya yang berkerja pada dinding dan pada tumpuan. Abutment ini biasanya digunakan untuk konstruksi dengan struktur yang lebih panjang dan berat serta material yang digunakan merupakan beton bertulang (lihat **Gambar 2.8**).



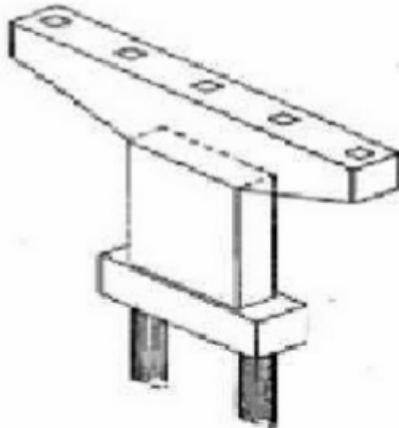
Gambar 2. 8 Abutment Tipe T Terbalik dengan Penopang
(Civeng, 2015)

2.6. Pilar

Pilar berfungsi menyalurkan gaya gaya vertikal dan horisontal dari bangunan atas ke pondasi. Berbeda dengan abutmen yang jumlahnya hanya 2 buah dalam satu jembatan, maka pilar ini belum tentu ada atau berjumlah lebih dari 2 dalam suatu jembatan.

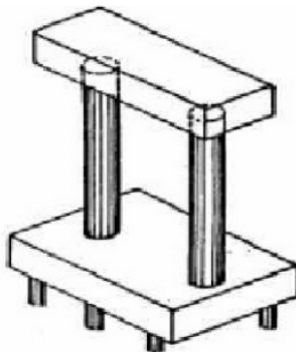
Secara umum, ada beberapa macam tipe pilar jembatan sebagai berikut :

1. Tipe Dinding Penuh



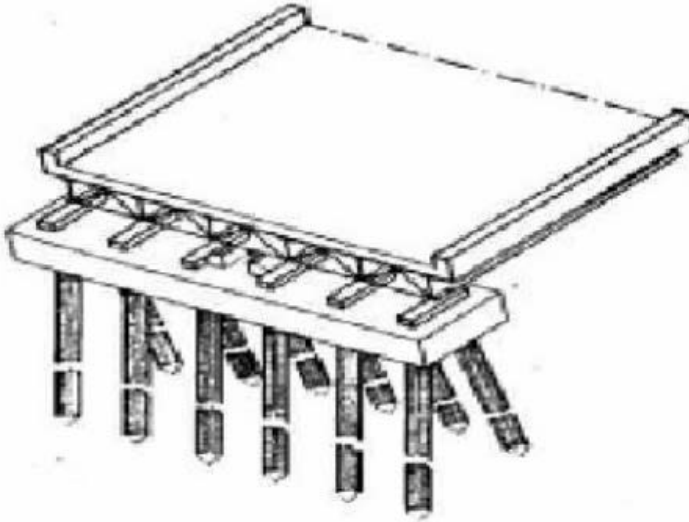
Gambar 2. 9 Tipe Dinding Penuh
(BMS 1992)

2. Tipe Dua Kolom



Gambar 2. 10 Tipe Dua Kolom
(BMS 1992)

3. Tipe *Pilecap*



Gambar 2. 11 Tipe *Pilecap*
(BMS 1992)

2.7. Pondasi

Pondasi adalah merupakan suatu struktur pendukung utama dari struktur bangunan yang berfungsi meneruskan dan menyebarkan beban yang diterimanya dari struktur atas bangunan ke bangunan bawah dan menuju lapisan tanah pendukung, Fungsi utamanya adalah untuk menahan beban bangunan yang ditimbulkan oleh konstruksi yang berada di atasnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan.

Untuk menunjang suatu struktur bangunan yang mempunyai beban yang besar dan berat, maka pada bangunan sipil

biasanya digunakan suatu pondasi dalam yang berupa tiang pancang (Bowles, 1988).

Jenis - Jenis Pondasi :

a. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung tanpa diteruskan ke tanah keras. Pada umumnya suatu pondasi dikatakan pondasi dangkal jika $D/B < 1$. Dimana nilai D adalah kedalaman dari pondasi dan nilai B adalah lebar pondasi. Tanah pendukung pondasi dangkal terletak pada permukaan tanah atau kedalaman 2-3 m dari permukaan tanah. Adapun jenis-jenis pondasi dangkal sebagai berikut:

- a. Pondasi telapak dan pondasi memanjang
- b. Pondasi Rakit (Raft Foundation atau Mat Foundation)
- c. Pondasi Sistem Cakar Ayam

b. Pondasi Dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relative jauh dari permukaan. Pondasi dalam digunakan bila lapisan tanah didasar pondasi tidak mampu mendukung beban dan harus dilimpahkan ke lapisan tanah yang terletak cukup dalam. Umumnya dikatakan pondasi dalam apabila $D > 4B$ sampai $5B$, dimana nilai D adalah kedalaman dan nilai B adalah lebar dari pondasi. Adapun jenis-jenis pondasi dalam adalah sebagai berikut :

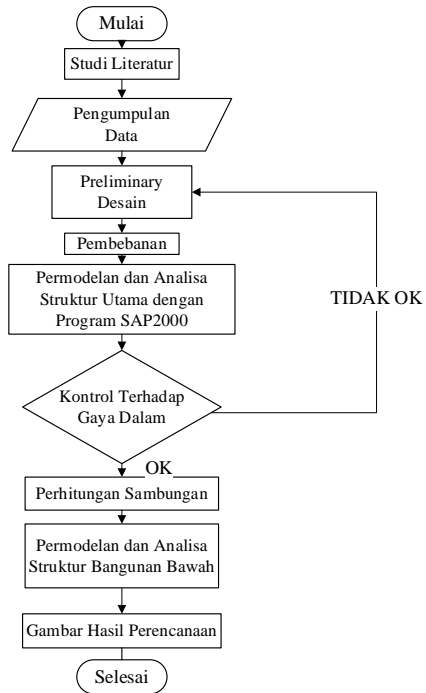
- a. Pondasi Sumuran (Pier Foundation)
- b. pondasi Kaison
- c. Pondasi Tiang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1. Urutan Pengerjaan

Berikut ini adalah langkah – langkah dalam mengerjakan Tugas Akhir ini yang digambarkan dengan diagram alir pada **Gambar 3.1** dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2. Penjelasan

Secara garis besar langkah-langkah ini mencakup beberapa hal pokok, antara lain :

3.2.1. Studi Literatur

Melakukan studi literature dengan berpedoman dengan beberapa standar peraturan sebagai bahan pustaka dalam pengerjaan tugas akhir ini, antara lain :

- a. Bridges Management System (BMS) 1992
- b. SNI 1725:2016 (pembebanan untuk jembatan)
- c. SNI 2847:2013 (untuk perhitungan pelat lantai kendaraan)
- d. RSNI T-03-2005 (perencanaan struktur baja untuk jembatan)
- e. SNI 2833:2008 (ketahanan gempa untuk jembatan)

3.2.2. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan antara lain :

- Bentang jembatan : 223.5 m
- Lokasi : Buol, Sulawesi Tengah
- Ruas jalan : Buol - Gorontalo
- Letak jembatan : 720 m dari pantai
- Zona wilayah gempa : 2 (SNI 2833:2008)

3.2.3. Preliminary Design

3.2.1.1. Mutu Bahan:

- Mutu beton pelat ($f'c$) : 25 MPa
- Mutu baja tulangan pelat (f_y) : 392 MPa
- Struktur utama (f_y) :
 Profil *Circular Hollow* : 317 MPa
 (A500 Grade B)
- Profil Siku dan WF : 250 MPa (A36)
- Profil Box : 345 MPa (SN490 B)

- Mutu baut sambungan menggunakan ASTM A325 untuk sambungan baut antar profil.

3.2.1.2. Tebal pelat lantai kendaraan

Pelat lantai yang berfungsi sebagai jalan kendaraan pada jembatan harus mempunyai tebal minimum t_s , yang memenuhi kedua ketentuan berikut:

$$t_s \geq 200 \text{ mm dan } t_s \geq 100 + 40 L \text{ (m)}$$

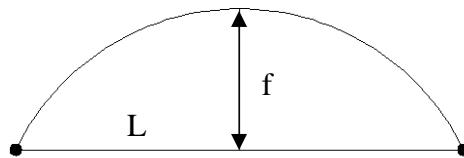
dimana t_s diberikan dalam millimeter (BMS K6.7.1.2)

3.2.1.3. Dimensi busur

- Tinggi busur
Menentukan tinggi busur dapat dilihat pada **Gambar 3.2** dengan menggunakan syarat berdasarkan Steen (1939) sebagai berikut :

$$\text{Syarat : } \frac{1}{6} \leq \frac{f}{L}$$

Keterangan :



Gambar 3. 2 Menentukan Tinggi Busur

- f : tinggi busur (m)
- L : bentang busur (m)

- **Tinggi Tampang Busur**
Berdasarkan Harwijono (2007), tinggi tampang busur rangka batang dengan batang tarik dapat menggunakan syarat sebagai berikut :

$$\text{Syarat : } \frac{1}{40} \leq \frac{t}{L} \leq \frac{1}{20}$$

Keterangan :

- t : tinggi tampang busur (m)
- L : bentang busur (m)

- **Lebar Jembatan :**
Berdasarkan Steen (1939) untuk lebar jembatan dapat menggunakan syarat sebagai berikut :

$$\text{Syarat : } \frac{b}{L} \geq \frac{1}{20}$$

Keterangan :

- b : jarak perletakan (m)
- L : bentang busur (m)

- **Panjang Penggantung Busur**
Panjang penggantung busur dapat ditentukan dengan persamaan sumbu geometric busur sebagai berikut :

$$y_n = \frac{4 \cdot f \cdot x \cdot (L-x)}{L^2} \quad (3.1)$$

Keterangan :

- f : tinggi busur
- x : jarak antara ujung busur dengan letak penggantung busur
- L : bentang busur

3.2.1.4. Pembebanan

Pembebanan yang bekerja pada struktur jembatan terdiri dari beban mati (berat sendiri dan beban mati tambahan), beban hidup, beban angin dan beban gempa.

3.2.1.4.1. Berat Mati

Beban mati pada perencanaan ini meliputi berat sendiri dari masing – masing elemen struktur dan berat mati tambahan seperti pelat lantai kendaraan dan aspal. Besarnya beban mati tersebut berdasarkan SNI 1725:2016 sebagai berikut :

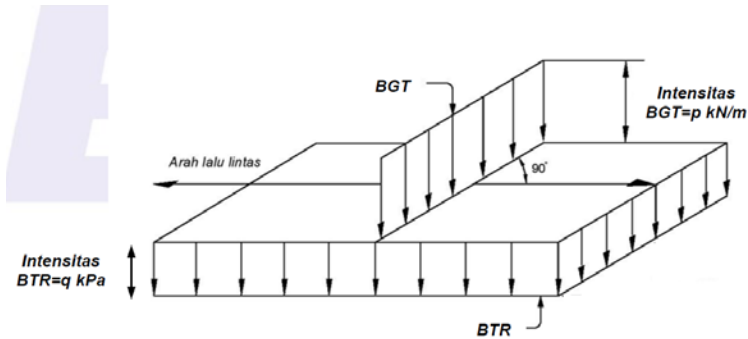
- Beton ($f'c < 35$ MPa) = 2320 kg/m³
- Beton aspal = 2245 kg/m³

3.2.1.4.2. Beban Hidup BTR (Beban Terbagi Rata)

Pembebanan menurut SNI 1725:2016, untuk beban hidup BTR diambil sebagai fungsi terhadap panjang jembatan dimana besarnya beban hidup BTR yang diambil dapat direncanakan sebagai berikut :

- Untuk panjang jembatan (L) lebih kecil sama dengan 30 m maka besarnya beban hidup BTR dapat diambil sebesar 9 kPa
- Untuk panjang bentang jembatan (L) lebih besar dari 30 m maka besarnya beban hidup BTR dapat diambil sebesar 9 (0.5+15/L) kPa.

Berdasarkan SNI 1725:2016, ilustrasi pembebanan BTR dapat dilihat pada **Gambar 3.3** dibawah ini :



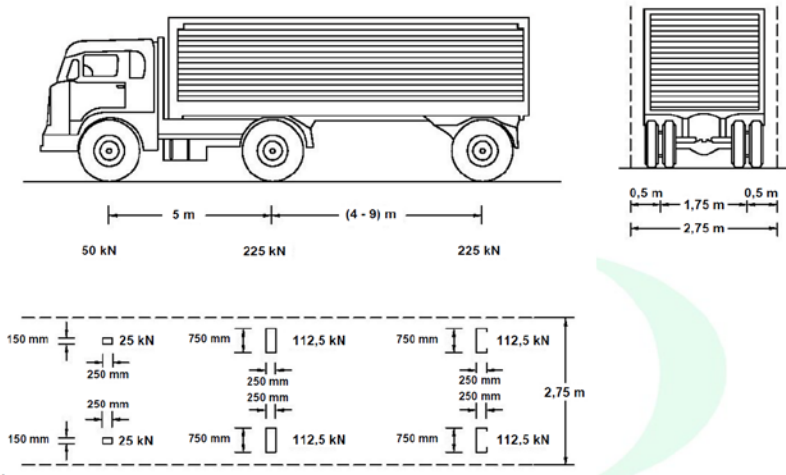
Gambar 3. 3 Sketsa Pembebanan BTR dan BGT
(SNI 1726:2016)

3.2.1.4.3. Beban Hidup BGT (Beban Garis Terpusat)

Pembebanan menurut SNI 1725:2016, untuk beban hidup BGT ditempatkan tegak lurus terhadap lalu lintas pada jembatan dimana besarnya beban hidup BGT diambil sebesar 49 kN/m.

3.2.1.4.4. Beban Hidup T (Truk)

Pembebanan menurut SNI 1725:2016, untuk beban hidup truk dapat dilihat pada **Gambar 3.4**. Umumnya hanya ada satu kendaraan truk “T” yang bisa ditempatkan pada satu lajur lalu lintas rencana. Kendaraan truk “T” ini harus ditempatkan di tengah-tengah lajur lalu lintas rencana.



Gambar 3. 4 Ilustrasi Beban Hidup T (Truk)
(SNI 1725:2016)

3.2.1.4.5. Beban Pejalan Kaki

Semua komponen trotoal yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. (SNI 1725:2016)

3.2.1.4.6. Beban Angin

Menurut SNI 1725:2016, Beban angin harus diasumsikan terdistribusikan secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin. Persamaan beban angin sebagai berikut :

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 \quad (3.2)$$

Dimana :

- P_B : Tekanan angin dasar (MPa)
- P_D : Tekanan angin rencana (MPa)

- V_{DZ} : Kecepatan angin rencana (km/jam)
- V_B : Kecepatan angin rencana 90 – 126 km/jam

Untuk mendapatkan nilai dari tekanan angin dasar, dapat menggunakan **Tabel 3.1** dibawah ini :

Tabel 3. 1 Tekanan Angin Dasar
(SNI 1725:2016)

Komponen bangunan atas	Angin tekan (MPa)	Angin hisap (MPa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0.0024	0.0012
Balok	0.0024	N/A
Permukaan datar	0.0019	N/A

Nilai kecepatan angin dasar yang dibutuhkan dalam persamaan (3.2) dapat dihitung menggunakan persamaan (3.3) dibawah ini:

$$V_{DZ} = 2.5 \times V_o \times \left(\frac{V_{10}}{V_B}\right) \ln\left(\frac{Z}{Z_o}\right) \quad (3.3)$$

Dimana :

- V_{DZ} : Kecepatan angin rencana (km/jam)
- V_B : Kecepatan angin rencana 90 – 126 km/jam
- V_{10} : Kecepatan angina pada elevasi 10000 mm atau sama dengan V_B (km/jam)
- Z : Elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau permukaan air (mm)
- V_o : Kecepatan gesekan angin dalam **Tabel 3.2** (km/jam)
- Z_o : Panjang gesekan di hulu jembatan dalam **Tabel 3.2** (mm)

Tabel 3. 2 Nilai V_o dan Z_o
(SNI 1725:2016)

Kondisi	Lahan terbuka	Sub urban	Kota
V_o (km/jam)	13.2	17.6	19.3
Z_o (km/jam)	70	1000	2500

3.2.1.4.7. Koefisien Pembebanan

Koefisien pembebanan pada jembatan dimaksudkan agar perencanaan mencapai kondisi ultimate maka beban tersebut harus dikalikan dengan koefisien pembebanan ultimate. Koefisien pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 dapat dilihat sebagai berikut :

- Koefisien beban truk γ_{TT}^U = 1.8
- Koefisien beban BTR dan BGT γ_{TD}^U = 1.8
- Koefisien berat material beton γ_{MS}^U = 1.3
- Koefisien berat material baja γ_{MS}^U = 1.1

3.2.1.4.8. Beban Gempa

Besaran gaya gempa statik ekuivalen merujuk pada persamaan SNI 2833:2008 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan, sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t \quad (3.4)$$

Dimana :

- E_Q : Gaya gempa horizontal statis (kN)
- C_{sm} : Koefisien respon gempa elastis
- R_d : Faktor modifikasi respons
- W_t : Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN)

Koefisien respon gempa elastis (C_{sm}) pada persamaan (3.4) dapat menggunakan persamaan, sedangkan untuk menentukan faktor modifikasi respons dapat menggunakan **Tabel 3.3** dibawah ini :

$$C_{elastis} = \frac{1.2 \times A \times S}{T^3}, \text{ Syarat } C_{elastis} \leq 2.5 \times A \quad (3.5)$$

Dimana :

- A : Akselerasi puncak di batuan dasar (g)
(lihat **Tabel 3.4**)
- T : Periode alami struktur (detik)
- S : koefisien tanah (lihat **Tabel 3.5**)

Tabel 3. 3 Faktor Modifikasi Respons
(SNI 2833:2008)

	Kolom atau pilar	Penghubung (<i>connection</i>) bangunan atas pada		
		Kepala jembatan (<i>b</i>)	Kolom, pilar atau tiang (<i>c</i>)	Sambungan dilatasi
Pilar tipe dinding (<i>a</i>)	2 (sumbu kuat) 3 (sumbu lemah)	0,8	1,0	0,8
Kolom tunggal	3-4			
Kolom majemuk	5-6			
<i>pile cap</i> beton	2-3			
Catatan: a. Pilar tipe dinding dapat direncanakan sebagai kolom tunggal dalam arah sumbu lemah pilar b. Untuk jembatan bentang tunggal digunakan faktor $R_d = 2,5$ untuk hubungan pada kepala jembatan c. Sebagai alternatif hubungan kolom dapat direncanakan untuk gaya maksimum yang dikembangkan oleh sendi plastis kolom				

Tabel 3. 4 Akselerasi Puncak PGA di Batuan Dasar
(SNI 2833:2008)

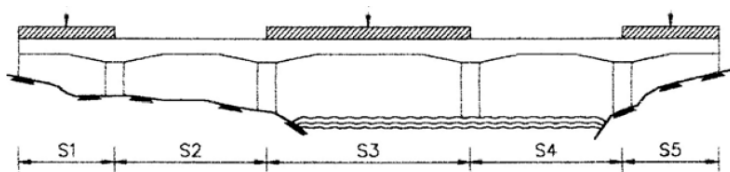
PGA (g)	50 tahun	100 tahun	200 tahun	500 tahun	1000 tahun
Wilayah 1	0,34-0,38	0,40-0,46	0,47-0,53	0,53 – 0,60	0,59-0,67
Wilayah 2	0,29-0,32	0,35-0,38	0,40-0,44	0,46 – 0,50	0,52-0,56
Wilayah 3	0,23-0,26	0,27-0,30	0,32-0,35	0,36 – 0,40	0,40-0,45
Wilayah 4	0,17-0,19	0,20-0,23	0,23-0,26	0,26 – 0,30	0,29-0,34
Wilayah 5	0,10-0,13	0,11-0,15	0,13-0,18	0,15 – 0,20	0,17-0,22
Wilayah 6	0,03-0,06	0,04-0,08	0,04-0,09	0,05 – 0,10	0,06-0,11

Tabel 3. 5 Koefisien Tanah
(SNI 2833:2008)

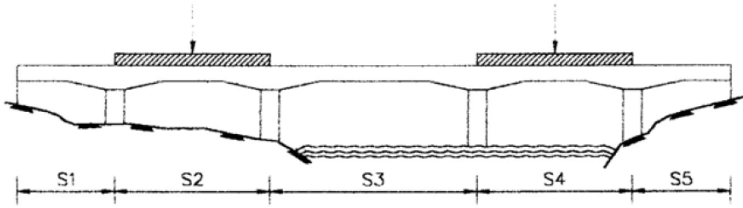
S (tanah teguh)	S (tanah sedang)	S (tanah lembek)
$S_1=1,0$	$S_2=1,2$	$S_3=1,5$

3.2.4. Permodelan dan Analisa Struktur Utama dengan Program SAP2000

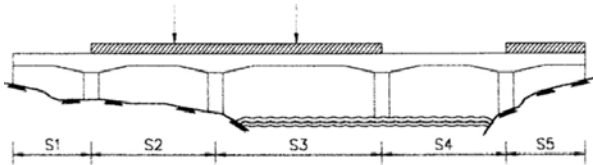
Melakukan permodelan struktur jembatan *continuous steel arch* serta melakukan analisa struktur jembatan dengan program bantu SAP2000. Untuk pembebanan UDL + KEL pada struktur statis tak tentu seperti pada jembatan *continuous steel arch* dapat diletakkan dengan beberapa cara untuk mendapatkan pembebanan yang paling menentukan. **Gambar 3.5**, **Gambar 3.6** dan **Gambar 3.7** dibawah ini menunjukkan beberapa alternatif penempatan pembebanan UDL+KEL arah memanjang untuk mendapatkan momen negatif pada pilar.



Gambar 3. 5 Alternatif Penempatan Pembebanan UDL+KEL
untuk Momen Lentur Positif (SNI 1725:2016)



Gambar 3. 6 Alternatif Penempatan Pembebanan UDL+KEL untuk Momen Lentur Positif Bentang 2 dan 4 (SNI 1725:2016)



Gambar 3. 7 Alternatif Penempatan Pembebanan UDL+KEL untuk Momen Lentur Negatif pada Pilar (SNI 1725:2016)

3.2.5. Kontrol Terhadap Gaya Dalam

3.2.1.5. Kontrol Kapasitas Tarik

Batas kekuatan (RSNI T-03-2005)

$$N_u \leq \phi_t N_n \quad \phi_t = 0.9 \quad (3.5)$$

Nilai N_n diambil sebagai nilai terendah dari beberapa persamaan dibawah ini :

$$\text{Kontrol leleh} : N_u \leq \phi_t f_y A_g \quad \phi_t = 0.75 \quad (3.6)$$

$$\text{Kontrol putus} : N_u \leq \phi_t f_u A_e \quad \phi_t = 0.75 \quad (3.7)$$

Luas Penampang Efektif :

$$A_e = A \times \left(1 - \frac{x}{L}\right) \quad (3.8)$$

Dimana :

- N_u : Gaya Tarik aksial terfaktor (N)
- f_y : Tegangan leleh (MPa)
- f_u : Tegangan tarik putus (MPa)
- A_g : Luas penampang bruto (mm²)
- A_e : Luas penampang efektif (mm²)
- x : eksentrisitas sambungan (mm) (**Tabel 3.6**)

Tabel 3. 6 Eksentrisitas Sambungan
(AISC 360-10)

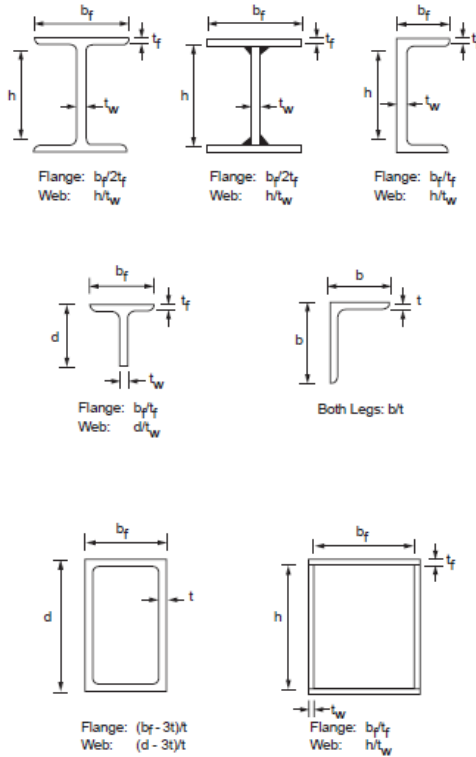
TABLE D3.1 Shear Lag Factors for Connections to Tension Members			
Case	Description of Element	Shear Lag Factor, U	Example
1	All tension members where the tension load is transmitted directly to each of the cross-sectional elements by fasteners or welds (except as in Cases 4, 5 and 6).	$U = 1.0$	
2	All tension members, except plates and HSS, where the tension load is transmitted to some but not all of the cross-sectional elements by fasteners or longitudinal welds or by longitudinal welds in combination with transverse welds. (Alternatively, for W, M, S and HP, Case 7 may be used. For angles, Case 8 may be used.)	$U = 1 - \bar{x}/l$	
3	All tension members where the tension load is transmitted only by transverse welds to some but not all of the cross-sectional elements.	$U = 1.0$ and A_n = area of the directly connected elements	
4	Plates where the tension load is transmitted by longitudinal welds only.	$l \geq 2w...U = 1.0$ $2w > l \geq 1.5w...U = 0.87$ $1.5w > l \geq w...U = 0.75$	
5	Round HSS with a single concentric gusset plate	$l \geq 1.3D...U = 1.0$ $D \leq l < 1.3D...U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = D/4$	
6	Rectangular HSS with a single concentric gusset plate	$l \geq H...U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
	with two side gusset plates	$l \geq H...U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)}$	
7	W, M, S or HP Shapes or Tees cut from these shapes. (If U is calculated per Case 2, the larger value is permitted to be used.)	with flange connected with 3 or more fasteners per line in the direction of loading	$b_f \geq 2/3d...U = 0.90$ $b_f < 2/3d...U = 0.85$
		with web connected with 4 or more fasteners per line in the direction of loading	$U = 0.70$
8	Single and double angles (If U is calculated per Case 2, the larger value is permitted to be used.)	with 4 or more fasteners per line in the direction of loading	$U = 0.80$
		with 3 fasteners per line in the direction of loading (With fewer than 3 fasteners per line in the direction of loading, use Case 2.)	$U = 0.60$

l = length of connection, in. (mm); w = plate width, in. (mm); \bar{x} = eccentricity of connection, in. (mm); B = overall width of rectangular HSS member, measured 90° to the plane of the connection, in. (mm); H = overall height of rectangular HSS member, measured in the plane of the connection, in. (mm)

Revised and Approved Steel Design Specs. 9/1/10

3.2.1.6. Kontrol Kapasitas Tekan

Kelangsingan Komponen Struktur Tekan (Chen, Wf dan J.Y. Richard Liew. 2002.)



Gambar 3.8 Rasio Tebal dan Lebar Penampang
(Chen, Wf dan J.Y. Richard Liew. 2002.)

Batas kekuatan (RSNI T-03-2005)

$$N_u \leq \phi_n N_n \qquad \phi_n = 0.85 \qquad (3.9)$$

Kekuatan tekan nominal

$$N_n = (0.66\lambda_c^2) Agfy \quad \text{untuk } \lambda_c \leq 1,5 \quad (3.10)$$

$$N_n = \frac{(0,88)}{\lambda_c^2} Agfy \quad \text{untuk } \lambda_c \geq 1,5 \quad (3.11)$$


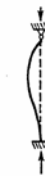










$$\lambda_c = \frac{Lk}{r\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} \quad (3.12)$$

$$Lk = K_c L \quad (3.13)$$

Dimana :

- N_n : Kuat tekan nominal komponen (N)
- K_c : Faktor panjang tekuk untuk komponen struktur jembatan, (lihat **Tabel 3.6**)
- λ_c : Parameter kelangsingan
- E : Modulus elastis bahan baja (MPa)

Tabel 3. 7 Faktor Panjang Efektif
(RSNI T-03-2005)

	Kolom Tak Bergoyang			Kolom Bergoyang		
Bentuk tekuk						
Faktor panjang efektif (k)	0.70	0.85	1.00	1.2	2.2	2.2
Simbol untuk keadaan penahan ujung	 = Rotasi terjepit, translasi terjepit	 = Rotasi bebas, translasi terjepit	 = Rotasi terjepit, translasi bebas	 = Rotasi terjepit, translasi bebas	 = Rotasi bebas, translasi terjepit	 = Rotasi bebas, translasi bebas

3.2.1.7. Kontrol Kapasitas Lentur

Menentukan kuat nominal komponen struktur berdasarkan bentang komponen struktur menurut RSNI T-03-2005 sebagai berikut :

- Bentang pendek ($L \leq L_p$)

$$M_n = M_p \quad (3.14)$$

- Bentang menengah ($L_p \leq L \leq L_r$)

$$M_n = C_b \left[M_{cr} + (M_p - M_{cr}) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] \leq M_p \quad (3.15)$$

- Bentang panjang ($L \geq L_r$)

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \quad (3.16)$$

Momen kritis (M_{cr}) ditentukan berdasarkan bentuk penampang dengan persamaan sebagai berikut :

- Untuk profil – I dan kanal ganda :

$$M_{cr} = C_b \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y GJ + \left(\frac{\pi E}{L} \right)^2 I_y I_w} \quad (3.17)$$

- Untuk profil kotak pejal atau berongga

$$M_{cr} = 2C_b E \frac{\sqrt{JA}}{L/r_y} \quad (3.18)$$

Dengan faktor pengali momen (C_b) ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_b = \frac{12,5M_{\max}}{2,5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2,3 \quad (3.19)$$

Dimana :

- M_n = Momen nominal lentur (Nmm)
- M_p = Momen plastis (Nmm)
- E = Modulus elastis baja (MPa)
- I_y = Momen inersia pada sumbu-y (mm^4)
- G = Modulus geser baja (MPa)
- J = Konstanta torsi (mm^4)
- r_y = Jari – jari girasi pada sumbu – y (mm)
- L_r = Panjang bentang untuk pengekang lateral (lihat **Tabel 3.7**)
- L_p = Panjang bentang untuk pengekang lateral (lihat **Tabel 3.7**)

Tabel 3. 8 Panjang Bentang untuk Pengekang Lateral (RSNI T-03-2005)

Profil	L_p	L_r
Profil-I dan kanal ganda	$1,76r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ dengan $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$	$r_y \left[\frac{X_1}{f_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 f_L^2}}$ dengan $f_L = f_y - f_r$ $X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{EGJ A}{2}}$ $X_2 = 4 \left(\frac{S}{GJ} \right)^2 \frac{I_w}{I_y}$
Profil kotak pejal atau berongga	$0,13E_r \frac{\sqrt{JA}}{M_p}$	$2E_r \frac{\sqrt{JA}}{M_r}$

3.2.6. Perhitungan Sambungan

3.2.1.7.1. Sambungan Tipe Gesek (*Friction Type*)

Kuat geser nominal

$$(V_n) = \mu \times n_{ei} \times n_{ti} \times k_h \quad (3.20)$$

Kuat rencana :

$$V_d = \phi V_n \quad (3.21)$$

Dimana :

- μ : Koefisien geser
- n_{ti} : Gaya tarik minimum (kN)
- n_{ei} : Jumlah permukaan antara efektif
- ϕ : 0.75
- K_h : 1,00 untuk lubang standar

Besarnya gaya tarik minimum baut dapat dilihat pada **Tabel 3.8** :

Tabel 3.9 Gaya Tarik Baut Minimum
(RSNI T-03-2005)

Diameter nominal baut [mm]	Gaya tarik minimum [kN]
16	95
20	145
24	210
30	335
36	490

3.2.1.7.2. Jumlah Baut

$$\text{Jumlah baut } (n) = \frac{V_u}{V_d} \quad (3.22)$$

3.2.7. Gambar Hasil Desain

Penggambaran hasil akhir dari perencanaan bangunan atas jembatan dengan menggunakan program bantu AutoCAD.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

Pelat lantai kendaraan direncanakan dengan lebar 1.5 meter dan panjang 5 meter sesuai dengan jarak antar gelagar memanjang dan panjang gelagar memanjang. Berdasarkan BMS 1992, ketebalan pelat kurang dari 200 mm mempunyai kecenderungan untuk rusak. Oleh karena itu, tebal pelat lantai kendaraan ditentukan sebesar 200 mm. Sedangkan untuk perencanaan tebal aspal ditentukan sebesar 50 mm berdasarkan jembatan yang sudah ada.

4.1.1. Pembebanan Pelat Lantai Kendaraan

Perencanaan pelat lantai kendaraan direncanakan sesuai peraturan SNI 1725:2016 dengan menggunakan faktor beban pelat $\gamma_{MS}^U = 1.3$ (Beton dicor di tempat), aspal $\gamma_{MA}^U = 2$ (beban mati tambahan) dan Beban truk "T", $\gamma_{TT}^U = 2$ (Jembatan Baja).

Pada perencanaan pelat lantai kendaraan akan dihitung menggunakan asumsi per-milimeter lari, dengan perhitungan pembebanan sebagai berikut :

- Perhitungan beban mati :

$$\begin{aligned}\text{Berat sendiri pelat} &= d_{\text{beton}} \times \gamma_{\text{beton}} \times 1000 \text{ mm} \times \gamma_{MS}^U \\ &= 200 \text{ mm} \times 24 \times 10^{-7} \times 1000 \times 1.3 \\ &= 0.624 \text{ kg/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat aspal} &= d_{\text{aspal}} \times \gamma_{\text{aspal}} \times 1000 \text{ mm} \times \gamma_{MA}^U \\ &= 50 \text{ mm} \times 22 \times 10^{-7} \times 1000 \text{ mm} \times 2 \\ &= 0.22 \text{ kg/mm}\end{aligned}$$

$$\text{Berat total (q}_{\text{mati}}) = 0.624 + 0.22 = 0.844 \text{ kg/mm}$$

- Perhitungan beban hidup

Beban roda truk = 11250 kg, dengan melihat grafik faktor kejut DLA (*Dynamic Load Allowance*) didapatkan besaran DLA yaitu 30% atau 0.3.

$$T = (1 + 0.3) \times 11250 \text{ kg} = 14625 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} T (q_{hidup}) &= \gamma_{TT}^U \times T \\ &= 2 \times 14625 \text{ kg} = 29250 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.1.2. Perhitungan Momen-momen Arah Melintang

Perhitungan momen-momen arah melintang akibat beban mati dan beban hidup berupa beban truk dapat dilihat sebagai berikut :

- Perhitungan momen akibat beban mati :

$$\begin{aligned} M_U &= \frac{1}{10} \times q_{mati} \times b^2 \\ &= \frac{1}{10} \times 0.844 \times 1500^2 = 189900 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

- Perhitungan momen akibat beban hidup :

$$\begin{aligned} M_U &= 0.8 \times \frac{b+0.6}{10} \times q_{hidup} \\ &= 0.8 \times \frac{1.5+0.6}{10} \times 1000 \times 29250 \\ &= 4914000 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

Momen total :

$$M_U = 189900 + 4914000 = 5103900 \text{ kgmm}$$

4.1.3. Perhitungan Penulangan Lentur Lantai Kendaraan

Pelat lantai kendaraan akan ditulangi dengan penulangan rangkap atas dan bawah. Berikut ini merupakan data perencanaan lantai kendaraan :

- Mutu beton ($f'c$) = 25 MPa
- Mutu baja tulangan utama (f_y) = 390 MPa
- Mutu baja tulangan susut (f_y) = 240 MPa
- Kebutuhan tebal decking = 40 mm
- Diameter tulangan utama (D) = 16 mm
- Diameter tulangan susut (\emptyset) = 10 mm
- Tebal pelat (h) = 200 mm
- β ($f'c = 25 \text{ MPa} < 28 \text{ MPa}$) = 0.85

Perhitungan penulangan lentur lantai kendaraan dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} d &= h - \emptyset - \left(\frac{1}{2} \times D\right) - \text{decking} \\ &= 200 - 10 - \left(\frac{1}{2} \times 16\right) - 40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 142 \text{ mm} \\
\rho_b &= \beta_1 x \frac{0.85 x f'_c}{f_y} x \frac{600}{600+f_y} \\
&= 0.85 x \frac{0.85 x 25}{390} x \frac{600}{600+390} \\
&= 0.0280692 \\
\rho_{\max} &= 0.025 \text{ (SNI 2847:2013 Pasal 21.5.2.1)} \\
\rho_{\min} &= 0.002 \text{ (SNI 2847:2013 Pasal 7.12.2.1)} \\
m &= \frac{f_y}{0.85 x f'_c} = \frac{390}{0.85 x 25} = 18.353 \\
Rn &= \frac{Mu}{0.9 x b x d^2} = \frac{5103900}{0.9 x 1500 x 142^2} \\
&= 0.187 \text{ kg/mm}^2 = 1.87 \text{ N/mm}^2 \\
\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} x \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 x m x Rn}{f_y}} \right) \\
&= \frac{1}{18.353} x \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 18.353 x 1.87}{390}} \right) \\
&= 0.00504
\end{aligned}$$

Karena $\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$, digunakan $\rho = \rho_{\text{perlu}} = 0.00504$.
Untuk luas tulangan lentur didapatkan sebesar :

$$\begin{aligned}
\text{As pasang} &= \rho x b x d \\
&= 0.00504 x 1500 x 142 \\
&= 1073.6804 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan penulangan diatas, didapatkan kebutuhan penulangan arah x adalah D16-250 (As = 1206.86 mm²)

Untuk penulangan susut, digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{As susut} = \rho_{\min} x A_{\text{bruto pelat}}$$

$$= 0.002 \times (200 \times 1500)$$

$$= 600 \text{ mm}^2$$

Sehingga kebutuhan tulangan susut didesain menggunakan tulangan $\emptyset 10 - 170$ ($A_s = 628.671 \text{ mm}^2$)

4.1.4. Kontrol Penulangan Geser (*Pons*) Pelat Lantai Kendaraan

Perhitungan penulangan geser (*pons*) untuk pelat lantai kendaraan disesuaikan dengan ukuran roda truk, sedangkan untuk kemiringan sudut geser pons diambil sebesar 45° yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1**. Tebal pelat (d_3) sebesar 20 cm, sehingga nilai b_0 , d_0 , b , d , $\emptyset V_n$, V_u dan kontrol kapasitas geser dari pelat lantai kendaraan dapat dihitung sebagai berikut :

$$b_0 = 750 + (2 \times 0.5 \times d_3) = 750 + (2 \times 0.5 \times 200)$$

$$= 950 \text{ mm}$$

$$d_0 = 250 + (2 \times 0.5 \times d_3) = 250 + (2 \times 0.5 \times 200)$$

$$= 450 \text{ mm}$$

$$b = 2 \times (b_0 + d_0) = 2 \times (950 + 450)$$

$$= 2800 \text{ mm}$$

$$A = b \times d_3 = 2800 \times 200 = 560000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = \gamma_{TT}^U \times 112.5 \times (1 + DLA)$$

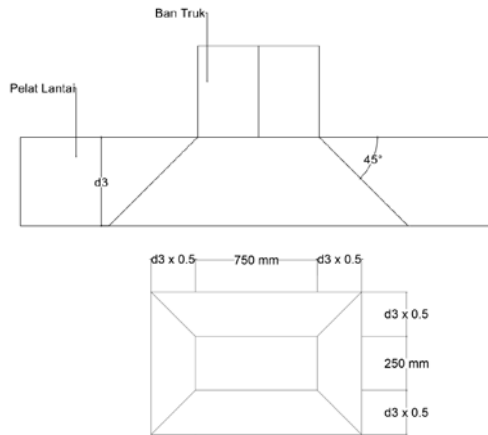
$$= 2 \times 112.5 \times (1 + 0.3)$$

$$= 263.25 \text{ kN}$$

$$\emptyset V_n = \emptyset \times A \times 0.17 \times \sqrt{25}$$

$$= 0.75 \times 560000 \times 0.17 \times \sqrt{25}$$

$$= 357000 \text{ N} = 357 \text{ kN}$$



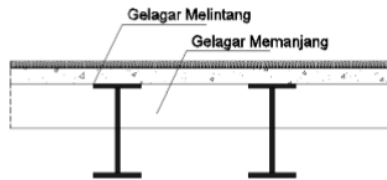
Gambar 4. 1 Ilustrasi Geser Pons pada Lantai Kendaraan

Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan besarnya $\phi V_n > V_u$. Maka pelat lantai kendaraan tanpa tulangan geser cukup kuat untuk menahan beban roda truk terpusat pada tengah bentang pelat lantai kendaraan.

4.2. Perencanaan Gelagar Memanjang Jembatan

Untuk perencanaan balok memanjang ini menggunakan baja dari perusahaan JFE Steel dengan mutu A36 seperti pada **Gambar 4.2**. Brosur dari JFE Steel yang digunakan untuk gelagar memanjang ini dapat dilihat pada **Lampiran 1**. Spesifikasi Mutu Baja ASTM A36 ialah sebagai berikut :

Tegangan leleh (f_y)	= 250 MPa	= 25 kg/mm ²
Tegangan putus (f_u)	= 400 MPa	= 40 kg/mm ²
Modulus Elastisitas (E)	= 200000 MPa	



Gambar 4. 2 Gelagar Memanjang dan Melintang Jembatan

Perencanaan gelagar memanjang menggunakan profil WF 434 x 299 x 10 x 15 dengan data detail profil sebagai berikut :

$A = 46500 \text{ mm}^2$	$w = 0.103 \text{ kg/mm}$
$t_f = 15 \text{ mm}$	$i_x = 185.7 \text{ mm}$
$I_y = 66.9 \times 10^6 \text{ mm}^4$	$Z_x = 23.2 \times 10^5 \text{ mm}^3$
$b_f = 299 \text{ mm}$	$I_x = 45.5 \times 10^7 \text{ mm}^4$
$S_x = 20.9 \times 10^5 \text{ mm}^3$	$d = 400 \text{ mm}$
$r = 13 \text{ mm}$	$h = 400 - 2 \times (13 + 15) = 378 \text{ mm}$
$i_y = 71.7 \text{ mm}$	

4.2.1. Pembebanan Gelagar Memanjang Jembatan

4.2.1.1. Beban Mati Ultimate

Pelat beton : $200 \times 24 \times 10^{-7} \times 1500 \times 1.3 = 0.936 \text{ kg/mm}$

Aspal : $50 \times 22 \times 10^{-7} \times 1500 \times 2 = 0.33 \text{ kg/mm}$

Bekisting : $5 \times 10^{-4} \times 1500 \times 2 = 1.5 \text{ kg/mm}$

Berat Sendiri : $0.103 \times 1.1 = 0.1133 \text{ kg/mm}$

$Q_D = 0.936 + 0.33 + 1.5 + 0.1133 = 2.8793 \text{ kg/mm}$

$M_D = \frac{1}{8} \times Q_D \times L^2 = \frac{1}{8} \times 2.8793 \times 5155^2 = 9564323.773 \text{ kgmm}$

4.2.1.2. Beban Hidup Ultimate

4.2.1.2.1. Beban Terbagi Rata (BTR)

Karena bentang (L) = $5.155 \text{ m} < 30 \text{ m}$, maka dipakai $q = 9.0 \text{ kPa}$ (SNI 1725:2016 Pasal 8.3.1)

$$q = 9.0 \text{ kPa} = 0.0009 \text{ kg/mm}^2$$

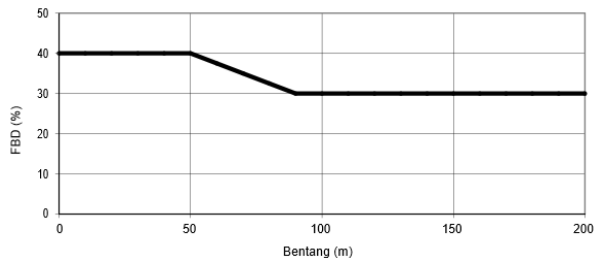
beban yang bekerja

$$Q_L = 900 \times 1.5 \times 2 = 2.7 \text{ kg/mm}$$

4.2.1.2.2. Beban Garis (BGT)

Beban garis (BGT) sebesar p kN/m ditempatkan tegak lurus dari arah lalu-lintas pada jembatan dimana besarnya $P = 49 \text{ kN} = 4.9 \text{ kg/mm}$. Faktor beban dinamis yang berlaku untuk KEL ditentukan melalui **Gambar 4.4** dibawah sehingga didapatkan nilai $DLA = 30\%$. Beban garis yang bekerja sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_1 &= (1 + DLA) \times P \times b_1 \times \gamma_{TD}^U \\ &= (1 + 0.3) \times 4.9 \times 1500 \times 2 = 19110 \text{ kg} \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Faktor Beban Dinamis
(Sumber : SNI 1725:2016 Gambar 28)

$$\begin{aligned} M_{L1} &= \left(\frac{1}{8} \times Q_L \times \lambda \right) + \left(\frac{1}{4} \times P_1 \times \lambda \right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 2.7 \times 5155 \right) + \left(\frac{1}{4} \times 19110 \times 5155 \right) \\ &= 24629752.31 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

4.2.1.2.3. Beban Truk (T)

Beban Truk (T) adalah 112.5 kN (SNI 1725:2016 pasal 8.4) dengan factor kejut $DLA = 0.3$. Beban truk yang bekerja sebagai berikut :

$$T_u = T \times (1 + DLA) \times \gamma_{TT}^U$$

$$\begin{aligned}
 &= 112.5 \times (1 + 0.3) \times 2 \\
 &= 292.50 \text{ kN} = 29250 \text{ kg} \\
 M_{L2} &= \frac{1}{4} \times Tu \times \lambda = \frac{1}{4} \times 29250 \times 5155 \\
 &= 37695937.5 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

Karena $M_{L2} > M_{L1}$ maka dipakai momen terbesar akibat beban hidup yaitu $M_L = M_{L2} = 37695937.5 \text{ kgmm}$, sehingga momen *ultimate* akibat beban hidup dan beban mati sebesar :

$$\begin{aligned}
 M_U &= M_D + M_L = 9564323.773 + 37695937.5 \\
 &= 47260261.27 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

4.2.2. Kontrol Profil Gelagar Memanjang

4.2.2.1. Kontrol Local Buckling

$$\begin{aligned}
 \text{Sayap} &: \frac{bf}{2tf} \leq \frac{170}{\sqrt{fy}} \\
 &\frac{299}{2 \times 15} \leq \frac{170}{\sqrt{250}} \quad 9.97 < 10.752 \quad \mathbf{Kompak} \\
 \text{Badan} &: \frac{h}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{fy}} \\
 &\frac{378}{10} \leq \frac{1680}{\sqrt{250}} \quad 37.8 < 106.253 \quad \mathbf{Kompak}
 \end{aligned}$$

Penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$\begin{aligned}
 M_n &= Z_x \times f_y \\
 &= 23.2 \times 10^5 \times 25 = 58000000 \text{ kgmm} \\
 \phi M_n &= 0.9 \times M_n \\
 &= 0.9 \times 58000000 \\
 &= 52200000 \text{ kgmm} > M_U = 47260261.27 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

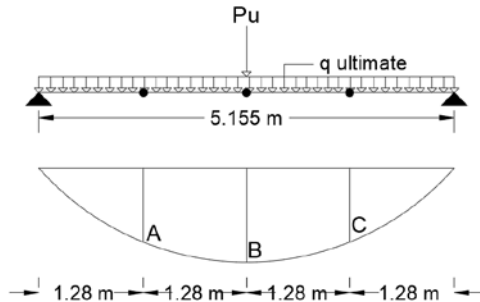
4.2.2.2. Kontrol Lateral Buckling

$$\begin{aligned}
 L_B &= 515.5 \text{ cm} \\
 L_P &= 1.76 \times iy \times \sqrt{\frac{E}{fy}} = 1.76 \times 7.17 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 356.9 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_R &= iy \times \left(\frac{x_1}{fy-fr}\right) \times \sqrt{1 + \sqrt{x_2 f_L^2}} \\
fy &= 2500 \text{ kg/cm}^2, fr = 700 \text{ kg/cm}^2 \\
f_L &= fy - fr = 2500 - 700 = 1800 \text{ kg/cm}^2 \\
J &= \sum \frac{1}{3} bt^3; \text{ pelat badan } b = d - 2tf = 434 - 2(15) = 404 \text{ mm} \\
&= \left(\frac{1}{3} \times 40.4 \times 1^3\right) + 2 \left(\frac{1}{3} \times 29.9 \times 1.5^3\right) = 80.74 \text{ cm}^4 \\
I_w &= x \frac{(h')^2}{4}; h' = d - tf = 434 - 15 = 419 \text{ mm} \\
I_w &= 6690 \times \frac{41.9^2}{4} = 2936257.73 \text{ cm}^6 \\
X_1 &= \frac{\pi}{Sx} \times \sqrt{\frac{EGJA}{2}} = \frac{\pi}{2090} \times \sqrt{\frac{2 \times 10^6 \times 8 \times 10^5 \times 80.74 \times 131.6}{2}} \\
&= 138643.703 \text{ kg/cm}^2 \\
X_2 &= 4 \times \left(\frac{Sx}{GJ}\right)^2 \times \frac{I_w}{I_y} \\
&= 4 \times \left(\frac{2090}{8 \times 10^5 \times 80.74}\right)^2 \times \frac{2936257.73}{6690} = 1.838 \times 10^{-14} \text{ kg/cm}^2 \\
L_R &= 71.7 \times \left(\frac{138643.703}{1800}\right) \times \sqrt{1 + \sqrt{1.83 \times 10^{-14} \times 1800^2}} \\
&= 781.02 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Karena $L_P = 356.9 \text{ cm} < L_B = 515.5 \text{ cm} < L_R = 781.02 \text{ cm}$ (Bentang Menengah). Oleh karena itu momen kapasitas penampang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
M_n &= C_b \times (M_R + (M_P - M_R) \frac{L_R - L_B}{L_R - L_P}) \\
M_R &= Sx \times (fy - fr) \\
&= 2090 \times (2500 - 700) = 3762000 \text{ kgcm} \\
M_p &= Zx \times fy = 2320 \times 2500 = 5800000 \text{ kgcm}
\end{aligned}$$



Gambar 4. 4 Titik Momen Absolut pada Gelagar Memanjang

Dengan menggunakan program analisa SAP2000, didapatkan M_A , M_B dan M_C yang dapat dilihat pada **Gambar 4.5** dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Hasil analisa SAP2000 untuk Momen Absolut

$$M_A = 26018789.3 \text{ kgmm}$$

$$M_B = 47257031.6 \text{ kgmm}$$

$$M_C = 26018789.3 \text{ kgmm}$$

$$M_{\max} = 47257031.6 \text{ kgmm}$$

$$C_b = \frac{1.25 M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2.30$$

$$= 1.275 \leq 2.30$$

$$M_n = C_b \times (M_R + (M_P - M_R) \frac{L_R - L_B}{L_R - L_P}) \leq M_P$$

$$= 6423689.83 \text{ kgcm} \geq M_P$$

$$M_n = M_P = 5800000 \text{ kgcm}$$

$$\emptyset M_n = 0.9 \times 5800000 = 5220000 \text{ kgcm}$$

$$\emptyset M_n = 5220000 \text{ kgcm} > M_U = 4726026.127 \text{ kgcm} \quad \mathbf{OK}$$

4.2.2.3. Kontrol Geser

Kontrol penampang :

$$\text{Badan : } \frac{h}{tw} \leq \frac{1100}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{378}{10} \leq \frac{1100}{\sqrt{250}}$$

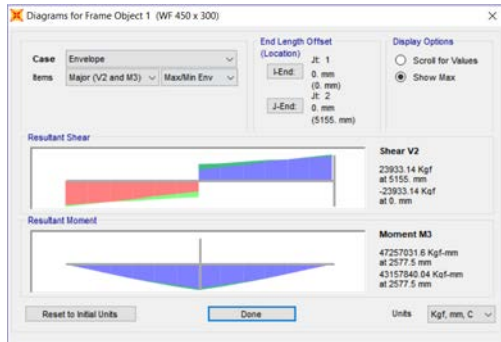
$$37.8 \leq 69.57 \quad \mathbf{OK}$$

Berdasarkan LRFD

$$V_n = 0.6 \times fy \times Aw$$

$$= 0.6 \times 25 \times (378 \times 10) = 56700 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil analisis SAP2000 seperti yang terlihat pada **Gambar 4.6**, dapat disimpulkan bahwa beban BGT + BTR + *Dead* menghasilkan gaya geser terbesar yang akan digunakan pada perhitungan sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Hasil analisis SAP2000 untuk Gaya V_u

$$V_u = 23933.14 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 56700 = 51030 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 51030 \text{ kg} > V_u = 23933.14 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

4.2.2.4. Kontrol Lendutan

Syarat lendutan yaitu : $\delta' \leq \delta$, dimana δ adalah lendutan ijin, sedangkan δ' adalah lendutan yang terjadi (berdasarkan beban hidup tanpa faktor)

$$\delta = \frac{\lambda}{800}$$

$$\delta = \frac{515.5}{800} = 0.644375 \text{ cm}$$

Lendutan akibat beban hidup (BTR + BGT) :

$$\delta' = \left(\frac{5}{384} \times \frac{Q_L x \lambda^4}{E x I_x} + \frac{P_{BGT} x \lambda^3}{48 E I_x} \right)$$

$$\delta' = \left(\frac{5}{384} \times \frac{1.35 \times 5155^4}{20000 \times 4.6 \times 10^8} + \frac{19110 \times 5155^3}{48 \times 20000 \times 4.6 \times 10^8} \right)$$

$$\delta' = 4.36 \text{ mm} = 0.436 \text{ cm}$$

Lendutan akibat beban hidup (Truk) :

$$\delta' = \left(\frac{Tu \times \lambda^3}{48EI_x} \right)$$

$$\delta' = \left(\frac{29250 \times 5155^3}{48 \times 20000 \times 4.6 \times 10^8} \right)$$

$$\delta' = 4.6 \text{ mm} = 0.46 \text{ cm} \quad (\text{menentukan})$$

Check lendutan ijin :

$$\delta' \leq \delta$$

$$0.46 \text{ cm} \leq 0.644 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

4.3. Perencanaan Gelagar Melintang Jembatan

Balok melintang direncanakan menggunakan baja dari perusahaan JFE Steel profil WF 786 x 384 x 19.7 x 33.4 dengan mutu ASTM A36. Data profil dapat dilihat sebagai berikut :

A	= 40000 mm ²	w	= 0.314 kg/mm
tf	= 33.4 mm	ix	= 326.5 mm
I _y	= 315000000 mm ⁴	Z _x	= 1.2 x 10 ⁷ mm ³
h	= 786 - 2 (33.4 + 18)	d	= 786 mm
	= 683.2 mm	Z _y	= 2530000 mm ³
i _y	= 89 mm	bf	= 384 mm
I _x	= 4280000000 mm ⁴	r	= 18 mm

4.3.1. Pembebanan pada Gelagar Melintang Jembatan

4.3.1.1. Beban Mati

4.3.1.1.1. Beban Mati (Sebelum Komposit)

$$\text{Berat balok memanjang: } \frac{0.103 \times 5155}{1500} \times 1.1 = 0.389 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat balok melintang: } 0.314 \times 1.1 = 0.3454 \text{ kg/mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat bekisting: } & 500 \times 10^{-6} \times 5155 \times 2 & = 5.155 \text{ kg/mm} \\ \text{Berat pelat beton: } & 200 \times 24 \times 10^{-7} \times 1.3 \times 5155 & = 3.216 \text{ kg/mm} \\ \text{Berat Total } Q_{D1} : & & = 9.106 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

Momen akibat beban mati (sebelum komposit):

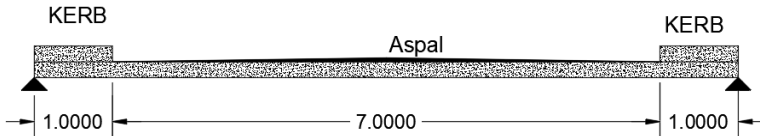
$$M_{D1} : \frac{1}{8} \times Qd1 \times L^2 = \frac{1}{8} \times 9.106 \times 9000^2 = 92203255.1 \text{ kgmm}$$

Gaya geser maksimum akibat beban mati (sebelum komposit):

$$V_{D1} : \frac{1}{2} \times Qd1 \times L = \frac{1}{2} \times 9.106 \times 9000 = 40979.2245 \text{ kg}$$

4.3.1.1.2. Beban Mati (Sesudah Komposit)

Beban mati jembatan sesudah komposit terdiri dari berat aspal dan berat kerb yang dapat dilihat ilustrasinya pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Beban Mati Gelagar Melintang Sesudah Komposit

$$\begin{aligned} \text{Berat aspal : } & 50 \times 22 \times 10^{-7} \times 5155 \times 2 & = 1.1341 \text{ kg/mm} \\ \text{Berat kerb ; } & 200 \times 24 \times 10^{-7} \times 5155 \times 2 & = 4.9488 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

Gaya geser maksimum akibat beban mati (sesudah komposit):

$$V_{D2} = \frac{1.1341 \times 7000}{2} + \frac{2 \times 4.9488 \times 1000}{2} = 8918.15 \text{ kg}$$

Momen akibat beban mati (sesudah komposit):

$$\begin{aligned}
 M_{D2} &= \left((8918.15 \times 4500) - \left(4.9488 \times 1000 \times \left(\frac{9000}{2} - \frac{1000}{2} \right) \right) - (1.1341 \times 3500^2 \times 0.5) \right) \\
 &= 13390112.5 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

4.3.1.2. Beban Hidup (Sesudah Komposit)

4.3.1.2.1. Beban UDL + KEL

$$\begin{aligned}
 P_{KEL} &= (1 + DLA) \times P \times 2 \\
 &= (1 + 0.3) \times 4.9 \times 2 \\
 &= 12.74 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{UDL} &= q \times L \times 2 \\
 &= 9 \times 10^{-4} \times 5155 \times 2 \\
 &= 9.279 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban "D"} &= Q_{UDL} + P_{KEL} \\
 &= 12.74 + 9.279 = 22.019 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$

$$Q_1 = 100\% \times 22.019 = 22.019 \text{ kg/mm}$$

Gaya geser maksimum akibat beban UDL + KEL (sesudah komposit):

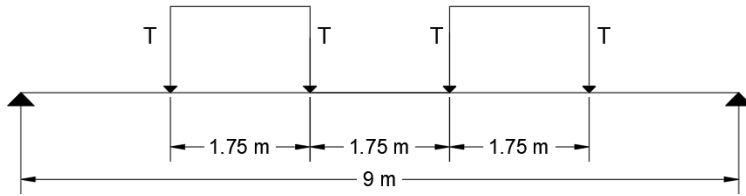
$$V_L = \frac{Q_1 \times 7000}{2} = 77066.5 \text{ kg}$$

Momen akibat beban UDL + KEL (sesudah komposit):

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= (V_L \times 4500) - (Q_1 \times 3500^2 \times 0.5) \\
 &= 279366063 \text{ kgmm}
 \end{aligned}$$

4.3.1.2.2. Beban Truk "T"

Kendaraan truk "T" ini harus ditempatkan ditengah-tengah lajur lalu lintas rencana seperti yang terlihat pada **Gambar 4.8** sebagai berikut :



Gambar 4. 8 Ilustrasi Pembebanan Truk “T”

$$T = (1 + 0.3) \times 112.5 \times 2 = 29250 \text{ kg}$$

Gaya geser maksimum akibat beban truk “T” (sesudah komposit):

$$V_L = \frac{29250 \times (7125 + 5375 + 3625 + 1875)}{9} = 58500 \text{ kg}$$

Momen akibat beban truk “T” (sesudah komposit):

$$\begin{aligned} M_{\max} &= (V_L \times 4500) - (T \times 2625) - (T \times 0.875) \\ &= (58500 \times 4500) - (29250 \times 2625) - (29250 \times 0.875) \\ &= 160875000 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

Didapatkan M_{\max} dan V_L dari beban hidup berasal dari beban UDL + KEL sebesar 279366063 kgmm dan 77066.5 kg.

Untuk momen total dan geser total yang diterima oleh gelagar melintang dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} M_{\text{Total}} &= M_{D1} + M_{D2} + M_{\max} \\ &= 92203255.1 + 13390112.5 + 279366063 \\ &= 384959430 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Total}} &= V_{D1} + V_{D2} + V_L \\ &= 40979.2245 + 8918.15 + 77066.5 \\ &= 126963.875 \text{ kg} \end{aligned}$$

4.3.2. Kontrol Profil Gelagar Melintang

4.3.2.1. Kuat Geser

Kontrol penampang :

$$K_n : 5 + \frac{5}{(1500+683.2)^2} = 6.037$$

$$\text{Badan} : \frac{h}{tw} \leq 1.10 \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}}$$

$$\frac{683.2}{19.7} \leq 1.10 \sqrt{\frac{6.037 \times 200000}{250}}$$

$$34.68 \leq 76.45 \quad \mathbf{OK}$$

Berdasarkan LRFD

$$V_n = 0.6 \times f_y \times A_w$$

$$= 0.6 \times 25 \times (683.2 \times 19.7) = 201885.6 \text{ kg}$$

$$V_u = 126963.875 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 201885.6 = 181697.04 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 181697.04 \text{ kg} > V_u = 126963.875 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

4.3.2.2. Kontrol Momen Setelah Komposit

4.3.2.2.1. Perhitungan Lebar Efektif Pelat

Menurut RSNI T-03-2005 Pasal 8.2.1, lebar efektif lantai harus diambil sebagai nilai terkecil dari :

$$b_{\text{eff}} = \frac{1}{7} \times 9000 = 1285.72 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}} = 5155 \text{ mm (jarak antar gelagar melintang)}$$

Untuk lebar efektif pelat beton diambil yang terkecil yaitu 1285.72 mm

4.3.2.2.2. Perhitungan Kapasitas Momen Setelah Komposit

Menentukan daerah tekan pada beton :

$$A_s' = \frac{22}{7} \times \frac{1}{4} \times 16^2 \times \left(\frac{1285.72}{250}\right) = 1206.86 \text{ mm}^2$$

$$C_c = 0.85 \times f_c' \times b_{\text{eff}} \times d_3$$

$$= 0.85 \times 25 \times 1285.72 \times 200$$

$$= 5464285.71 \text{ N}$$

Menentukan daerah tekan pada tulangan di beton:

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \times f_y' \\ &= 1206.86 \times 390 = 470674.286 \text{ N} \end{aligned}$$

Menentukan daerah tekan pada profil gelagar melintang:

$$\begin{aligned} C_1 &= C_c + C_s \\ &= 5464285.71 + 470674.286 \\ &= 5934960 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_2 &= A_s \times f_y \\ &= 40000 \times 250 \\ &= 10000000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_1 &< C_2 \\ C' &= C_2 - C_1 \\ &= 10000000 - 5934960 \\ &= 4065040 \text{ N} \end{aligned}$$

Menentukan garis enteral

$$\begin{aligned} Y &= \frac{c'}{b f \times f_y} + t_c \\ &= \frac{4065040}{384 \times 250} + 200 = 242.344 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol Kapasitas Momen

$$\begin{aligned} d_1 &= \left(\frac{d}{2} - \frac{c'}{b f \times f_y} \right) \\ &= \left(\frac{786}{2} - \frac{4065040}{384 \times 250} \right) = 350.655 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= \frac{\left(\frac{c'}{b f \times f_y} \right)}{2} \\ &= \frac{\left(\frac{4065040}{384 \times 250} \right)}{2} = 21.17 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d_3 = \frac{200}{2} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= (C_1 \times d_3) + (C_2 \times d_1) + (C' \times d_2) \\ &= 4311775167 \text{ Nmm} = 431177516.7 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

$$\emptyset M_n = 0.9 \times 431177516.7 = 388059765 \text{ kgmm}$$

$$\emptyset M_n = 388059765 \text{ kgmm} > M_u = 384959430 \text{ kgmm}$$

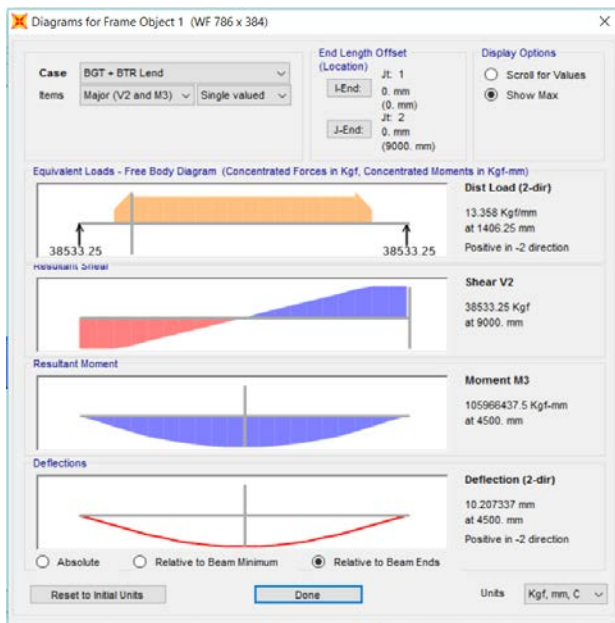
4.3.2.3. Kontrol Lendutan

Syarat lendutan yaitu : $\delta' \leq \delta$, dimana δ adalah lendutan ijin, sedangkan δ' adalah lendutan yang terjadi (berdasarkan beban hidup tanpa faktor)

$$\delta = \frac{\lambda}{800}$$

$$\delta = \frac{900}{800} = 1.25 \text{ cm}$$

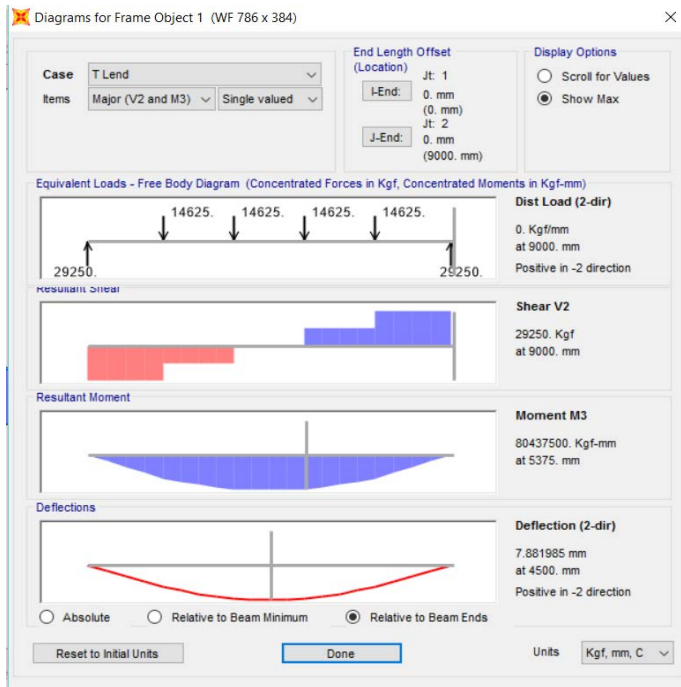
Lendutan akibat beban hidup (BTR + BGT) tanpa faktor dari hasil analisa SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 4.9** :



Gambar 4.9 Lendutan akibat beban hidup (UDL + KEL)

$$\delta' = 10.2 \text{ mm} = 1.02 \text{ cm} \text{ (menentukan)}$$

Lendutan akibat beban hidup Truk “T” tanpa faktor dari hasil analisa SAP2000 yang dapat dilihat pada **Gambar 4.10** :



Gambar 4.10 Lendutan akibat beban hidup Truk “T”

$$\delta' = 7.88 \text{ mm} = 0.788 \text{ cm}$$

Check lendutan ijin :

$$\delta' \leq \delta$$

$$1.02 \text{ cm} \leq 1.25 \text{ cm}$$

OK

4.3.2.4. Perhitungan Kebutuhan *Shear Connector*

Shear Connector menggunakan tipe D-22 dengan A_s yaitu 388.122 mm^2 dengan mutu F_u yaitu 420 MPa. Untuk perhitungan kekuatan *Shear Connector* dapat dilihat sebagai berikut :

$$E_c = 0.043 \times (24 \times 10^2)^{1.5} \times \sqrt{25} = 25278.7341 \text{ MPa}$$

$$Q_n = 0.5 \times A_s \times \sqrt{f'c \times E_c} = 154271.775 \text{ N}$$

$$R_g = 1 \quad (\text{SNI 1729:2015})$$

$$R_p = 0.75 \quad (\text{SNI 1729:2015})$$

$$Q_n > A_s \times F_u \times R_g \times R_p$$

$$Q_n > 122258.584 \text{ N} \quad (\text{Diambil } Q_n)$$

Untuk perhitungan kebutuhan *Shear Connector* dapat dilihat sebagai berikut :

$$V_u = 126963.875 \text{ kg}$$

$$Q_n = 154271.775 \text{ N}$$

$$n = \frac{V_u}{Q_n} = \frac{126963.875}{154271.775} = 11 \text{ buah} \quad (\text{Setengah Bentang})$$

$$n = 11 \text{ buah} \times 2 = 22 \text{ buah} \quad (\text{Untuk Sepanjang Bentang})$$

$$\text{Jarak antar } \textit{Shear Connector} = \frac{9000}{22} = 409.1 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

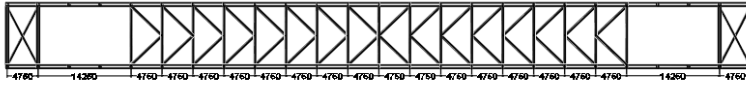
4.4. Perhitungan Beban Angin Rangka Busur

4.4.1. Gaya Angin Ultimate pada Rangka Jembatan (EWs)

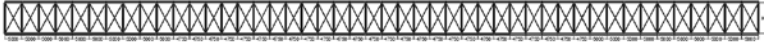
Jembatan ini dirancang dengan ikatan angin ganda pada rangka busur utamanya dan ikatan lantai kendaraan. Desain ikatan angin pada rangka tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.11**, **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13**.



Gambar 4.11 Gambar Ikatan Angin Tepi Atas Rangka Jembatan



Gambar 4. 12 Gambar Ikatan Angin Tepi Bawah Rangka Jembatan



Gambar 4. 13 Gambar Ikatan Lantai Kendaraan

Pada jembatan ini, luasan koefisien yang dipengaruhi oleh angin (A_b) dianggap berbeda setiap titik. Luasan koefisien ini didapatkan dari perkalian antar lebar profil dan setengah panjang profil yang bertemu pada satu titik dan menerima gaya angina tekan ataupun gaya angina hisap. Contoh salah satu titik untuk mendapatkan luas A_b dapat dilihat pada **Gambar 4.14**. Contoh perhitungan untuk mendapatkan gaya pada satu titik dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{10} &= 126 \text{ km/jam} && (\text{SNI 1725:2016 Pasal 9.6.1}) \\
 V_b &= 126 \text{ km/jam} && (\text{SNI 1725:2016 Pasal 9.6.1}) \\
 V_0 &= 17.6 \text{ km/jam} && (\text{Sub Urban}) \\
 Z_0 &= 1000 \text{ mm} && (\text{Sub Urban}) \\
 P_B &= 24 \times 10^{-4} \text{ MPa} && (\text{Angin Tekan}) \\
 &= 12 \times 10^{-4} \text{ MPa} && (\text{Angin Hisap})
 \end{aligned}$$

Gaya angin tekan pada titik 57

$$\begin{aligned}
 Z &= 24659.4 \text{ mm} \\
 V_{DZ} &= 2.5 V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \\
 &= 2.5 \times 17.6 \times \left(\frac{126}{126} \right) \ln \left(\frac{24659.4}{1000} \right) \\
 &= 141.03 \text{ km/jam} \\
 P_D &= P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2
 \end{aligned}$$

$$= 24 \times 10^{-4} \left(\frac{141.03}{126} \right)^2$$

$$= 0.003 \text{ MPa}$$

$$A_b =$$

$$\text{Panjang} = (2 \times L_{\text{Batang Diagonal}} + 1 \times L_{\text{Batang Tegak}} + 2$$

$$\times L_{\text{Batang Rangka Tepi Bawah}}) \times 50\%$$

$$= 13550.6 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = (2 \times B_{\text{Batang Diagonal}} + 1 \times B_{\text{Batang Tegak}} + 2$$

$$\times B_{\text{Batang Rangka Tepi Bawah}})$$

$$= 280 \text{ mm}$$

$$A_b = 13550.6 \times 280 = 3794168 \text{ mm}^2$$

$$P_{\text{Tekan}} = P_D \times A_b$$

$$= 0.003 \times 3794168 = 11382.5 \text{ N} = 12 \text{ KN}$$

Gaya angin hisap pada titik 57

$$Z = 24659.4 \text{ mm}$$

$$V_{DZ} = 2.5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

$$= 2.5 \times 17.6 \times \left(\frac{126}{126} \right) \ln \left(\frac{24659.4}{1000} \right)$$

$$= 141.03 \text{ km/jam}$$

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2$$

$$= 12 \times 10^{-4} \left(\frac{141.03}{126} \right)^2$$

$$= 0.0015 \text{ MPa}$$

$$A_b =$$

$$\text{Panjang} = (2 \times L_{\text{Batang Diagonal}} + 1 \times L_{\text{Batang Tegak}} + 2$$

$$\times L_{\text{Batang Rangka Tepi Bawah}}) \times 50\%$$

$$= 13550.6 \text{ mm}$$

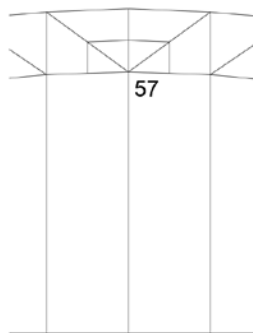
$$\text{Lebar} = (2 \times B_{\text{Batang Diagonal}} + 1 \times B_{\text{Batang Tegak}} + 2$$

$$\times B_{\text{Batang Rangka Tepi Bawah}})$$

$$= 280 \text{ mm}$$

$$A_b = 13550.6 \times 280 = 3794168 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Tekan}} &= P_D \times A_b \\ &= 0.0015 \times 3794168 = 5691.252 \text{ N} = 6 \text{ KN} \end{aligned}$$



Gambar 4. 14 Lokasi Titik 57 untuk Perhitungan Gaya Angin pada Rangka

Untuk rekapitulasi gaya angin tekan dapat dilihat pada **Tabel 4.1** sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Gaya Angin Tekan Rangka

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
1	1	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	17237	450	13
2	2	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12528.95	375	8
3	3	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	375	8
4	4	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
5	5	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
6	6	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
7	7	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
8	8	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
9	9	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
10	10	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	12433	362.5	7
11	11	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	6216.5	350	4
12	12	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	14053.6	362.5	12
13	13	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10

Tabel 4.1 Gaya Angin Tekan Rangka (Lanjutan)

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
14	14	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
15	15	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
16	16	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
17	17	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
18	18	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
19	19	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
20	20	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	12433	362.5	10
21	21	15162.8	119.6291826	0.002163438	2.16344E-06	6216.5	350	5
22	22	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	11495	375	7
23	23	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	21737.75	400	14
24	24	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
25	25	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
26	26	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
27	27	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
28	28	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4

Tabel 4.1 Gaya Angin Tekan Rangka (Lanjutan)

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
29	29	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
30	30	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
31	31	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5145	500	4
32	32	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5150	500	4
33	33	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	5155	500	4
34	34	10000	101.3137441	0.001551697	1.5517E-06	8187.3	566.6	8
35	35	17308.8	125.4534619	0.002379225	2.37922E-06	21467.4	400	21
36	36	11289.4	106.6500262	0.00171946	1.71946E-06	14970.55	500	13
37	37	18869.5	129.2520619	0.002525487	2.52549E-06	15101.75	362.5	14
38	38	20391.2	132.6645512	0.002660602	2.6606E-06	14028.45	350	14
39	39	14099.4	116.4298187	0.002049267	2.04927E-06	13795.65	500	15
40	40	21993.6	135.9930661	0.002795784	2.79578E-06	13046.35	350	13
41	41	16569.4	123.5325353	0.002306922	2.30692E-06	12801.35	500	15
42	42	23412.5	138.743883	0.002910033	2.91003E-06	12218.85	350	13

Tabel 4.1 Gaya Angin Tekan Rangka (Lanjutan)

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
43	43	18719.4	128.9006584	0.002511773	2.51177E-06	11967.4	450	14
44	44	24660	141.0280299	0.003006637	3.00664E-06	11544.9	387.5	14
45	45	20529.4	132.9617522	0.002672536	2.67254E-06	11309.5	400	13
46	46	25846.2	143.0951979	0.003095425	3.09542E-06	11021.35	425	15
47	47	22019.4	136.0446509	0.002797906	2.79791E-06	10807.35	400	13
48	48	26655.4	144.4516373	0.003154388	3.15439E-06	10637.05	425	15
49	50	27409.3	145.6788244	0.003208212	3.20821E-06	10395.7	425	15
50	51	23984	139.8050254	0.002954716	2.95472E-06	10277.9	350	11
51	52	28003	146.6217125	0.003249876	3.24988E-06	10288.85	425	15
52	54	28440.2	147.30336	0.003280163	3.28016E-06	10349.8	425	15
53	55	23280.2	138.4945414	0.002899582	2.89958E-06	10467.95	387.5	12
54	56	24456.6	140.6636052	0.002991119	2.99112E-06	10270.2	350	11
55	57	24659.4	141.0269593	0.003006592	3.00659E-06	13550.6	280	12
56	119	28659.4	147.6411854	0.003295226	3.29523E-06	7159.7	566.6	14

Sedangkan untuk rekapitulasi gaya angin hisap dapat dilihat pada **Tabel 4.2** sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Gaya Angin Hisap Rangka

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
1	1	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	17237	450	7
2	2	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12528.95	375	4
3	3	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	375	4
4	4	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
5	5	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
6	6	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
7	7	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
8	8	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
9	9	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
10	10	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	12433	362.5	4
11	11	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	6216.5	350	2
12	12	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	14053.6	362.5	6
13	13	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5

Tabel 4.2 Gaya Angin Hisap Rangka (Lanjutan)

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
14	14	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
15	15	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
16	16	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
17	17	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
18	18	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
19	19	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
20	20	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	12433	362.5	5
21	21	15162.8	119.6291826	0.001081719	1.08172E-06	6216.5	350	3
22	22	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	11495	375	4
23	23	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	21737.75	400	7
24	24	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
25	25	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
26	26	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
27	27	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
28	28	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2

Tabel 4.2 Gaya Angin Hisap Rangka (Lanjutan)

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
29	29	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
30	30	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
31	31	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5145	500	2
32	32	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5150	500	2
33	33	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	5155	500	2
34	34	10000	101.3137441	0.000775848	7.75848E-07	8187.3	566.6	4
35	35	17308.8	125.4534619	0.001189612	1.18961E-06	21467.4	400	11
36	36	11289.4	106.6500262	0.00085973	8.5973E-07	14970.55	500	7
37	37	18869.5	129.2520619	0.001262743	1.26274E-06	15101.75	362.5	7
38	38	20391.2	132.6645512	0.001330301	1.3303E-06	14028.45	350	7
39	39	14099.4	116.4298187	0.001024634	1.02463E-06	13795.65	500	8
40	40	21993.6	135.9930661	0.001397892	1.39789E-06	13046.35	350	7
41	41	16569.4	123.5325353	0.001153461	1.15346E-06	12801.35	500	8
42	42	23412.5	138.743883	0.001455016	1.45502E-06	12218.85	350	7

Tabel 4.2 Gaya Angin Hisap Rangka (Lanjutan)

No	Nomor Titik	Z (mm)	Vdz (km/jam)	Pd (Mpa)	Pd (kN/mm ²)	Luasan		Pd(kN)
						Panjang	Lebar	
43	43	18719.4	128.9006584	0.001255887	1.25589E-06	11967.4	450	7
44	44	24660	141.0280299	0.001503319	1.50332E-06	11544.9	387.5	7
45	45	20529.4	132.9617522	0.001336268	1.33627E-06	11309.5	400	7
46	46	25846.2	143.0951979	0.001547712	1.54771E-06	11021.35	425	8
47	47	22019.4	136.0446509	0.001398953	1.39895E-06	10807.35	400	7
48	48	26655.4	144.4516373	0.001577194	1.57719E-06	10637.05	425	8
49	50	27409.3	145.6788244	0.001604106	1.60411E-06	10395.7	425	8
50	51	23984	139.8050254	0.001477358	1.47736E-06	10277.9	350	6
51	52	28003	146.6217125	0.001624938	1.62494E-06	10288.85	425	8
52	54	28440.2	147.30336	0.001640082	1.64008E-06	10349.8	425	8
53	55	23280.2	138.4945414	0.001449791	1.44979E-06	10467.95	387.5	6
54	56	24456.6	140.6636052	0.001495559	1.49556E-06	10270.2	350	6
55	57	24659.4	141.0269593	0.001503296	1.5033E-06	13550.6	280	6
56	119	28659.4	147.6411854	0.001647613	1.64761E-06	7159.7	566.6	7

4.4.2. Gaya Angin Ultimate akibat Kendaraan (E_{WL})

Gaya angin akibat kendaraan digunakan pada Kombinasi Kuat V. Gaya angin ini akan digunakan untuk mengontrol kekuatan pada ikatan angin lantai kendaraan. Menurut SNI 1725:2016, jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan dimana tekanan tersebut harus diasumsikan sebesar 1.46 N/mm. Untuk mendapatkan gaya per-titik, gaya angin kendaraan ini perlu dikali dengan panjang batang disekitar titik yang akan menerima gaya angin ini.

4.5. Preliminary Design Busur Rangka Baja

Langkah awal dalam perencanaan jembatan busur menerus adalah dengan melakukan *preliminary design*. Tujuan dari *preliminary design* adalah untuk menentukan dimensi awal dari busur, yang meliputi tinggi busur (f), tinggi tampang busur (t), lebar jembatan (b) dan panjang penggantung busur (y).

4.5.1. Tinggi Fokus Busur Rangka (f)

Syarat :

$$\frac{1}{6} \leq \frac{f}{L} \leq \frac{1}{5}$$

Keterangan :

f : tinggi busur (mm)

L : bentang bagian busur (mm)

Dengan $L = 113210$ mm, maka $f = 20200$ mm

$$\frac{f}{L} = \frac{20200}{113210} = \frac{1}{5.6}$$

$$\text{Syarat : } \frac{1}{6} \leq \frac{1}{5.6} \leq \frac{1}{5}$$

OK

4.5.2. Tinggi Tampang Busur Rangka (t)

Syarat :

$$\frac{1}{40} \leq \frac{t}{L} \leq \frac{1}{25}$$

Keterangan :

t : tinggi tampang busur (mm)

L : bentang bagian busur (mm)

Dipakai t = 4000 mm

$$\frac{t}{L} = \frac{4000}{113210} = \frac{1}{28.3}$$

$$\text{Syarat : } \frac{1}{40} \leq \frac{1}{28.3} \leq \frac{1}{25}$$

OK

4.5.3. Lebar Busur Rangka Jembatan

Syarat :

$$\frac{b}{L} \geq \frac{1}{20}$$

Keterangan :

b : lebar jembatan (mm)

L : bentang bagian busur (mm)

Dipakai b = 9000 mm

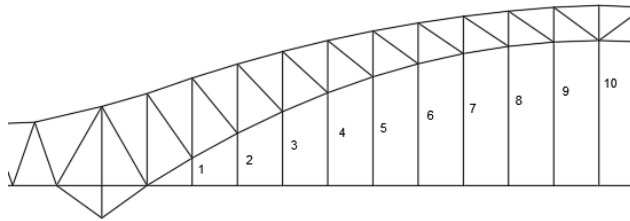
$$\frac{t}{L} = \frac{9000}{113210} = \frac{1}{12.58}$$

$$\text{Syarat : } \frac{1}{12.58} \geq \frac{1}{20}$$

OK

4.6. Perencanaan Batang Penggantung Busur Rangka

Sebelum merencanakan profil dari batang penggantung, perlu dicari panjang dari batang penggantung dengan menggunakan pendekatan persamaan sumbu geometrik busur seperti hasil sketsa konstruksi yang dapat dilihat pada **Gambar 4.15** dan **Tabel 4.3** sebagai hasil dari persamaan sumbu geometrik busur.



Gambar 4. 15 Penomoran Kabel Busur Baja pada Jembatan Buol

Persamaan parabola :

$$y_n = \frac{4 x f x X x (L - X)}{L^2}$$

Tabel 4. 3 Panjang Penggantung Busur Jembatan

Kabel	Yn (m)
10	16.5
9	16.33442235
8	15.83897356
7	15.01365302
6	13.85846072
5	12.37339666
4	10.55846084
3	8.413653267
2	5.938973935
1	3.134422846
0	0

Material yang digunakan sebagai batang penggantung adalah *Full Locked Cables* dari perusahaan *PFEIFER Cable Structures* dengan diameter 50 mm seperti pada **Gambar 4.16**.

Brosur *PFEIFER Cable Structures* dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Data detail *Full Locked Cable* Mutu DIN18800 yang dipakai sebagai berikut :

D = 50 mm fu = 1211.64 MPa Pn = 238000 kg
 fy = 734 MPa w = 13.8 kg/m



Gambar 4. 16 *Full Locked Cable* sebagai Penggantung Busur
 (Sumber : *PFEIFER Cable Structures Brochure*)

4.6.1. Pembebanan Batang Penggantung Rangka

4.6.1.1. Beban Mati

$$\text{Berat balok memanjang: } \frac{0.103 \times 5155}{1500} \times 1.1 = 0.389 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat balok melintang: } 0.314 \times 1.1 = 0.3454 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat pelat beton: } 200 \times 24 \times 10^{-7} \times 1.3 \times 5155 = 3.216 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat aspal : } 50 \times 22 \times 10^{-7} \times 5155 \times 2 = 1.1341 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat kerb ; } 200 \times 24 \times 10^{-7} \times 5155 \times 2 = 4.9488 \text{ kg/mm}$$

Gaya geser maksimum akibat beban mati (sesudah komposit):

$$V_D = 48343.09 \text{ kg}$$

4.6.1.2. Beban Hidup UDL + KEL

$$P_{KEL} = (1 + DLA) \times P \times 2$$

$$= (1 + 0.3) \times 4.9 \times 2$$

$$= 12.74 \text{ kg/mm}$$

$$Q_{UDL} = q \times L \times 2$$

$$= 9 \times 10^{-4} \times 5155 \times 2$$

$$= 9.279 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Beban "D"} = Q_{UDL} + P_{KEL}$$

$$= 12.74 + 9.279 = 22.019 \text{ kg/mm}$$

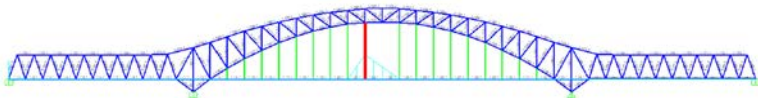
$$Q_1 = 100\% \times 22.019 = 22.019 \text{ kg/mm}$$

Gaya geser maksimum akibat beban UDL + KEL (sesudah komposit):

$$V_L = \frac{Q_1 \times 7000}{2} = 77066.5 \text{ kg}$$

4.6.2. Garis Pengaruh Kabel Peggantung

Berikut merupakan hasil dari analisis garis penggantung batang penggantung dengan 1 batang penggantung dihilangkan dan akibat beban berjalan 1 ton menggunakan program bantu SAP2000.



Gambar 4. 17 Garis Pengaruh Batang Peggantung
(Batang Merah)

Tabel 4. 4 Garis Pengaruh Batang Penggantung
(Batang Merah)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	0.00E+00
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	0.00E+00
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	1.94E-04
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	1.00E+00
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.4999
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.00E+00

Tabel 4.4 Garis Pengaruh Batang Penggantung
(Batang Merah) (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.00E+00
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	0.00E+00
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	0.00E+00
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.00E+00
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	0.00E+00

Hasil garis pengaruh tersebut kemudian dimasukkan Beban hidup (UDL+KEL) dan beban mati sesuai dengan letak tarik dan tekan pada garis pengaruh batang tersebut. Setelah itu,

didapatkan besaran aksial yang diterima oleh batang penggantung yang dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Gaya Aksial yang Diterima oleh Batang Penggantung

No	No Batang	Posisi	Kondisi	BGT+BTR (kg)	Dead (kg)	Superdead (kg)	Total (kg)
30	202	Penggantung	Tarik	93300.1	10201.93	74835.3	178337.3391
		Penggantung	Tekan	0	-	-	0

Dari hasil analisis menggunakan garis pengaruh, didapatkan beban aksial sebagai berikut :

$$P_U = 178337.3391 \text{ kg}$$

Kekuatan putus batang penggantung :

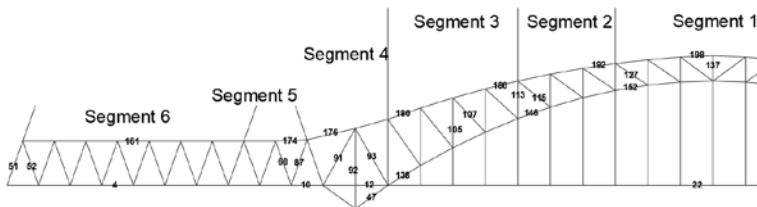
$$P_n = 238000 \text{ kg}$$

$$\emptyset P_n = 0.75 \times 238000 = 178500 \text{ kg}$$

$$\emptyset P_n = 178500 \text{ kg} > P_U = 178337.3391 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.7. Perencanaan Struktur Utama (2 Dimensi)

Pembagian segmen dilakukan untuk mempermudah dalam mendapatkan gaya aksial batang-batang struktur utama pada jembatan. Untuk pembagian segmen jembatan dan penomoran batang struktur utama yang ditinjau dapat dilihat pada **Gambar 4.18** sebagai berikut.



Gambar 4. 18 Pembagian Segmen Jembatan dan Penomoran Batang yang Ditinjau

4.7.1. Pembebanan Batang Struktur Utama Rangka

4.7.1.1. Beban Mati

$$\text{Berat balok memanjang: } \frac{0.103 \times 5155}{1500} \times 1.1 = 0.389 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat balok melintang: } 0.314 \times 1.1 = 0.3454 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat pelat beton: } 200 \times 24 \times 10^{-7} \times 1.3 \times 5155 = 3.216 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat aspal : } 50 \times 22 \times 10^{-7} \times 5155 \times 2 = 1.1341 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Berat kerb ; } 200 \times 24 \times 10^{-7} \times 5155 \times 2 = 4.9488 \text{ kg/mm}$$

Gaya geser maksimum akibat beban mati (sesudah komposit):

$$V_D = 48343.09 \text{ kg}$$

4.7.1.2. Beban Hidup UDL + KEL

$$P_{KEL} = (1 + DLA) \times P \times 2$$

$$= (1 + 0.3) \times 4.9 \times 2$$

$$= 12.74 \text{ kg/mm}$$

$$Q_{UDL} = q \times L \times 2$$

$$= 9 \times 10^{-4} \times 5155 \times 2$$

$$= 9.279 \text{ kg/mm}$$

$$\text{Beban "D"} = Q_{UDL} + P_{KEL}$$

$$= 12.74 + 9.279 = 22.019 \text{ kg/mm}$$

$$Q_1 = 100\% \times 22.019 = 22.019 \text{ kg/mm}$$

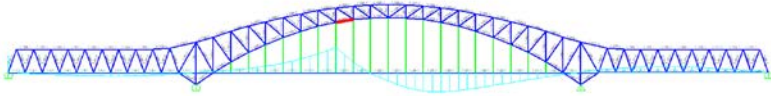
Gaya geser maksimum akibat beban UDL + KEL (sesudah komposit):

$$V_L = \frac{Q_1 \times 7000}{2} = 77066.5 \text{ kg}$$

4.7.2. Garis Pengaruh Rangka Struktur Utama

Untuk mendapatkan gaya aksial batang akibat beban hidup dan beban mati, digunakan garis pengaruh dari batang yang ditinjau untuk mendapatkan gaya aksial batang tersebut. Beban hidup dan mati kemudian diposisikan pada garis pengaruh untuk mendapatkan gaya aksial positif dan gaya aksial negatif (tarik dan tekan).

Berikut merupakan hasil dari analisis garis pengaruh batang akibat beban berjalan 1 ton menggunakan program bantu SAP2000.



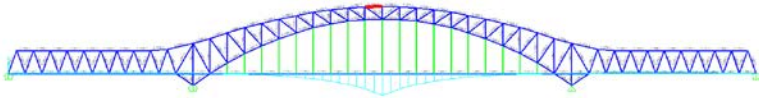
Gambar 4. 19 Garis Pengaruh Batang 152 (Batang Merah)

Tabel 4. 6 Garis Pengaruh Batang 152

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-8.89E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-0.0444
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.0865
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.1239
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.1541
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.1749
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.1839
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.1787
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.1558
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.1228
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.0763
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-2.05E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.0632
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.1142
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.1914
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.3021
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.457
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.6689

Tabel 4.6 Garis Pengaruh Batang 152 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.9268
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	1.2415
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.4941
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.0635
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.4398
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.7761
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.9513
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.977
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.8995
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.7896
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.6581
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.5179
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.373
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.2305
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.0968
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	3.73E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.1207
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.1937
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.2453
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.2811
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.2892
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.275
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.2422
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.1947
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.136
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	6.98E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	1.40E-05



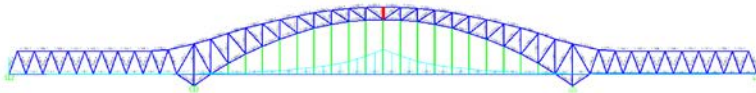
Gambar 4. 20 Garis Pengaruh Batang 198 (Batang Merah)

Tabel 4. 7 Garis Pengaruh Batang 198

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	5.23E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.0262
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.0509
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.0729
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.0908
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.1031
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.1084
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.1055
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.0922
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.0729
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.0458
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.69E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.0346
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.0616
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.1058
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.1725
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.27
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.4072

Tabel 4.7 Garis Pengaruh Batang 198 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.5773
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.7896
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-1.1257
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-1.6112
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-2.2463
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-1.611
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-1.1255
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.7895
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.5773
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.4072
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.2699
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.1724
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.1057
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.0616
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.0346
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	1.70E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.0458
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.073
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0922
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.1055
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.1084
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.1031
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.0908
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.0729
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0509
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.0262
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	5.23E-06



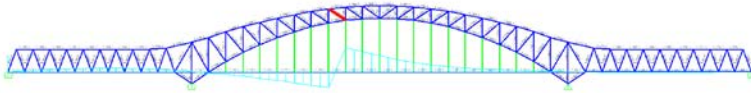
Gambar 4. 21 Garis Pengaruh Batang 137 (Batang Merah)

Tabel 4. 8 Garis Pengaruh Batang 137

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-3.45E-07
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-1.73E-03
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-3.36E-03
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-4.81E-03
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-5.98E-03
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-6.80E-03
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-7.15E-03
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-6.95E-03
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-6.08E-03
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-4.81E-03
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-3.02E-03
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-1.11E-04
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	2.28E-03
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	4.06E-03
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	6.97E-03
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.0114
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.0178
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.0268

Tabel 4.8 Garis Pengaruh Batang 137 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.0381
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.0521
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.0742
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.1062
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.1481
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.1062
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.0742
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.052
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0381
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0268
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0178
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0114
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	6.97E-03
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	4.06E-03
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	2.28E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-1.12E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-3.02E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-4.81E-03
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-6.08E-03
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-6.96E-03
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-7.15E-03
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-6.79E-03
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-5.98E-03
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-4.81E-03
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-3.36E-03
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-1.72E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-3.45E-07



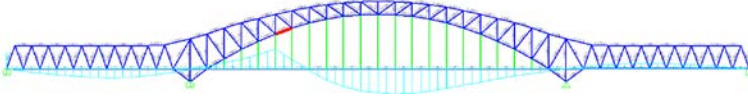
Gambar 4. 22 Garis Pengaruh Batang 127 (Batang Merah)

Tabel 4. 9 Garis Pengaruh Batang 127

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	6.19E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.0309
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.0602
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.0862
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.1073
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.1218
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.1281
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.1246
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.1087
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.0859
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.0536
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.71E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.0425
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.0956
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.1564
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.2238
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.2977
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.3791

Tabel 4.9 Garis Pengaruh Batang 127 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.4617
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.5439
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.8337
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.6824
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.5472
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.4167
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.3102
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.2301
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.1757
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.1299
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0914
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0624
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0406
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0247
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	0.0134
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-2.99E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0151
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0246
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0312
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0359
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.037
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0352
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.031
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.0249
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0174
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-8.94E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-1.79E-06



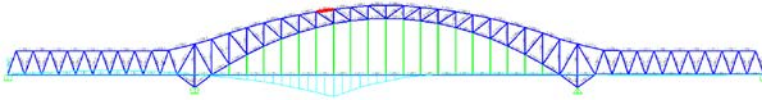
Gambar 4. 23 Garis Pengaruh Batang 146 (Batang Merah)

Tabel 4. 10 Garis Pengaruh Batang 146

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-2.07E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-0.1037
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.2019
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.289
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.3596
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.4082
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.4293
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.4173
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.3641
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.2875
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.1792
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-5.47E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.1437
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.3006
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.4956
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.7332
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	1.0218
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.4567

Tabel 4.10 Garis Pengaruh Batang 146 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.0672
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.543
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.8833
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-1.0882
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-1.1725
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-1.2322
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-1.2032
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-1.0989
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.9557
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.8012
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.6416
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.4902
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.3466
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.2138
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.095
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	3.14E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.1147
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.1847
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.2343
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.2687
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.2765
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.263
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.2317
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.1862
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.1301
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.0668
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	1.34E-05



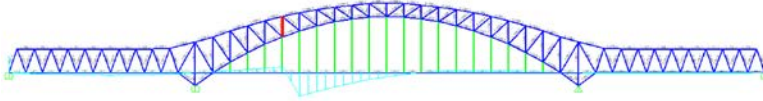
Gambar 4. 24 Garis Pengaruh Batang 192 (Batang Merah)

Tabel 4. 11 Garis Pengaruh Batang 192

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	2.04E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.1018
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.1983
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.2839
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.3533
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.4011
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.4218
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.4101
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.358
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.2829
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.1766
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	5.75E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.1391
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.2928
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.4841
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.7176
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-1.0024
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-1.3513

Tabel 4.11 Garis Pengaruh Batang 192 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-1.7418
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-2.1814
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-1.5324
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-1.0289
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.6588
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.3177
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.0899
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.0325
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0808
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.1043
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.1104
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.1007
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0792
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0512
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	0.0206
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	1.51E-05
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0199
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.033
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0422
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0487
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.0503
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0479
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0423
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.034
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0238
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-0.0122
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-2.44E-06



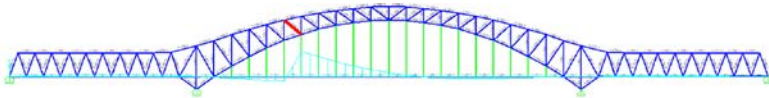
Gambar 4. 25 Garis Pengaruh Batang 113 (Batang Merah)

Tabel 4. 12 Garis Pengaruh Batang 113

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-3.71E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-1.86E-02
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-3.62E-02
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-5.18E-02
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-6.44E-02
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-7.31E-02
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-7.69E-02
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-7.48E-02
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-6.53E-02
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-5.17E-02
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-3.23E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-1.10E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	2.51E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	5.86E-02
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	9.56E-02
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.1352
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.1765
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.6856

Tabel 4.12 Garis Pengaruh Batang 113 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.5498
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.4175
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.2973
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.1961
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.1157
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.0405
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.0112
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.0391
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0473
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0492
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0463
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0394
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	2.96E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	1.83E-02
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	6.37E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-4.34E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-9.29E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-1.47E-02
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-1.85E-02
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-2.11E-02
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-2.16E-02
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-2.06E-02
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-1.81E-02
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-1.45E-02
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-1.01E-02
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-5.21E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-1.04E-06



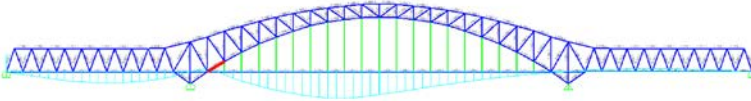
Gambar 4. 26 Garis Pengaruh Batang 115 (Batang Merah)

Tabel 4. 13 Garis Pengaruh Batang 115

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	3.43E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.0171
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.0334
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.0478
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.0594
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.0675
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.071
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.0691
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.0603
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.0477
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.0298
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.03E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.0231
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.0552
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.0898
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.1257
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.1614
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.9138

Tabel 4.13 Garis Pengaruh Batang 115 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.727
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.546
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.3845
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.2506
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.1457
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.0479
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.0185
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.0538
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.0637
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.0656
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.0613
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.052
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.0391
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.0242
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-8.66E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	5.19E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.0121
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.0192
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0242
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.0277
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.0284
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.027
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.0238
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.0191
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0133
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	6.85E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	1.37E-06

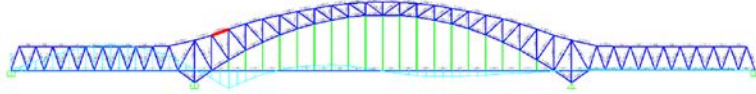


Gambar 4. 27 Garis Pengaruh Batang 138 (Batang Merah)
Tabel 4. 14 Garis Pengaruh Batang 138

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-2.78E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-0.1391
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.2708
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.3878
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.4826
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.5478
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.5762
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.5602
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.4889
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.3862
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.241
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-7.70E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.1908
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.1603
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.4688
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.7336
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.9491
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-1.1045

Tabel 4.14 Garis Pengaruh Batang 138 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-1.2294
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-1.3213
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-1.3275
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-1.2654
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-1.1525
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-1.0315
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.8936
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.7505
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.6224
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.4998
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.3846
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.2847
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.1973
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.1219
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.0586
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	1.28E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.0661
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.1073
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.1365
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.1568
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.1615
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.1537
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.1355
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.1089
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0761
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.0391
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	7.82E-06



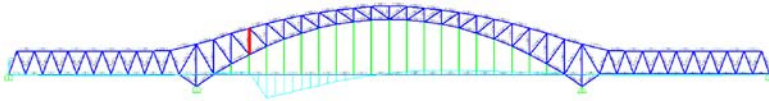
Gambar 4. 28 Garis Pengaruh Batang 180 (Batang Merah)

Tabel 4. 15 Garis Pengaruh Batang 180

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	3.67E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.1837
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.3575
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.5119
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.6371
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.7233
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.7608
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.7398
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.6458
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.5105
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.3191
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.06E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.2493
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.5542
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.3124
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.1205
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.0175
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.0909

Tabel 4.15 Garis Pengaruh Batang 180 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.1381
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.1595
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.1214
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.0525
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.0273
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.1062
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.1644
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.1945
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.1899
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.1752
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.1513
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.1214
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.0878
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.052
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.0161
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	2.29E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.032
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.0493
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0614
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.0697
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.0714
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.0677
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.0595
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.0477
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0333
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.0171
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	3.42E-06



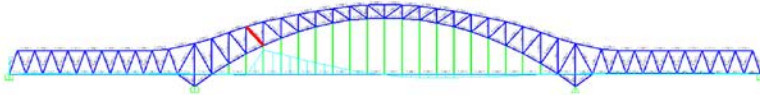
Gambar 4. 29 Garis Pengaruh Batang 105 (Batang Merah)

Tabel 4. 16 Garis Pengaruh Batang 105

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-2.83E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-1.41E-02
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-2.75E-02
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-3.94E-02
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-4.90E-02
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-5.57E-02
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-5.86E-02
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-5.70E-02
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-4.98E-02
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-3.94E-02
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-2.47E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-8.84E-04
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	1.88E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	4.55E-02
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	7.39E-02
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.7864
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.6472
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.5086

Tabel 4.16 Garis Pengaruh Batang 105 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.3736
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.2435
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.1301
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.0397
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.0267
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.0874
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.1231
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.1345
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.1272
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.114
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0966
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0769
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	5.57E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	3.42E-02
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	1.36E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-7.03E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-1.82E-02
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-2.90E-02
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-3.67E-02
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-4.20E-02
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-4.31E-02
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-4.10E-02
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-3.61E-02
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-2.90E-02
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-2.03E-02
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-1.04E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-2.08E-06



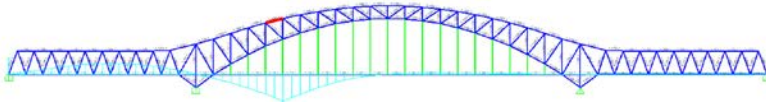
Gambar 4. 30 Garis Pengaruh Batang 107 (Batang Merah)

Tabel 4. 17 Garis Pengaruh Batang 107

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	1.77E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	8.83E-03
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.0172
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.0246
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.0306
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.0348
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.0366
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.0356
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.0311
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.0246
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.0155
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	5.84E-04
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.0116
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.0298
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.0481
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.8812
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.7203
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.5628

Tabel 4.17 Garis Pengaruh Batang 107 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.4101
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.2641
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.1389
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.0407
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.0304
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.095
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.1326
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.144
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.1358
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.1215
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.1028
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.0817
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.0592
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.0364
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-1.47E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	7.02E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.0193
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.0308
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0389
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.0445
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.0457
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.0435
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.0383
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.0308
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0215
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	1.10E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	2.21E-06



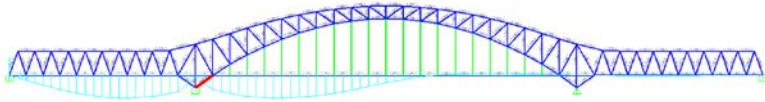
Gambar 4. 31 Garis Pengaruh Batang 186 (Batang Merah)

Tabel 4. 18 Garis Pengaruh Batang 186

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	3.18E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.1592
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.3099
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.4437
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.5522
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.6269
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.6593
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.6411
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.5596
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.4422
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.2763
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	9.08E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.2169
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.4738
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.7795
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-1.1354
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-1.5481
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-1.1394

Tabel 4.18 Garis Pengaruh Batang 186 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.7664
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.4325
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.2007
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.0558
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.0205
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.084
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.1098
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.1072
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.096
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0816
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0666
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0522
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0381
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0255
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	0.0148
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	7.62E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-8.99E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0161
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0212
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0248
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.0258
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0247
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0219
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.0176
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0123
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-6.34E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-1.27E-06



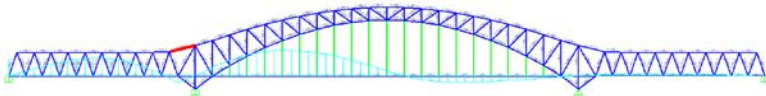
Gambar 4. 32 Garis Pengaruh Batang 47 (Batang Merah)

Tabel 4. 19 Garis Pengaruh Batang 47

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-3.00E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-0.1501
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.2938
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.4245
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.5358
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.6214
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.6746
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.6891
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.6552
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.5939
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.4954
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-6.37E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.436
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.5477
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.6261
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.6721
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.6835
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.6535

Tabel 4.19 Garis Pengaruh Batang 47 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.6075
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.5463
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.4512
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.3433
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.2357
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.1308
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.0485
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	5.71E-03
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0282
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0408
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0448
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.041
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0317
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0185
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	3.03E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-1.19E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0115
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0171
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0209
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0236
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.024
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0227
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0199
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.016
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0111
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-5.71E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-1.14E-06



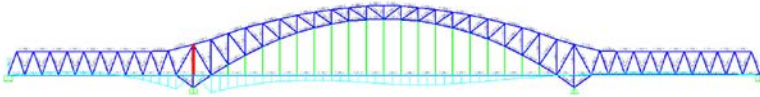
Gambar 4. 33 Garis Pengaruh Batang 176 (Batang Merah)

Tabel 4. 20 Garis Pengaruh Batang 176

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	3.35E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.1677
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.3233
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.4545
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.5493
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.5954
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.5806
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.493
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.3141
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.0836
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.2167
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.34E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.304
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.5363
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.7062
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.8155
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.8602
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.8276

Tabel 4.20 Garis Pengaruh Batang 176 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.7656
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.6758
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.5246
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.3513
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.1806
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.0148
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.1083
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.1795
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.1937
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.1905
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.1722
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.1424
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.1048
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.0622
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.0181
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	2.78E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.0374
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.0574
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0714
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.081
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.0829
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.0785
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.069
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.0554
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0386
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.0198
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	3.97E-06



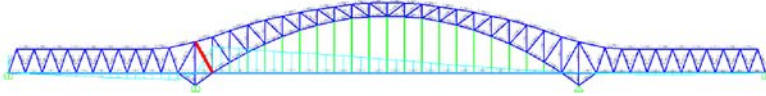
Gambar 4. 34 Garis Pengaruh Batang 92 (Batang Merah)

Tabel 4. 21 Garis Pengaruh Batang 92

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	6.88E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	3.44E-02
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	6.40E-02
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	8.38E-02
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	8.90E-02
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	7.48E-02
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	3.63E-02
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-3.13E-02
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-1.36E-01
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-2.60E-01
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-4.13E-01
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	7.14E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-5.18E-01
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-3.98E-01
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-3.02E-01
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.2305
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.184
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.1674

Tabel 4.21 Garis Pengaruh Batang 92 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.1618
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.1663
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.1923
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.2244
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.2534
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.2801
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.29
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.2803
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.2512
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.2165
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.1774
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.1374
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-9.76E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-5.88E-02
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-2.25E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	1.76E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	3.44E-02
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	5.41E-02
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	6.80E-02
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	7.76E-02
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	7.96E-02
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	7.56E-02
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	6.65E-02
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	5.34E-02
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	3.73E-02
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	1.91E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	3.83E-06



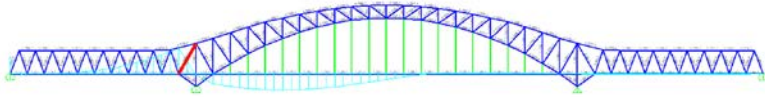
Gambar 4. 35 Garis Pengaruh Batang 93 (Batang Merah)

Tabel 4. 22 Garis Pengaruh Batang 93

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-5.14E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-2.57E-02
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.0511
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.0758
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.0994
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.1216
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.1421
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.1605
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.1762
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.1905
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.2027
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-3.84E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.7559
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.7167
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.6789
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.6422
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.6066
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.5722

Tabel 4.22 Garis Pengaruh Batang 93 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.5376
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.5026
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.4657
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.4263
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.3842
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.3417
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.2982
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.2546
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.2134
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.1734
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.1348
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.1004
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0697
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0424
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	1.88E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-8.57E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0244
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.039
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0493
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0564
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.058
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0551
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0486
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.039
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0272
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-1.40E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-2.80E-06



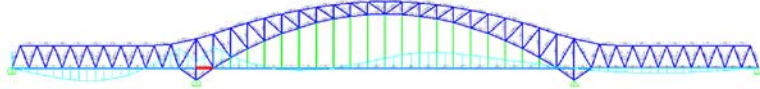
Gambar 4. 36 Garis Pengaruh Batang 91 (Batang Merah)

Tabel 4. 23 Garis Pengaruh Batang 91

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-1.43E-07
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-7.13E-04
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	3.98E-03
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.0195
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.0512
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.1046
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.1851
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.2979
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.4514
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.6278
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.835
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-4.40E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.3174
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.413
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.4808
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.5214
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.5331
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.5102

Tabel 4.23 Garis Pengaruh Batang 91 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.4739
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.425
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.3479
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.2603
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.1731
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.0881
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.0221
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.0204
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0366
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0447
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0457
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0404
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0307
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.018
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	3.68E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-1.05E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0111
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0166
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0205
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0231
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.0236
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0223
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0196
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.0157
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.011
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-5.63E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-1.13E-06



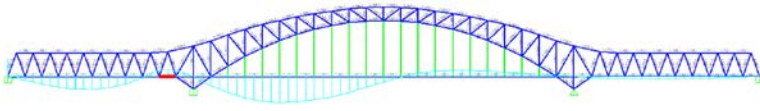
Gambar 4. 37 Garis Pengaruh Batang 12 (Batang Merah)

Tabel 4. 24 Garis Pengaruh Batang 12

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-8.22E-06
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-4.11E-02
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-7.83E-02
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.1076
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.1253
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.1273
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.1098
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.0689
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	1.35E-03
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.0882
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.1974
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	6.06E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.217
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.129
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.0609
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.012
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.0165
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.0206

Tabel 4.24 Garis Pengaruh Batang 12 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.0156
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-2.23E-03
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.0294
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.0667
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.1022
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.136
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.1562
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.1603
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.1477
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.1303
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.1087
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0854
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0611
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0367
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	1.33E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-1.21E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0216
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0338
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0423
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0483
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.0495
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.047
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0413
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.0332
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0232
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-1.19E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-2.38E-06



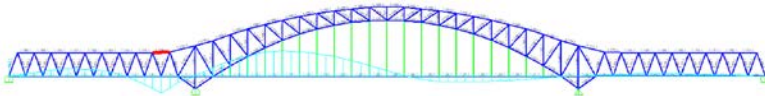
Gambar 4. 38 Garis Pengaruh Batang 10 (Batang Merah)

Tabel 4. 25 Garis Pengaruh Batang 10

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-2.66E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-0.1331
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.254
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-0.3505
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-0.4106
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-0.422
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.3725
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.2501
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.0365
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.2286
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.2167
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-1.34E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.304
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.5365
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.7064
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.8157
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.8604
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.8278

Tabel 4.25 Garis Pengaruh Batang 10 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.7658
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.6759
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.5247
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.3514
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.1806
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-0.0148
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.1084
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	1.80E-01
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.1937
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.1905
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.1723
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.1424
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.1048
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0623
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	1.81E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-2.78E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0374
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0574
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0714
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.081
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.0829
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0785
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.069
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.0554
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0387
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-1.98E-02
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-3.97E-06



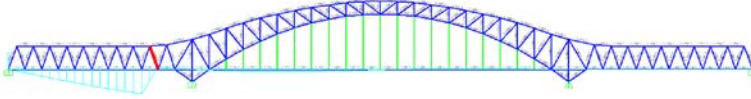
Gambar 4. 39 Garis Pengaruh Batang 174 (Batang Merah)

Tabel 4. 26 Garis Pengaruh Batang 174

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	1.82E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.0909
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.1701
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	0.2258
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	0.2465
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	0.2204
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.1358
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.0191
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.2616
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.5536
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.2085
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.29E-02
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.2924
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.5159
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.6793
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.7845
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.8274
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.7961

Tabel 4.26 Garis Pengaruh Batang 174 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.7365
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.6501
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.5046
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.3379
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.1737
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	0.0143
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.1042
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.1727
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.1863
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.1832
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.1657
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.137
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.1008
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.0599
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-0.0174
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	2.67E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.036
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.0552
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0687
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.0779
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.0797
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.0755
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.0664
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.0533
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0372
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	0.0191
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	3.82E-06



Gambar 4. 40 Garis Pengaruh Batang 68 (Batang Merah)

Tabel 4. 27 Garis Pengaruh Batang 68

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-2.59E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-1.29E-01
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-2.57E-01
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-3.82E-01
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-5.03E-01
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-6.17E-01
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-7.25E-01
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-8.24E-01
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-9.11E-01
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	6.88E-02
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	2.59E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-1.60E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-3.63E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-6.41E-02
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-8.44E-02
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.0975
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.1028
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.0989

Tabel 4.27 Garis Pengaruh Batang 68 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.0915
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.0808
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.0627
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.042
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.0216
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-1.77E-03
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.013
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.0215
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0232
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0228
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0206
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.017
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	1.25E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	7.44E-03
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	2.16E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-3.32E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-4.47E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-6.86E-03
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-8.53E-03
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-9.68E-03
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-9.91E-03
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-9.39E-03
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-8.25E-03
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-6.62E-03
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-4.62E-03
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-2.37E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-4.74E-07



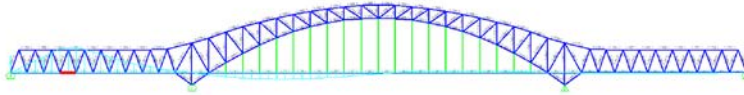
Gambar 4. 41 Garis Pengaruh Batang 87 (Batang Merah)

Tabel 4. 28 Garis Pengaruh Batang 87

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	2.58E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	1.29E-01
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	2.56E-01
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	3.81E-01
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	5.01E-01
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	6.15E-01
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	7.23E-01
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	8.21E-01
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	9.09E-01
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	9.90E-01
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-2.58E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	1.60E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	3.62E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	6.39E-02
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	8.42E-02
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.0972
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.1025
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.0986

Tabel 4.28 Garis Pengaruh Batang 87 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.0912
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.0805
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.0625
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.0419
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.0215
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	1.77E-03
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.0129
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.0214
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.0231
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.0227
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.0205
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.017
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-1.25E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-7.42E-03
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-2.15E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	3.31E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	4.46E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	6.84E-03
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	8.51E-03
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	9.65E-03
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	9.88E-03
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	9.36E-03
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	8.23E-03
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	6.60E-03
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	4.61E-03
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	2.36E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	4.73E-07



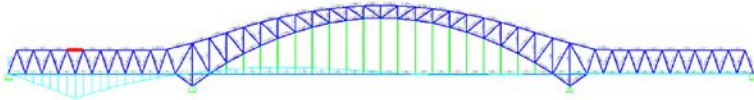
Gambar 4. 42 Garis Pengaruh Batang 4 (Batang Merah)

Tabel 4. 29 Garis Pengaruh Batang 4

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	8.01E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	0.4008
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	0.8061
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	1.2205
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	1.2917
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	1.0242
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	0.7798
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	0.563
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	0.3808
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	0.2182
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	0.0822
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-5.08E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-0.1153
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-0.2034
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-0.2678
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.3093
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.3262
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.3138

Tabel 4.29 Garis Pengaruh Batang 4 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.2903
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.2563
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.1989
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.1332
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.0685
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-5.63E-03
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.0411
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	6.81E-02
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0734
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0722
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0653
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.054
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	0.0397
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	0.0236
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	6.85E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-1.05E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-0.0142
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-0.0217
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-0.0271
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-0.0307
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-0.0314
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-0.0298
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-0.0262
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-0.021
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-0.0147
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-7.52E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-1.51E-06



Gambar 4. 43 Garis Pengaruh Batang 161 (Batang Merah)

Tabel 4. 30 Garis Pengaruh Batang 161

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-7.12E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-0.356
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-0.7171
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-1.0888
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-1.4762
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-1.1705
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-0.8912
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-0.6434
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-0.4352
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-0.2494
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-0.0939
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	5.81E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	0.1317
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	0.2324
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	0.3061
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.3534
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.3728
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.3587

Tabel 4.30 Garis Pengaruh Batang 161 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.3318
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.2929
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	0.2273
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	0.1522
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	0.0783
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	6.43E-03
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	-0.047
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	-0.0778
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	-0.0839
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	-0.0825
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	-0.0746
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	-0.0617
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	-0.0454
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	-0.027
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	-7.83E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	1.20E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	0.0162
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	0.0249
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	0.0309
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	0.0351
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	0.0359
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	0.034
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	0.0299
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	0.024
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	0.0167
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	8.60E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	1.72E-06



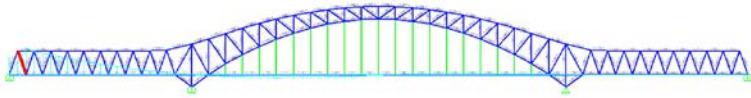
Gambar 4. 44 Garis Pengaruh Batang 64 (Batang Merah)

Tabel 4. 31 Garis Pengaruh Batang 64

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-2.67E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-1.33E-01
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-2.65E-01
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-3.92E-01
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-5.13E-01
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-6.27E-01
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-7.31E-01
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	2.39E-01
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	1.62E-01
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	9.26E-02
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	3.49E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-2.16E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-4.89E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-8.63E-02
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-1.14E-01
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.1312
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.1383
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.1331

Tabel 4.31 Garis Pengaruh Batang 64 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.1231
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-1.09E-01
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.0844
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.0565
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.0291
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-2.47E-03
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.0173
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	2.87E-02
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.031
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0305
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0276
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0228
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	1.68E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	9.96E-03
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	2.89E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-4.45E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-5.99E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-9.19E-03
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-1.14E-02
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-1.30E-02
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-1.33E-02
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-1.26E-02
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-1.11E-02
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-8.87E-03
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-6.19E-03
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-3.18E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-6.36E-07



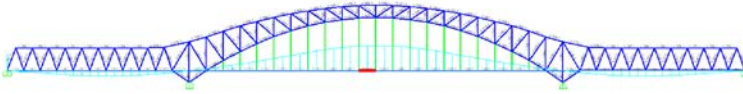
Gambar 4. 45 Garis Pengaruh Batang 52 (Batang Merah)

Tabel 4. 32 Garis Pengaruh Batang 52

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	1.86E-04
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	9.29E-01
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	7.97E-01
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	6.70E-01
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	5.49E-01
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	4.35E-01
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	3.31E-01
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	2.39E-01
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	1.62E-01
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	9.27E-02
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	3.49E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-2.16E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	-4.90E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	-8.64E-02
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	-1.14E-01
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	-0.1314
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	-0.1385
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	-0.1333

Tabel 4.32 Garis Pengaruh Batang 52 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	-0.1233
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	-0.1088
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	-0.0845
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	-0.0566
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	-0.0291
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	-2.39E-03
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	0.0174
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.0289
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.0312
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.0307
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.0277
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.0229
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	1.69E-02
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	1.00E-02
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	2.91E-03
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-4.47E-04
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-6.02E-03
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-9.24E-03
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-1.15E-02
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-1.30E-02
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-1.33E-02
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-1.26E-02
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-1.11E-02
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-8.92E-03
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-6.23E-03
PATH1	130	218.5	218.501	9	3.21E-08	-3.20E-03
PATH1	132	223.498	223.499	9	3.21E-08	-6.39E-07



Gambar 4. 46 Garis Pengaruh Batang 22 (Batang Merah)

Tabel 4. 33 Garis Pengaruh Batang 22

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	1	0	1.02E-03	9	3.21E-08	-1.14E-05
PATH1	4	5	5.001	9	3.21E-08	-5.69E-02
PATH1	7	10	10.001	9	3.21E-08	-1.11E-01
PATH1	10	15	15.001	9	3.21E-08	-1.59E-01
PATH1	13	20	20.001	9	3.21E-08	-1.97E-01
PATH1	16	25	25.001	9	3.21E-08	-2.24E-01
PATH1	19	30	30.001	9	3.21E-08	-2.36E-01
PATH1	22	35	35.001	9	3.21E-08	-2.29E-01
PATH1	25	40	40.001	9	3.21E-08	-2.00E-01
PATH1	28	45	45.001	9	3.21E-08	-1.59E-01
PATH1	31	50	50.001	9	3.21E-08	-9.95E-02
PATH1	34	55.145	55.146	9	3.21E-08	-3.66E-03
PATH1	37	60.29	60.291	9	3.21E-08	7.52E-02
PATH1	40	65.435	65.436	9	3.21E-08	1.77E-01
PATH1	43	70.58	70.581	9	3.21E-08	2.90E-01
PATH1	46	75.725	75.726	9	3.21E-08	0.4118
PATH1	49	80.87	80.871	9	3.21E-08	0.5406
PATH1	52	86.015	86.016	9	3.21E-08	0.6765

Tabel 4.33 Garis Pengaruh Batang 22 (Lanjutan)

	Station	Sta. Distance (m)	Global X	Global Y	Global Z	Influence/Tonf
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.8082
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.9325
PATH1	61	101.45	101.451	9	3.21E-08	1.0283
PATH1	64	106.595	106.596	9	3.21E-08	1.0807
PATH1	67	111.75	111.751	9	3.21E-08	1.0861
PATH1	70	116.905	116.906	9	3.21E-08	1.08E+00
PATH1	73	122.05	122.051	9	3.21E-08	1.0283
PATH1	76	127.195	127.196	9	3.21E-08	0.9325
PATH1	79	132.34	132.341	9	3.21E-08	0.8082
PATH1	82	137.485	137.486	9	3.21E-08	0.6765
PATH1	85	142.63	142.631	9	3.21E-08	0.5405
PATH1	88	147.775	147.776	9	3.21E-08	0.4117
PATH1	91	152.92	152.921	9	3.21E-08	2.90E-01
PATH1	94	158.065	158.066	9	3.21E-08	1.77E-01
PATH1	97	163.21	163.211	9	3.21E-08	7.52E-02
PATH1	100	168.355	168.356	9	3.21E-08	-3.70E-03
PATH1	103	173.5	173.501	9	3.21E-08	-9.95E-02
PATH1	106	178.5	178.501	9	3.21E-08	-1.59E-01
PATH1	109	183.5	183.501	9	3.21E-08	-2.00E-01
PATH1	112	188.5	188.501	9	3.21E-08	-2.29E-01
PATH1	115	193.5	193.501	9	3.21E-08	-2.36E-01
PATH1	118	198.5	198.501	9	3.21E-08	-2.24E-01
PATH1	121	203.5	203.501	9	3.21E-08	-1.97E-01
PATH1	124	208.5	208.501	9	3.21E-08	-1.59E-01
PATH1	127	213.5	213.501	9	3.21E-08	-1.11E-01
PATH1	55	91.16	91.161	9	3.21E-08	0.8082
PATH1	58	96.305	96.306	9	3.21E-08	0.9325

Hasil garis pengaruh tersebut kemudian dimasukkan Beban hidup (UDL+KEL) dan beban mati sesuai dengan letak tarik dan tekan pada garis pengaruh batang tersebut. Setelah itu, didapatkan besaran aksial yang diterima oleh batang pada struktur utama yang dapat dilihat pada **Tabel 4.34**.

Tabel 4. 34 Gaya Aksial yang Diterima oleh Batang Struktur

No	No Batang	Posisi	Kondisi	BGT+BTR (kg)	Dead (kg)	Superdead (kg)	Total (kg)
1	152	Pelengkung Bawah	Tarik	199927.8925	-	-	199927.8925
		Segment 1	Tekan	-263244.841	-45838.1	-79051.12	-388134.101
2	198	Pelengkung Atas	Tarik	29147.81207	-	-	29147.81207
		Segment 1	Tekan	-507648.9709	-275599	-551020.51	-1334268.191
3	137	B. Tegak	Tarik	33468.35086	7900.15	36323.02	77691.52086
		Segment 1	Tekan	-1921.336925	-	-	-1921.336925
4	127	B. Diagonal	Tarik	152690.664	32998.51	99192.4	284881.574
		Segment 1	Tekan	-95584.89045	-	-	-95584.89045
5	146	Pelengkung Bawah	Tarik	147716.4486	-	-	147716.4486
		Segment 2	Tekan	-406417.7803	-192904	-435456.75	-1034778.11
6	192	Pelengkung Atas	Tarik	113271.7846	-	-	113271.7846
		Segment 2	Tekan	-471490.6168	-236352	-417836.3	-1125678.677
7	113	B. Tegak	Tarik	23785.1635	-	-	23785.1635
		Segment 2	Tekan	-105243.9126	-55810.8	-109944.92	-270999.6726
8	115	B. Diagonal	Tarik	138541.4594	64035.48	142548.87	345125.8094
		Segment 2	Tekan	-21951.4512	-	-	-21951.4512
9	138	Pelengkung Bawah	Tarik	43260.43251	-	-	43260.43251
		Segment 3	Tekan	-531403.5101	-401393	-858646.69	-1791443.11
10	180	Pelengkung Atas	Tarik	204328.9814	30355.77	190080.88	424765.6314
		Tarik Segment 3	Tekan	-64787.8294	-	-	-64787.8294
11	105	B. Tegak	Tarik	33989.9497	-	-	33989.9497
		Segment 3	Tekan	-123535.9563	-67158.5	-119762.35	-310456.8163

Tabel 4.34 Gaya Aksial yang Diterima oleh Batang Struktur (Lanjutan)

No	No Batang	Posisi	Kondisi	BGT+BTR (kg)	Dead (kg)	Superdead (kg)	Total (kg)
12	107	B. Diagonal	Tarik	137131.2072	63538.4	126703.8	327373.4072
		Segment 3	Tekan	-37362.93435	-	-	-37362.93435
13	186	Tepi Atas	Tarik	177062.9057	-	-	177062.9057
		Tekan Segment 3	Tekan	-287788.4433	-100669	-83034.15	-471491.3633
14	47	Tepi Bawah	Tarik	8925.725904	-	-	8925.725904
		Segment 4	Tekan	-226522.2432	-237900	-548244.66	-1012666.603
15	176	Tepi Atas	Tarik	251137.4037	191535.2	459707.92	902380.4837
		Segment 4	Tekan	-46622.80385	-	-	-46622.80385
16	92	B. Tegak	Tarik	21454.26407	-	-	21454.26407
		Segment 4	Tekan	-172572.4039	-142137	-221237.24	-535946.6039
17	93	B. Diagonal Tarik	Tarik	291069.5554	183110	312815.9	786995.4754
		Segment 4	Tekan	-49704.71887	-	-	-49704.71887
18	91	B. Diagonal Tekan	Tarik	119154.6685	-	-	119154.6685
		Segment 4	Tekan	-173263.0526	-74364.3	-100034	-347661.3026
19	10	B. Tepi Bawah	Tarik	46635.77555	-	-	46635.77555
		Segment 5	Tekan	-251629.2954	-166289	-384171.2	-802089.0754
20	174	B. Tepi Atas	Tarik	241993.5231	136401.7	288636.7	667031.9631
		Segment 5	Tekan	-57723.68875	-	-	-57723.68875
21	68	B. Diagonal Tekan	Tarik	6074.50165	-	-	6074.50165
		Segment 5	Tekan	-177586.5153	-83544.9	-241596.59	-502727.9853
22	87	B. Diagonal Tarik	Tarik	211840.2789	94253.24	292103.64	598197.1589
		Segment 5	Tekan	-5558.100072	-	-	-5558.100072
23	4	B. Tepi Bawah	Tarik	270843.2049	26728.03	214881.77	512453.0049
		Segment 6	Tekan	-95400.62208	-	-	-95400.62208
24	161	B. Tepi Atas	Tarik	109025.5576	-	-	109025.5576
		Segment 6	Tekan	-290244.2067	-22591.2	-215925.09	-528760.4667

Tabel 4.34 Gaya Aksial yang Diterima oleh Batang Struktur (Lanjutan)

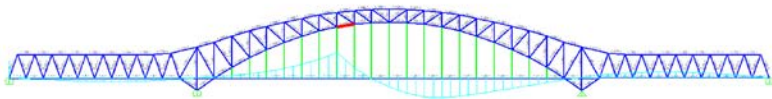
No	No Batang	Posisi	Kondisi	BGT+BTR (kg)	Dead (kg)	Superdead (kg)	Total (kg)
25	51	B. Diagonal Tekan	Tarik	27327.19115	-	-	27327.19115
		Segment 6	Tekan	-116383.6237	-29114.7	-157395.86	-302894.2237
26	52	B. Diagonal Tarik	Tarik	174982.1799	24062.84	157395.86	356440.8799
		Segment 6	Tekan	-40517.24939	-	-	-40517.24939
27	12	B. Tepi Tengah	Tarik	47176.9375	39208.85	47760.44	134146.2275
		Segment 4	Tekan	-26412.88643	-	-	-26412.88643
28	22	B. Tarik	Tarik	474265.0959	278543.3	491474.05	1244282.416
		Segment 1	Tekan	-52860.54444	-	-	-52860.54444

Setelah mendapatkan gaya aksial, selanjutnya dapat ditentukan desan dari profil rangka utama. Rangka utama jembatan ini menggunakan profil kotak (*square hollow*). Detail profil rangka busur utama didapatkan dari brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business* dengan Mutu SN490 B.

4.7.3. Desain Profil Rangka Utama Jembatan

Profil rangka utama didesain dan dikontrol berdasarkan gaya aksial yang didapatkan pada rangka utama tersebut. Berikut adalah salah satu contoh kontrol dari batang struktur utama.

4.7.3.1. Contoh Kontrol Profil Rangka Utama



Gambar 4. 47 Lokasi Batang 152 dan Garis Pengaruh Batang 152 (Batang Merah) akibat Beban Berjalan 1 Ton

Gaya aksial batang : 199927.8925 kg (Tarik)
 -388134.101 kg (Tekan)

Desain batang menggunakan profil *square hollow* dengan mutu SN490 B, sesuai spesifikasi brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business* pada **Lampiran 3**. Spesifikasi profil sebagai berikut :

A	=	24200	mm ²	ix	=	134	mm
h	=	350	mm	fy	=	345	N/mm ²
tw	=	19	mm	E	=	200000	N/mm ²
bf	=	350	mm	fu	=	490	N/mm ²

Kontrol Kapasitas Tekan :

Pelat badan dan sayap :

$$\frac{b-3 \times t}{t} \leq \frac{625}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{350-3 \times 19}{19} \leq \frac{625}{\sqrt{345}}$$

$$15.421 \leq 33.65$$

Tidak Langsing

$$\text{Faktor panjang tekuk (Kcx)} = 1$$

$$\text{Faktor panjang tekuk (Kcy)} = 1$$

$$\text{Panjang bentang (Lx)} = 5210.88 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang bentang (Ly)} = 5210.88 \text{ mm}$$

$$\lambda_x = \frac{Kcx \times Lx}{ix} = \frac{1 \times 5210.88}{134} = 38.87 < 140$$

$$\lambda_y = \frac{Kcy \times Ly}{iy} = \frac{1 \times 5210.88}{134} = 38.87 < 140$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{38.87}{\pi} \sqrt{\frac{345}{200000}} = 0.5139$$

Karena $\lambda_c < 1.5$, maka kuat nominal penampang :

$$Nn = (0.66 \lambda_c^2) \times Ag \times fy = (0.66^{0.5139^2}) \times 24200 \times 345$$

$$Nn = 5447103.2 \text{ N} = 544710 \text{ kg}$$

$$\text{ØNn} = 0.85 \times 544710 = 463004 \text{ kg}$$

$$\text{ØNn} = 463004 \text{ kg} > \text{Pu} = 388134.101 \text{ kg}$$

OK

Kontrol Kapasitas Tarik :

$$P_n = 0.9 \times A_g \times f_y = 0.9 \times 24200 \times 345 = 7514100 \text{ N}$$

$$P_n = 751410 \text{ kg} > P_u = 199927.8925 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Rekapitulasi kontrol desain rangka utama jembatan ditunjukkan pada **Tabel 4.35**, **Tabel 4.36**, **Tabel 4.37** sebagai berikut :

Tabel 4. 35 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kelangsingan Profil Rangka Utama Jembatan

No	No. Batang	Penampang (mm)	Kontrol Kelangsingan Profil			
			$(b-3t)/t$	$< / >$	$625/(f_y)^{0.5}$	Kontrol
1	152	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
2	198	Sqr 550 x 550 x 32	14.1875	<	33.64886888	Tidak Langsing
3	137	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
4	127	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
5	146	Sqr 500 x 500 x 28	14.8571	<	33.64886888	Tidak Langsing
6	192	Sqr 550 x 550 x 32	14.1875	<	33.64886888	Tidak Langsing
7	113	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
8	115	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
9	138	Sqr 650 x 650 x 36	15.0556	<	33.64886888	Tidak Langsing
10	180	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
11	105	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
12	107	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
13	186	Sqr 400 x 400 x 22	15.1818	<	33.64886888	Tidak Langsing

Tabel 4.35 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kelangsingan Profil Rangka Utama Jembatan (Lanjutan)

No	No. Batang	Penampang (mm)	Kontrol Penampang Profil			
			$(b-3t)/t$	$< / >$	$625/(f_y)^{0.5}$	Kontrol
14	47	Sqr 650 x 650 x 36	15.0556	<	33.64886888	Tidak Langsing
15	176	Sqr 400 x 400 x 22	15.1818	<	33.64886888	Tidak Langsing
16	92	Sqr 450 x 450 x 25	15	<	33.64886888	Tidak Langsing
17	93	Sqr 400 x 400 x 22	15.1818	<	33.64886888	Tidak Langsing
18	91	Sqr 400 x 400 x 22	15.1818	<	33.64886888	Tidak Langsing
19	12	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
20	10	Sqr 450 x 450 x 25	15	<	33.64886888	Tidak Langsing
21	174	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
22	68	Sqr 400 x 400 x 22	15.1818	<	33.64886888	Tidak Langsing
23	87	Sqr 350 x 350 x 19	7.9375	<	33.64886888	Tidak Langsing
24	4	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
25	161	Sqr 400 x 400 x 22	15.1818	<	33.64886888	Tidak Langsing
26	51	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
27	52	Sqr 350 x 350 x 19	15.4211	<	33.64886888	Tidak Langsing
28	22	Sqr 500 x 500 x 28	14.8571	<	33.64886888	Tidak Langsing

Tabel 4. 36 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kapasitas Tekan Profil Rangka Utama Jembatan

No	No. Batang	Penampang (mm)	Kontrol Kapasitas Tekan						
			λ_x	λ_y	λ_c	Kontrol	ϕN_n (kg)	P_u (kg)	Kontrol
1	152	Sqr 350 x 350 x 19	38.887	38.887	0.514	$\lambda_c < 1.5$	463004	388134.101	OK
2	198	Sqr 550 x 550 x 32	24.679	24.679	0.326	$\lambda_c < 1.5$	1424523	1334268.191	OK
3	137	Sqr 350 x 350 x 19	29.485	29.485	0.39	$\lambda_c < 1.5$	513363	1921.336925	OK
4	127	Sqr 350 x 350 x 19	46.06	46.06	0.609	$\lambda_c < 1.5$	427930	95584.89045	OK
5	146	Sqr 500 x 500 x 28	28.555	28.555	0.377	$\lambda_c < 1.5$	1088696	1034778.11	OK
6	192	Sqr 550 x 550 x 32	24.876	24.876	0.329	$\lambda_c < 1.5$	1421457	1125678.677	OK
7	113	Sqr 350 x 350 x 19	44.333	44.333	0.586	$\lambda_c < 1.5$	436123	270999.6726	OK
8	115	Sqr 350 x 350 x 19	49.239	49.239	0.651	$\lambda_c < 1.5$	413247	21951.4512	OK
9	138	Sqr 650 x 650 x 36	24.283	24.283	0.321	$\lambda_c < 1.5$	1911384	1791443.11	OK
10	180	Sqr 350 x 350 x 19	40.61	40.61	0.537	$\lambda_c < 1.5$	454321	64787.8294	OK
11	105	Sqr 350 x 350 x 19	58.912	58.912	0.779	$\lambda_c < 1.5$	371598	310456.8163	OK
12	107	Sqr 350 x 350 x 19	55.793	55.793	0.737	$\lambda_c < 1.5$	384549	37362.93435	OK
13	186	Sqr 400 x 400 x 22	34.602	34.602	0.457	$\lambda_c < 1.5$	641733	471491.3633	OK
14	47	Sqr 650 x 650 x 36	25.554	25.554	0.338	$\lambda_c < 1.5$	1884907	1012666.603	OK
15	176	Sqr 400 x 400 x 22	51.329	51.329	0.678	$\lambda_c < 1.5$	534043	46622.80385	OK

Tabel 4.36 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kapasitas Tekan Profil Rangka Utama Jembatan

No	No. Batang	Penampang (mm)	Kontrol Kapasitas Tekan						
			λ_x	λ_y	λ_c	Kontrol	$\emptyset N_n$ (kg)	P_u (kg)	Kontrol
16	92	Sqr 450 x 450 x 25	52.326	52.326	0.691	$\lambda_c < 1.5$	653683	535946.6039	OK
17	93	Sqr 400 x 400 x 22	67.757	67.757	0.895	$\lambda_c < 1.5$	445885	49704.71887	OK
18	91	Sqr 400 x 400 x 22	67.757	67.757	0.895	$\lambda_c < 1.5$	445885	347661.3026	OK
19	12	Sqr 350 x 350 x 19	38.396	38.396	0.507	$\lambda_c < 1.5$	465507	26412.88643	OK
20	10	Sqr 450 x 450 x 25	29.07	29.07	0.384	$\lambda_c < 1.5$	843889	802089.0754	OK
21	174	Sqr 350 x 350 x 19	37.344	37.344	0.494	$\lambda_c < 1.5$	470914	57723.68875	OK
22	68	Sqr 400 x 400 x 22	48.582	48.582	0.642	$\lambda_c < 1.5$	550400	502727.9853	OK
23	87	Sqr 350 x 350 x 19	56.902	56.902	0.752	$\lambda_c < 1.5$	379891	5558.100072	OK
24	4	Sqr 350 x 350 x 19	37.313	37.313	0.493	$\lambda_c < 1.5$	471072	95400.62208	OK
25	161	Sqr 400 x 400 x 22	32.68	32.68	0.432	$\lambda_c < 1.5$	655424	528760.4667	OK
26	51	Sqr 350 x 350 x 19	55.47	55.47	0.733	$\lambda_c < 1.5$	385913	302894.2237	OK
27	52	Sqr 350 x 350 x 19	55.47	55.47	0.733	$\lambda_c < 1.5$	385913	40517.24939	OK
28	22	Sqr 500 x 500 x 28	26.99	26.99	0.357	$\lambda_c < 1.5$	1107581	52860.54444	OK

Tabel 4. 37 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kapasitas Tarik Profil Rangka Utama Jembatan (Lanjutan)

No	No. Batang	Penampang (mm)	Kontrol Kapasitas Tarik		
			$\emptyset P_n$ (kg)	P_u (kg)	Kontrol
1	152	Sqr 350 x 350 x 19	751410	199927.8925	OK
2	198	Sqr 550 x 550 x 32	1977885	29147.81207	OK
3	137	Sqr 350 x 350 x 19	751410	77691.52086	OK
4	127	Sqr 350 x 350 x 19	751410	284881.574	OK
5	146	Sqr 500 x 500 x 28	1577340	147716.4486	OK
6	192	Sqr 550 x 550 x 32	1977885	113271.7846	OK
7	113	Sqr 350 x 350 x 19	751410	23785.1635	OK
8	115	Sqr 350 x 350 x 19	751410	345125.8094	OK
9	138	Sqr 650 x 650 x 36	2642355	43260.43251	OK
10	180	Sqr 350 x 350 x 19	751410	424765.6314	OK
11	105	Sqr 350 x 350 x 19	751410	33989.9497	OK
12	107	Sqr 350 x 350 x 19	751410	327373.4072	OK
13	186	Sqr 400 x 400 x 22	993600	177062.9057	OK
14	47	Sqr 650 x 650 x 36	2642355	8925.725904	OK
15	176	Sqr 400 x 400 x 22	993600	902380.4837	OK

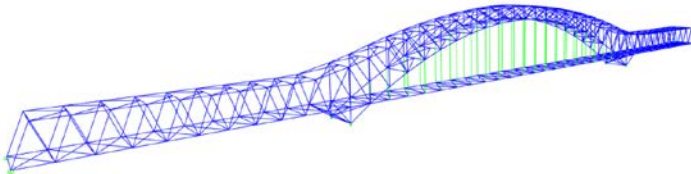
Tabel 4.37 Rekapitulasi Hasil Kontrol Kapasitas Tarik Profil Rangka Utama Jembatan

No	No. Batang	Penampang (mm)	Kontrol Kapasitas Tarik		
			ØPn (kg)	Pu (kg)	Kontrol
16	92	Sqr 450 x 450 x 25	1229580	21454.26407	OK
17	93	Sqr 400 x 400 x 22	993600	786995.4754	OK
18	91	Sqr 400 x 400 x 22	993600	119154.6685	OK
19	12	Sqr 350 x 350 x 19	751410	134146.2275	OK
20	10	Sqr 450 x 450 x 25	1229580	46635.77555	OK
21	174	Sqr 350 x 350 x 19	751410	667031.9631	OK
22	68	Sqr 400 x 400 x 22	993600	6074.50165	OK
23	87	Sqr 350 x 350 x 19	751410	598197.1589	OK
24	4	Sqr 350 x 350 x 19	751410	512453.0049	OK
25	161	Sqr 400 x 400 x 22	993600	109025.5576	OK
26	51	Sqr 350 x 350 x 19	751410	27327.19115	OK
27	52	Sqr 350 x 350 x 19	751410	356440.8799	OK
28	22	Sqr 500 x 500 x 28	1577340	1244282.416	OK

4.8. Perencanaan Ikatan Angin dan Portal Akhir

Setelah mendapatkan gaya angin pada rangka dan dan lantai kendaraan, selanjutnya gaya tersebut dimasukkan ke analisa program SAP2000 untuk mendapatkan gaya yang diterima oleh ikatan angin dengan permodelan 3D yang dapat dilihat pada **Gambar 4.48** . Pada analisa SAP2000, menggunakan kombinasi Kuat III untuk mendapatkan *output* gaya pada ikatan angin silang, ikatan angin rangka dan portal akhir. Sedangkan kombinasi Kuat V digunakan untuk mendapatkan *output* gaya pada ikatan angin lantai kendaraan.

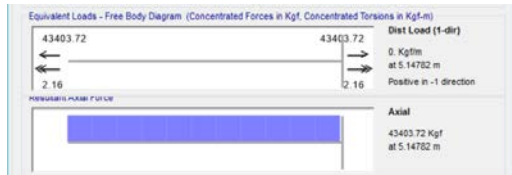
Profil Siku yang digunakan pada perencanaan ikatan angin ini menggunakan produk dari PT. Gunung Garuda sedangkan untuk Profil *Circular Hollow* menggunakan spesifikasi dari *Steel Tube Institute of North America*. Brosur dapat dilihat pad **Lampiran 4**



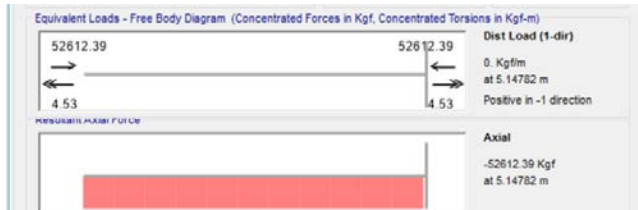
Gambar 4. 48 Permodelan 3D untuk Mendapatkan Gaya Dalam akibat Gaya Angin

4.8.1. Perencanaan Ikatan Angin Lantai Kendaraan

Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan gaya aksial dari kombinasi Kuat V pada ikatan angin lantai kendaraan sebesar 43403 kg (Tarik) dan 52612.4 kg (Tekan) yang dapat dilihat pada **Gambar 4.49** dan **Gambar 4.50**.



Gambar 4. 49 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Lantai Kendaraan



Gambar 4. 50 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Lantai Kendaraan

Batang didesain menggunakan profil L 200 x 200 x 20 ASTM A36, dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$\begin{array}{ll}
 A & = 7600 \text{ mm}^2 & f_y & = 250 \text{ MPa} \\
 d & = 200 \text{ mm} & f_u & = 400 \text{ MPa} \\
 t_w & = 20 \text{ mm} & E & = 200000 \text{ MPa} \\
 i_x & = 60,9 \text{ mm}
 \end{array}$$

Kontrol kekuatan profil (Tekan)

$$\begin{aligned}
 \text{Pelat badan : } \quad \frac{b}{t} &\leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} \\
 \frac{200}{20} &\leq \frac{200}{\sqrt{250}} \\
 10 &\leq 12.65
 \end{aligned}$$

Tidak Langsing

$$\begin{aligned}
 L &= 5147.82 \text{ mm} \\
 \lambda &= \frac{k_{cx} \times L}{i_x} = \frac{1 \times 5147.82}{60.9} = 84.53 < 140 && \text{OK} \\
 \lambda_c &= \frac{\lambda}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{84.53}{\pi} \times \sqrt{\frac{250}{200000}} = 0.951
 \end{aligned}$$

Dikarenakan ($\lambda_c < 1.5$), maka :

$$N_n = (0.66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y = (0.66^{0.951^2}) \times 7600 \times 250$$

$$= 861832.5157 \text{ N} = 86183.3 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 0.85 \times 86183.3 = 73255.8 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 73255.8 \text{ kg} > P_u = 52612.4 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol kekuatan profil (Tarik)

$$L = 5147.82 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{ix} = \frac{1 \times 5147.82}{60.9} = 84.53 < 240 \quad \text{OK}$$

$$N_n = \emptyset \times A_g \times f_y$$

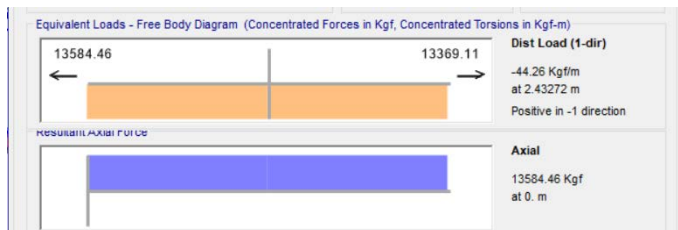
$$= 0.9 \times 7600 \times 250 = 1710000 \text{ N}$$

$$= 171000 \text{ kg}$$

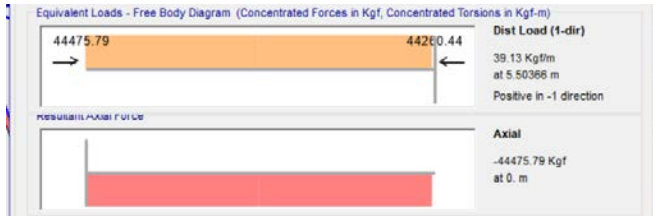
$$\emptyset N_n = 171000 \text{ kg} > P_u = 43403 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.8.2. Perencanaan Ikatan Angin Silang Rangka

Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan gaya aksial dari kombinasi Kuat III pada ikatan angin lantai kendaraan sebesar 13584.5 kg (Tarik) dan 44475.8 kg (Tekan) yang dapat dilihat pada **Gambar 4.51** dan **Gambar 4.52**.



Gambar 4.51 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Silang Rangka



Gambar 4. 52 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Silang Rangka

Batang didesain menggunakan profil Circular Hollow 7”
ASTM A500, dengan spesifikasi sebagai berikut :

A	= 6161.278 mm ²	f _y	= 290 MPa
d	= 177.8 mm	f _u	= 400 MPa
tw	= 12.7 mm	E	= 200000 MPa
ix	= 58.928 mm		

Kontrol kekuatan profil (Tekan)

$$\text{Pelat badan : } \frac{D}{t} \leq \frac{22000}{f_y}$$

$$\frac{177.8}{12.7} \leq \frac{22000}{290}$$

$$14 \leq 75.86$$

Tidak Langsing

$$L = 5503.66 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{ix} = \frac{1 \times 5503.66}{58.928} = 93.396 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{93.396}{\pi} \times \sqrt{\frac{290}{200000}} = 1.132$$

Dikarenakan ($\lambda_c < 1.5$), maka :

$$N_n = (0.66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y = (0.66^{1.132^2}) \times 6161.278 \times 290$$

$$= 697692.5755 \text{ N} = 69769.3 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 0.85 \times 69769.3 = 59303.9 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 59303.9 > P_u = 44475.8 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol kekuatan profil (Tarik)

$$L = 4865.44 \text{ mm}$$

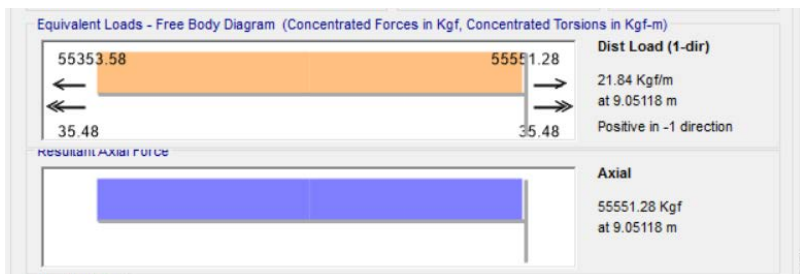
$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{ix} = \frac{1 \times 4865.44}{60.9} = 82.57 < 240 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned} N_n &= \emptyset \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 6161.278 \times 290 = 1608093.558 \text{ N} \\ &= 160809 \text{ kg} \end{aligned}$$

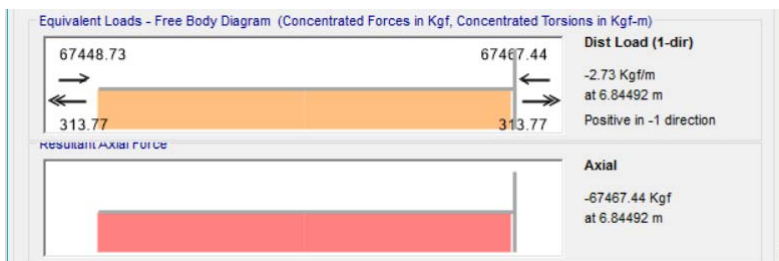
$$\emptyset N_n = 160809 \text{ kg} > P_u = 13584.5 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.8.3. Perencanaan Ikatan Angin Tepi Atas

Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan gaya aksial dari kombinasi Kuat III pada ikatan angin lantai kendaraan sebesar 55551.3 kg (Tarik) dan 67467.4 kg (Tekan) yang dapat dilihat pada **Gambar 4.52** dan **Gambar 4.53**.



Gambar 4. 53 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Tepi Atas



Gambar 4. 54 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Tepi Atas

Batang didesain menggunakan profil Circular Hollow 8.625" ASTM A500, dengan spesifikasi sebagai berikut :

A	= 7677.404 mm ²	f _y	= 290 MPa
d	= 219.075 mm	f _u	= 400 MPa
tw	= 12.7 mm	E	= 200000 MPa
ix	= 73.406 mm		

Kontrol kekuatan profil (Tekan)

$$\begin{aligned} \text{Pelat badan : } \frac{D}{t} &\leq \frac{22000}{f_y} \\ \frac{219.075}{12.7} &\leq \frac{22000}{290} \\ 17.25 &\leq 75.86 \end{aligned}$$

Tidak Langsing

$$L = 6844.92 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{ix} = \frac{1 \times 6844.92}{73.406} = 93.25 < 140 \quad \text{OK}$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{93.25}{\pi} \times \sqrt{\frac{290}{200000}} = 1.130$$

Dikarenakan ($\lambda_c < 1.5$), maka :

$$\begin{aligned} N_n &= (0.66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y = (0.66^{1.130^2}) \times 7677.404 \times 290 \\ &= 870351.7602 \text{ N} = 87035.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 0.85 \times 87035.2 = 73979.9 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 73979.9 > P_u = 67467.4 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol kekuatan profil (Tarik)

$$L = 9051.18 \text{ mm}$$

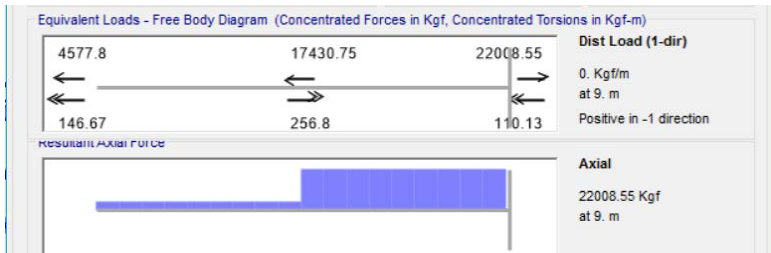
$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{ix} = \frac{1 \times 9051.18}{73.406} = 123.303 < 240 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned} N_n &= \emptyset \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 7677.404 \times 290 = 2003802.444 \text{ N} \\ &= 200380 \text{ kg} \end{aligned}$$

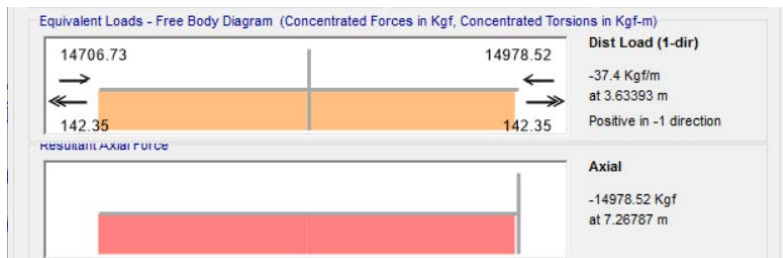
$$\emptyset N_n = 200380 \text{ kg} > P_u = 55551.3 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.8.4. Perencanaan Ikatan Angin Tepi Bawah

Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan gaya aksial dari kombinasi Kuat III pada ikatan angin lantai kendaraan sebesar 22008.6 kg (Tarik) dan 14978.5 kg (Tekan) yang dapat dilihat pada **Gambar 4.55** dan **Gambar 4.56**.



Gambar 4. 55 Gaya Aksial Tarik pada Ikatan Angin Tepi Bawah



Gambar 4. 56 Gaya Aksial Tekan pada Ikatan Angin Tepi Bawah

Batang didesain menggunakan profil Circullar Hollow 8.625" ASTM A500, dengan spesifikasi sebagai berikut :

A	= 7677.404 mm ²	f _y	= 290 MPa
d	= 219.075 mm	f _u	= 400 MPa
tw	= 12.7 mm	E	= 200000 MPa
ix	= 73.406 mm		

Kontrol kekuatan profil (Tekan)

$$\begin{aligned} \text{Pelat badan : } \frac{D}{t} &\leq \frac{22000}{f_y} \\ \frac{219.075}{12.7} &\leq \frac{22000}{290} \\ 17.25 &\leq 75.86 \end{aligned}$$

Tidak Langsing

$$L = 7267.87 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{i_x} = \frac{1 \times 7267.87}{73.406} = 99 < 140$$

OK

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{99}{\pi} \times \sqrt{\frac{290}{200000}} = 1.20$$

Dikarenakan ($\lambda_c < 1.5$), maka :

$$\begin{aligned} N_n &= (0.66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y = (0.66^{1.2^2}) \times 7267.87 \times 290 \\ &= 821276.59 \text{ N} = 82127.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 0.85 \times 82127.7 = 69808.5 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 69808.5 > P_u = 22008.6 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol kekuatan profil (Tarik)

$$L = 9000 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{k_{cx} \times L}{i_x} = \frac{1 \times 9000}{73.406} = 122.606 < 240$$

OK

$$N_n = \emptyset \times A_g \times f_y$$

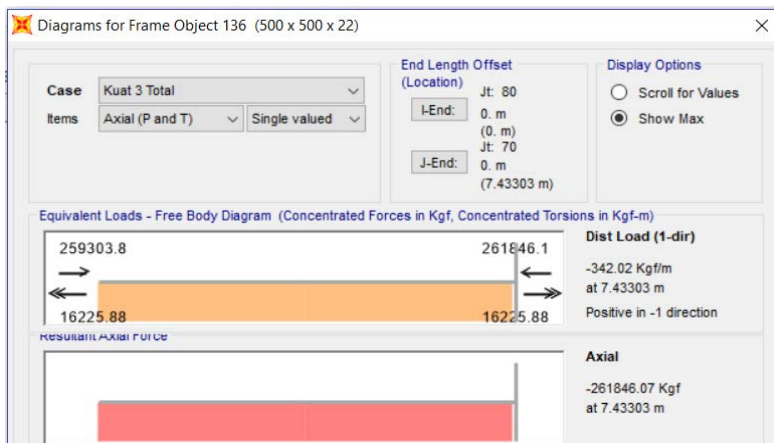
$$= 0.9 \times 7677.404 \times 290 = 2003802.444 \text{ N}$$

$$= 200380 \text{ kg}$$

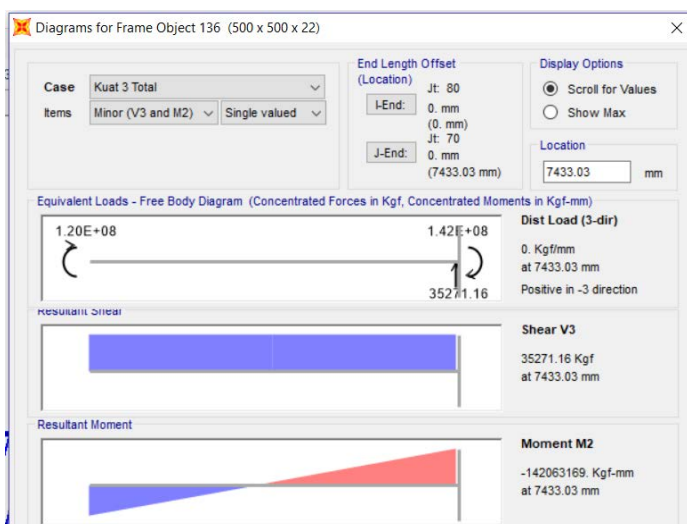
$$\emptyset N_n = 200380 \text{ kg} > P_u = 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.8.5. Perencanaan Kolom Portal Akhir Jembatan

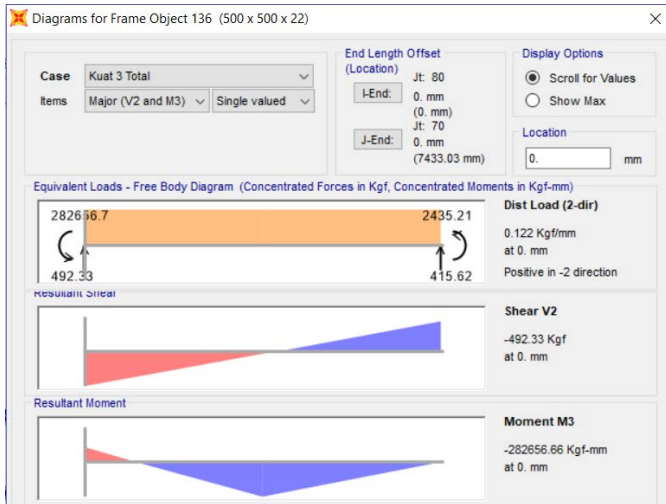
Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan gaya aksial pada kolom portal akhir jembatan sebesar 261846.07 kg (Tekan) serta momen terhadap sumbu x sebesar 282656.66 kgmm dan momen terhadap sumbu y sebesar 142063169 kgmm. Gaya Momen dan aksial yang diterima dapat dilihat pada **Gambar 4.57**, **Gambar 4.58** dan **Gambar 4.59**.



Gambar 4. 57 Gaya Aksial pada Kolom Portal Akhir Jembatan



Gambar 4. 58 Momen terhadap Sumbu Y (Moment M2) pada Kolom Portal Akhir Jembatan



Gambar 4. 59 Momen terhadap Sumbu X (Moment M3) pada Kolom Portal Akhir Jembatan

Kolom portal akhir ini menggunakan profil Box 500 x 500 x 22, dengan spesifikasi sebagai berikut :

A	=	40800	mm ²	ix	=	194	mm
h	=	500	mm	fy	=	345	N/mm ²
tw	=	22	mm	E	=	200000	N/mm ²
bf	=	500	mm	fu	=	490	N/mm ²
Zx	=	7239000	mm ³	L	=	7433.03	mm

Kontrol Kapasitas Tekan :

Pelat badan dan sayap :

$$\frac{b-3 \times t}{t} \leq \frac{625}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{500-3 \times 22}{22} \leq \frac{625}{\sqrt{345}}$$

$$19.727 \leq 33.65$$

Tidak Langsing

Faktor panjang tekuk (Kcx)	= 0.7
Faktor panjang tekuk (Kcy)	= 0.7
Panjang bentang (Lx)	= 7433.03 mm
Panjang bentang (Ly)	= 7433.03 mm

$$\lambda_x = \frac{K_{cx} \times L_x}{i_x} = \frac{0.7 \times 7433.03}{194} = 26.82 < 140$$

$$\lambda_y = \frac{K_{cy} \times L_y}{i_y} = \frac{0.7 \times 7433.03}{194} = 26.82 < 140$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{26.82}{\pi} \sqrt{\frac{345}{200000}} = 0.35443$$

Karena $\lambda_c < 1.5$, maka kuat nominal penampang :

$$N_n = (0.66^{\lambda_c^2}) \times A_g \times f_y = (0.66^{0.35443^2}) \times 40800 \times 345$$

$$N_n = 10484825.5 \text{ N} = 1048482.554 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 0.85 \times 1048482.553 = 891210 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 891210 \text{ kg} > P_u = 261846.07 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kuat Rencana Geser :

$$K_n : 5 + \frac{5}{(7433.03+500)^2} = 5.022$$

$$\text{Badan} : \frac{h}{t_w} \leq 1.10 \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}}$$

$$\frac{500}{22} \leq 1.10 \sqrt{\frac{5.022 \times 200000}{345}}$$

$$22.72 \leq 59.36 \quad \text{OK}$$

Berdasarkan LRFD

$$\begin{aligned} V_n &= 0.6 \times f_y \times A_w \\ &= 0.6 \times 34.5 \times (500 \times 22) = 227700 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u = 35271.16 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 227700 = 204930 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 204930 \text{ kg} > V_u = 35271.16 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Local Buckling

$$\frac{b-3 \times t}{t} \leq \frac{500}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{500-3 \times 22}{22} \leq \frac{500}{\sqrt{345}}$$

$$19.727 \leq 26.919$$

Penampang KompakPenampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = Z_x \times f_y$$

$$= 7239000 \times 34.5 = 249745500 \text{ kgmm}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times M_n$$

$$= 0.9 \times 249745500$$

$$= 224770950 \text{ kgmm} > M_U = 142063323 \text{ kgmm} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Lateral Buckling

$$L_B = 743.303 \text{ cm}$$

$$J = bt^3;$$

$$= 50 \times 2.2^3 = 275000 \text{ cm}^4$$

$$L_P = 0.13 \times E \times r_y \times \frac{\sqrt{JA}}{M_P}$$

$$= 0.13 \times 200000 \times 194 \times \frac{\sqrt{275000 \times 10^4 \times 40800}}{249745500}$$

$$= 2139.31 \text{ mm}$$

Karena $L_B < L_P$, maka M_n :

$$M_n = M_p = Z_x \times f_y = 7239000 \times 34.5 = 249745500 \text{ kgmm}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times M_n$$

$$= 0.9 \times 249745500$$

$$= 224770950 \text{ kgmm} > M_U = 142063323 \text{ kgmm} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Interaksi Gaya Aksial dengan Momen Lentur

$$N_u = 261846.07 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 891210 \text{ kg}$$

$$\frac{N_u}{\emptyset N_n} = \frac{261846.07}{891210} = 0.29$$

Karena $\frac{N_u}{\emptyset N_n} \geq 0.2$, maka kontrol interaksi menggunakan rumus :

$$\frac{N_u}{\emptyset N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0$$

$$M_{ux} = 282656.66 \text{ kgmm}$$

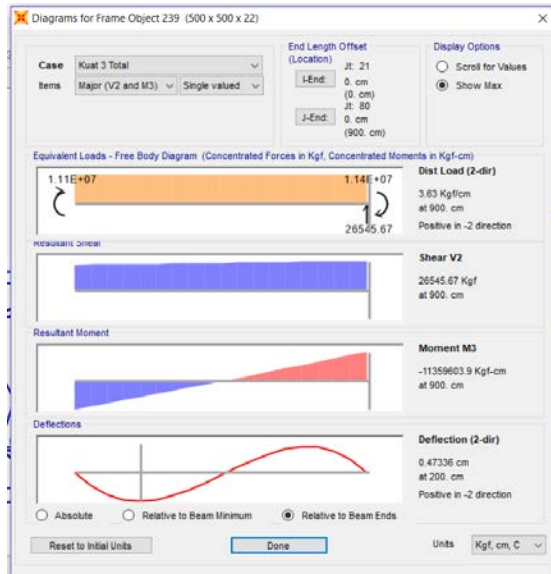
$$M_{uy} = 142063323 \text{ kgmm}$$

$$\emptyset M_{nx} = \emptyset M_{ny} = 249745500 \text{ kgmm}$$

$$\frac{261846.07}{891210} + \frac{8}{9} \left(\frac{282656.66}{249745500} + \frac{142063323}{249745500} \right) = 0.857 \leq 1 \quad \text{OK}$$

4.8.6. Perencanaan Balok Portal Akhir Jembatan

Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan gaya momen terhadap sumbu x sebesar 282656.66 kgmm serta gaya geser sebesar kg. Gaya momen dan geser yang diterima dapat dilihat pada **Gambar 4.60**.



Gambar 4. 60 Momen terhadap Sumbu X (*Moment M3*) dan Gaya Geser (*Shear V2*) pada Kolom Portal Akhir Jembatan

Balok portal akhir ini menggunakan profil Box 500 x 500 x 22, dengan spesifikasi sebagai berikut :

A	=	40800	mm ²	ix	=	194	mm
h	=	500	mm	fy	=	345	N/mm ²
tw	=	22	mm	E	=	200000	N/mm ²
bf	=	500	mm	fu	=	490	N/mm ²
Z _x	=	7239000	mm ³	L	=	9000	mm

Kuat Rencana Geser :

$$K_n = 5 + \frac{5}{(9000+500)^2} = 5.015$$

$$\text{Badan} : \frac{h}{tw} \leq 1.10 \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}}$$

$$\frac{500}{22} \leq 1.10 \sqrt{\frac{5.015 \times 200000}{345}}$$

$$22.72 \leq 59.31 \quad \mathbf{OK}$$

Berdasarkan LRFD

$$V_n = 0.6 \times f_y \times A_w$$

$$= 0.6 \times 34.5 \times (500 \times 22) = 227700 \text{ kg}$$

$$V_u = 35271.16 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0.9 \times 227700 = 204930 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 204930 \text{ kg} > V_u = 26545.67 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Local Buckling

$$\frac{b-3 \times t}{t} \leq \frac{500}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{500-3 \times 22}{22} \leq \frac{500}{\sqrt{345}}$$

$$19.727 \leq 26.919$$

Penampang Kompak

Penampang kompak, maka $M_n = M_p$

$$M_n = Z_x \times f_y$$

$$= 7239000 \times 34.5 = 249745500 \text{ kgmm}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times M_n$$

$$= 0.9 \times 249745500$$

$$= 224770950 \text{ kgmm} > M_U = 113596039 \text{ kgmm} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Lateral Buckling

$$L_B = 743.303 \text{ cm}$$

$$J = b t^3;$$

$$= 50 \times 2.2^3 = 275000 \text{ cm}^4$$

$$L_P = 0.13 \times E \times r_y \times \frac{\sqrt{JA}}{M_P}$$

$$= 0.13 \times 200000 \times 194 \times \frac{\sqrt{275000 \times 10^4 \times 40800}}{249745500}$$

$$= 2139.31 \text{ mm}$$

Karena $L_B < L_P$, maka M_n :

$$M_n = M_p = Z_x \times f_y = 7239000 \times 34.5 = 249745500 \text{ kgmm}$$

$$\emptyset M_n = 0.9 \times M_n$$

$$= 0.9 \times 249745500$$

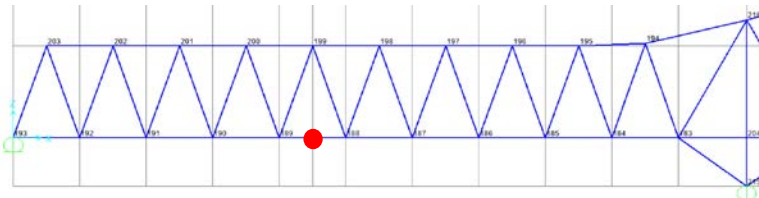
$$\emptyset M_n = 224770950 \text{ kgmm} > M_U = 113596039 \text{ kgmm} \quad \mathbf{OK}$$

4.9. Lentutan Ijin Jembatan

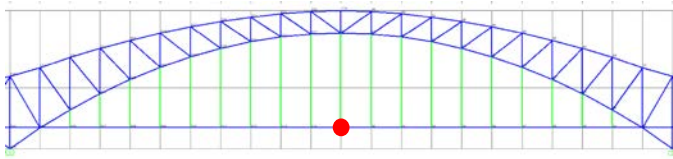
Dalam perencanaan struktur jembatan, salah satu syarat yang harus dipenuhi adalah lentutan yang terjadi tidak melebihi batas ijin. Syarat lentutan yaitu : $\delta' \leq \delta$, dimana δ adalah lentutan ijin, sedangkan δ' adalah lentutan yang terjadi (berdasarkan beban hidup tanpa faktor)

$$\delta = \frac{\lambda}{800}$$

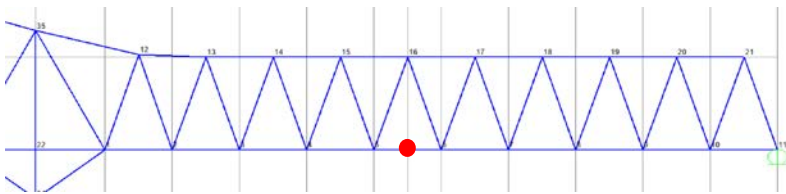
Dimana λ adalah panjang bentang jembatan yang ditinjau. Terdapat 3 bentang jembatan yang dikontrol lentutannya. Ketiga bentang tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.61**, **Gambar 4.62** dan **Gambar 4.63**



Gambar 4. 61 Bentang Kiri Jembatan dengan Titik Merah sebagai Titik Penempatan Beban BGT



Gambar 4. 62 Bentang Tengah Jembatan dengan Titik Merah sebagai Titik Penempatan Beban BGT



Gambar 4. 63 Bentang Kanan Jembatan dengan Titik Merah sebagai Titik Penempatan Beban BGT

Lendutan ijin bentang kiri jembatan :

$$\delta = \frac{\lambda}{800} = \frac{5514.5}{800} = 6.893 \text{ cm}$$

Lendutan ijin bentang tengah jembatan :

$$\delta = \frac{\lambda}{800} = \frac{11321}{800} = 14.15 \text{ cm}$$

Lendutan ijin bentang kanan jembatan :

$$\delta = \frac{\lambda}{800} = \frac{5514.5}{800} = 6.893 \text{ cm}$$

Dalam perencanaan Jembatan Buol ini dengan menggunakan program bantu SAP2000 didapatkan lendutan akibat beban hidup pada bentang kiri sebesar 1.7595 cm, pada bentang tengah sebesar 7.095 cm dan pada bentang kanan sebesar 1.8995 cm . Dari output tersebut, lendutan Jembatan Buol masih memenuhi syarat yang ditentukan.

Check syarat lendutan ijin bentang kiri jembatan :

$$\delta' \leq \delta$$

$$1.7595 \text{ cm} \leq 6.893 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

Check syarat lendutan ijin bentang tengah jembatan :

$$\delta' \leq \delta$$

$$7.095 \text{ cm} \leq 14.15 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

Check syarat lendutan ijin bentang kanan jembatan :

$$\delta' \leq \delta$$

$$1.8995 \text{ cm} \leq 6.893 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

4.10. Rekap Desain Profil Jembatan *Continuous Steel Arch* Buol

Setelah melakukan kontrol setiap batang, maka dapat dilakukan rekapitulasi desain profil yang akan digunakan pada Jembatan *Continuous arch* Buol. Hasil rekapitulasih dapat dilihat pada **Tabel 4.38**.

Tabel 4. 38 Hasil Rekapitulasi Desain Profil Jembatan Buol

Rekap Profil Jembatan				
No	Nama Batang	Segment	Profil	Ukuran (mm)
1	Gelagar Memanjang	-	WF	434 x 299 x 10 x 15
2	Gelagar Melintang	-	WF	786 x 384 x 19.7 x 33.4
3	Ikatan Angin Lantai Kendaraan	-	L	200 x 200 x 20
4	Batang Tarik	-	BOX	500 x 500 x 28
5	Rangka Utama Batang Tepi Bawah	1	BOX	350 x 350 x 19
6		2	BOX	500 x 500 x 28
7		3	BOX	650 x 650 x 36
8		4	BOX	650 x 650 x 36

Tabel 4.38 Hasil Rekapitulasi Desain Profil Jembatan Buol (Lanjutan)

Rekap Profil Jembatan				
No	Nama Batang	Segment	Profil	Ukuran (mm)
9	Rangka Utama Batang Tepi Bawah	5	BOX	450 x 450 x 25
10		6	BOX	350 x 350 x 19
11	Kolom Portal Akhir	-	BOX	500 x 500 x 22
12	Balok Portal Akhir	-	BOX	500 x 500 x 22
13	Rangka Utama Batang Vertikal	1	BOX	350 x 350 x 19
14		2	BOX	350 x 350 x 19
15		3, 5 & 6	BOX	350 x 350 x 19
16		4	BOX	450 x 450 x 25
17	Rangka Utama Batang Diagonal	1	BOX	350 x 350 x 19
18		2	BOX	350 x 350 x 19
19		3	BOX	350 x 350 x 19
20		4	BOX	400 x 400 x 22
21		5	BOX	400 x 400 x 22
22		6	BOX	350 x 350 x 19
23	Rangka Utama Batang Tepi Atas	1	BOX	550 x 550 x 32
24		2	BOX	550 x 550 x 32
25		3	BOX	350 x 350 x 19
26		4	BOX	400 x 400 x 22
27		5	BOX	350 x 350 x 19
28		6	BOX	400 x 400 x 22
29	Ikatan Angin Tepi Bawah	-	CIRCULLAR	8.625"
30	Ikatan Angin Tepi Atas	-	CIRCULLAR	8.625"
31	Ikatan Angin Silang Rangka	-	CIRCULLAR	7"
32	Ikatan Angin Silang Diatas Pilar	-	CIRCULLAR	6"
33	Balok Atas Pilar	-	BOX	350 x 350 x 19
34	Batang Penggantung	-	Lock Cable	Diameter 50 mm

4.11. Kontrol SAP2000 dengan Perhitungan Manual

Pengecekan hasil dari SAP2000 dengan membandingkan perhitungan manual dilakukan sebagai dasar apakah permodelan Jembatan *Continous Steel Arch* Buol sesuai dan telah benar direncanakan. Perhitungan manual yang dihitung yaitu berat sendiri struktur dengan batasan 5%. Untuk perhitungan manual berat struktur jembatan dapat dilihat pada **Tabel 4.39**.

Tabel 4. 39 Perhitungan Manual Berat Struktur

Rekap Profil Jembatan									
No	Nama Batang	Segment	Bentuk Profil	Ukuran	Panjang (mm)	Jumlah	Berat Satuan (kg/mm)	Berat Total (kg)	
1	Gelagar Memanjang	1	WF	434 x 299 x 10 x 15	5155.00	10	0.103	5309.65	
2		2	WF	434 x 299 x 10 x 15	5145.00	110	0.103	58292.85	
3		6	WF	434 x 299 x 10 x 15	5000.00	100	0.103	51500.00	
4	Gelagar Melintang	-	WF	786 x 384 x 19.7 x 33.4	9000.00	46	0.314	129996.00	
5		1	L	200 x 200 x 20	5185.90	8	0.060	2476.79	
6	Ikatan Angin Lantai Kendaraan	2	L	200 x 200 x 20	5183.40	88	0.060	27231.51	
7		6	L	200 x 200 x 20	5147.80	80	0.060	24585.89	
8	Batang Tarik	1	BOX	500 x 500 x 28	5155.00	4	0.399	827.38	
9		2	BOX	500 x 500 x 28	5145.00	36	0.399	73902.78	
10	Rangka Utama Batang Horizontal Bawah	1	BOX	350 x 350 x 19	1536.90	4	0.190	11808.04	
11		2	BOX	500 x 500 x 28	16083.40	4	0.399	25669.11	
12		3	BOX	650 x 650 x 36	23168.00	4	0.668	61904.90	
13		4	BOX	650 x 650 x 36	12674.60	4	0.668	33866.53	
14		5	BOX	450 x 450 x 25	15000.00	4	0.321	19260.00	
15		6	BOX	350 x 350 x 19	35000.00	4	0.190	26600.00	
16	Kolom Portal Akhir	-	BOX	500 x 500 x 22	7433.00	4	0.320	9514.24	
17	Balok Atas Portal Akhir	-	BOX	500 x 500 x 22	9000.00	2	0.320	5760.00	
18	Rangka Utama Batang Vertikal	1	BOX	350 x 350 x 19	28406.40	2	0.190	10794.43	
19		2	BOX	350 x 350 x 19	15787.20	4	0.190	11998.27	
20		3	BOX	350 x 350 x 19	34928.20	4	0.190	26066.63	
21		4	BOX	450 x 450 x 25	12700.00	4	0.321	16306.80	
22	Rangka Utama Batang Diagonal	1	BOX	350 x 350 x 19	18795.90	4	0.190	14284.88	
23		2	BOX	350 x 350 x 19	19159.50	4	0.190	14561.22	
24		3	BOX	350 x 350 x 19	31522.40	4	0.190	23957.02	
25		4	BOX	400 x 400 x 22	20733.60	4	0.251	20816.53	
26		5	BOX	400 x 400 x 22	44981.80	4	0.251	45161.73	
27		6	BOX	350 x 350 x 19	96629.00	4	0.190	73438.04	
28	Rangka Utama Batang Horizontal Atas	1	BOX	550 x 550 x 32	15500.50	4	0.500	31001.00	
29		2	BOX	550 x 550 x 32	15682.80	4	0.500	31365.60	
30		3	BOX	350 x 350 x 19	21458.20	4	0.190	16308.23	
31		4	BOX	400 x 400 x 22	13301.20	4	0.251	13254.00	
32		5	BOX	350 x 350 x 19	10004.10	4	0.190	7603.12	
33		6	BOX	400 x 400 x 22	35000.00	4	0.251	35140.00	
34	Ikatan Angin Horizontal Bawah	-	CIRCULAR	8.625"	377058.80	1	0.065	24369.61	
35	Ikatan Angin Horizontal Atas	-	CIRCULAR	8.625"	952399.60	1	0.065	61554.34	
36	Ikatan Angin Silang Rangka	-	CIRCULAR	7"	356446.00	1	0.052	18427.79	
37	Ikatan Angin Silang Diatas Pilar	-	CIRCULAR	7"	126982.40	1	0.052	6564.82	
38	Balok Diatas Pilar	-	BOX	350 x 350 x 19	9000.00	2	0.190	3420.00	
39	Batang Penggantung	-	Lock Cable	Diameter 50 mm	16500.00	2	0.014	455.40	
40		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	16334.42	4	0.014	901.66	
41		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	15838.97	4	0.014	874.31	
42		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	15013.65	4	0.014	828.75	
43		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	13855.46	4	0.014	764.99	
44		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	12373.40	4	0.014	683.01	
45		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	10558.46	4	0.014	582.83	
46		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	8413.65	4	0.014	464.43	
47		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	5938.97	4	0.014	327.83	
48		-	Lock Cable	Diameter 50 mm	3134.42	4	0.014	173.02	
Total (kg)								1088355.98	

Sedangkan untuk hasil analisis berat struktur program bantu SAP2000 dapat dilihat pada **Tabel 4.40**

Tabel 4. 40 Perhitungan Berat Struktur dengan SAP2000

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
DEAD	LinStatic	-3.23	0.02375	1127397.14

Dari hasil perhitungan diatas dapat diambil dari perhitungan manual beban struktur sebesar 1088355.98 kg dan dari SAP2000 beban struktur sebesar 1127397.14 kg. Perbedaan antara perhitungan manual dengan SAP2000 memiliki perbedaan $\pm 3.46\%$, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa permodelan struktur pada SAP2000 sudah sesuai.

4.12. Detail Sambungan

Dalam mendesain sambungan pada Jembatan Buol ini mengacu pada peraturan baja RSNI T-03-2005 . Beberapa metode sambungan yang digunakan terdiri dari sambungan baut dan las. Tipe-tipe baut dan las yang digunakan mengacu pada **Tabel 4.41** dan **Tabel 4.42**. Pelat yang digunakan dalam sambungan jembatan ini menggunakan produk dari PT Gunung Steel. Brosur PT. Gunung Steel untuk pelat dapat dilihat pad **Lampiran 7**.

Tabel 4. 41 Tipe-tipe Baut Friction
(Sumber : RSNI T-03-2005 Tabel 2)

Diameter nominal baut [mm]	Gaya tarik minimum [kN]
16	95
20	145
24	210
30	335
36	490

Tabel 4. 42 Tipe-tipe Baut *Friction*
(Sumber : RSNI T-03-2005 Tabel 15)

Tebal Bagian Paling Tebal t mm	Ukuran Minimum Las Sudut t_w mm
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t \leq 20$	6
$20 < t \leq 40$	8
$40 < t \leq 60$	10
$60 < t \leq 70$	12

4.12.1. Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

4.12.1.1. Sambungan pada Gelagar Memanjang

Pada perencanaan gelagar memanjang, ditemukan gaya geser maksimum yang diterima oleh gelagar memanjang. Gaya geser ini akan digunakan dalam perencanaan sambungan antara gelagar memanjang dan gelagar melintang. Perencanaan sambungan baut pada gelagar memanjang dapat dilihat sebagai berikut :

$$V_u = 23933 \text{ kg}$$

Pelat sambung siku 90 x 90 x 10 A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

Diameter baut (d_b) = 20 mm

Gaya tarik minimum = 14500 kg

Jumlah bidang geser = 2

K_h = 1 (Lubang standar)

μ = 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser } (V_{sf}) &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 2 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\ &= 8602.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{23933}{11470} = 2.08 = 3 \text{ buah}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 10$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak S : } 60 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 10 + 100)$$

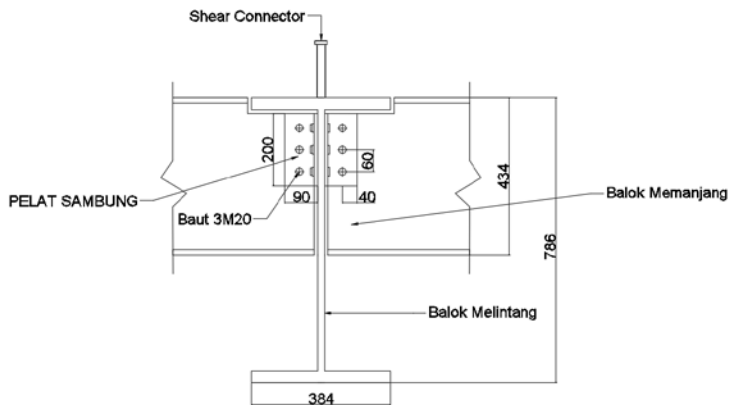
$$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 140 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak S1 : } 40 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak S2 : } 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 10$$

$$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 120 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak S2 : } 40 \text{ mm}$$



Gambar 4. 64 Sambungan Balok Memanjang ke Balok Melintang

4.12.1.2. Sambungan pada Gelagar Melintang

$$V_u = 23933 \text{ kg}$$

Pelat sambung siku 90 x 90 x 10 A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

$$\text{Diameter baut (db)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya tarik minimum} = 14500 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah bidang geser} = 1$$

$$K_h = 1 \text{ (Lubang standar)}$$

$$\mu = 0.35 \text{ (Giling bersih)}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (} V_{sf} \text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\ &= 5734.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{23933/2}{5734.8} = 2.08 = 3 \text{ buah}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 10$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak S : } 60 \text{ mm}$$

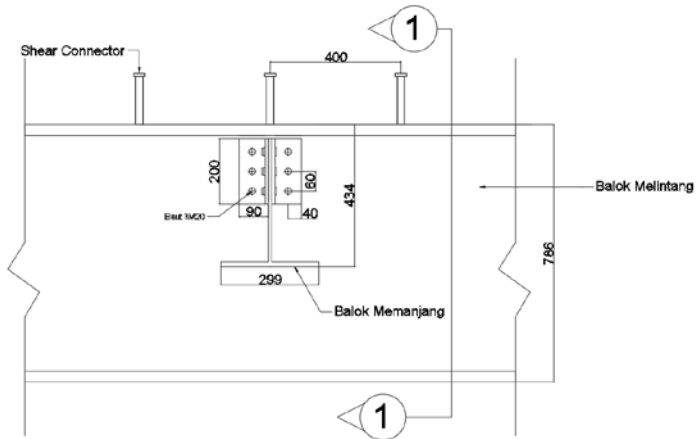
$$\text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 10 + 100)$$

$$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 140 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak S1 : } 40 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak S2 : } 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 10$$

$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 120 \text{ mm}$
 Jarak S2 : 40 mm



Gambar 4. 65 Sambungan Balok Melintang ke Balok Memanjang

4.12.1.3. Kontrol Pelat Double Siku L pada Gelagar Melintang

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 2 + S1) \times t_p \times \text{Jumlah Pelat Siku} \\
 &= (60 \times 2 + 40) \times 10 \times 2 \\
 &= 3200 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{gt} &= S2 \times t_p \times \text{Jumlah Pelat Siku} \\
 &= 40 \times 10 \times 2 \\
 &= 800 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{ev} &= ((S \times 2 + S1) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times \text{Jumlah Pelat Siku} \\
 &= ((60 \times 2 + 40) - 2.5 \times (20 + 1.5)) \times 10 \times 2 \\
 &= 2125 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S2 - 0.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times \text{Jumlah Pelat Siku} \\
 &= ((40 - 0.5 \times (20 + 1.5)) \times 10 \times 2 \\
 &= 585 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 2125 \times 40 = 51000 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 585 \times 40 = 23400 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $0.6 \times A_{ev} \times f_u > A_{et} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 2125 \times 40 + 800 \times 25) \\ \emptyset N_n &= 106500 \text{ kg} > V_u = 23933 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned} A_g &= A_g \times \text{Jumlah Pelat Siku} \\ A_g &= 1700 \times 2 = 3400 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 3400 \times 25 = 76500 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 76500 \text{ kg} > V_u = 23933 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= ((A_g - 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 2) + (1 - (x/L)) \\ &= ((1700 - 2 \times (20 + 1.5) \times 10) \times 2) + (1 - (27.1/(60 \times 2))) \\ &= 2540 \times 0.7742 = 1966.4 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 1966.4 \times 40 = 58992 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 58992 \text{ kg} > V_u = 23933 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

4.12.2. Sambungan Ikatan Angin Kendaraan

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk ikatan angin dengan profil siku L 200 x 200 x 20 dan pelat sambung sebagai penyambung dengan tebal 20 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 52612 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 20 \text{ mm}$ A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$
	= 5734.8 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{52612}{5734.8} = 9.17 = 10 \text{ buah}$

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	: $1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	: $1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

Untuk jarak S	: $2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 20$
	: $50 \text{ mm} \leq S \leq 300 \text{ mm}$
Jarak S	: 60 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 20 + 100)$
	: $30 \text{ mm} \leq S1 \leq 180 \text{ mm}$
Jarak S1	: 40 mm

Untuk jarak S2	: $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 20$
	: $25 \text{ mm} \leq S2 \leq 240 \text{ mm}$
Jarak S2	: 60 mm

4.12.2.1. Kontrol Profil Siku L

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 4 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 4 + 40) \times 20 \\ &= 5600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S2 + S) \times t_p \\ &= (60 + 60) \times 20 \\ &= 2400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 4 + S1) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 4 + 40) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 20 \\ &= 3665 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S2 + S) - 1.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 + 60) - 1.5 \times (20 + 1.5)) \times 20 \\ &= 1755 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 3665 \times 40 = 87960 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 1755 \times 40 = 70200 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $0.6 \times A_{ev} \times f_u > A_{et} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 3665 \times 40 + 2400 \times 25) \\ \phi N_n &= 110970 \text{ kg} > V_u = 52612 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned} A_g &= A_g \\ A_g &= 4000 \text{ mm}^2 \\ \phi N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 4000 \times 25 = 90000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 90000 \text{ kg} > V_u = 52612 \text{ kg}$$

OK

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) + (1 - (x/L)) \\
 &= (4000 - 2 \times (20 + 1.5) \times 20) + (1 - (60.9/(60 \times 4))) \\
 &= 3140 \times 0.7463 = 2343.2 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 2343.2 \times 40 = 70297 \text{ kg} \\
 \phi N_n &= 70297 \text{ kg} > V_u = 52612 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.2.2. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung ke Balok Melintang)

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal pelat sambung} &= 20 \text{ mm} \\
 \text{Panjang las direncanakan} &= 500 \text{ mm} \\
 V_u &= 52612 \text{ kg} \\
 A_{\text{las}} &= 500 \times 2 = 1000 \text{ mm} \\
 V_w &= \frac{V_u}{A_{\text{las}}} = \frac{52612}{1000} = 52.612 \text{ kg/mm} \\
 \phi V_w &= \phi \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times l \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\
 &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \\
 T_e &= \frac{52.612}{22.145} = 2.3759 \text{ mm} \\
 a &= \frac{2.3759}{0.707} = 3.36 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

$$a \text{ pakai} = 4 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 500 \times 20 = 10000 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 10000 \\
 &= 225000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 225000 \text{ kg} > V_u = 52612 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_g = 10000 \text{ mm}^2$$

$$L = 500 \text{ mm}$$

$$W = 425 \text{ mm}$$

Dikarenakan $L \geq W$ maka :

$$U = 0.75$$

$$A_e = A_g \times U$$

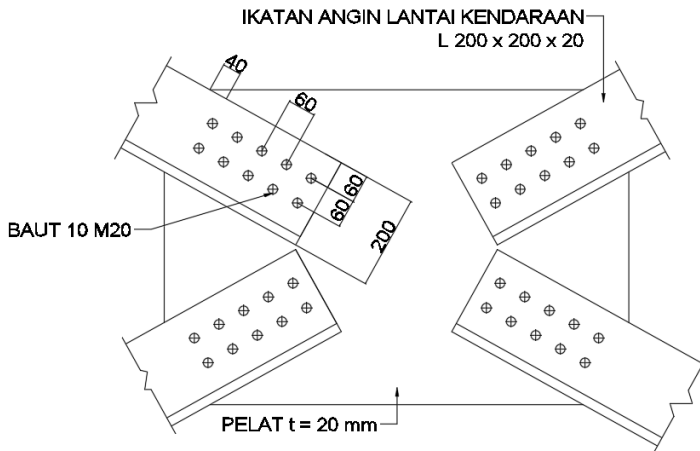
$$= 10000 \times 0.75 = 7500 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = \phi \times f_u \times A_e$$

$$= 0.75 \times 40 \times 7500$$

$$= 225000 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 225000 \text{ kg} > V_u = 52612 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 66 Gambar Sambungan Ikatan Angin Kendaraan

4.12.3. Sambungan Ikatan Angin Tepi Bawah

Pada perencanaan jembatan ini, sambungan direncanakan untuk ikatan angin dengan profil *circular hollow* O 8.625"

(Diameter = 219.08 mm) dan pelat sambung sebagai penyambung dengan tebal 12 mm dan lebar 250 mm serta baut tipe A325.

$$Vu = 14979 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 12 \text{ mm}$ A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

$$\text{Diameter baut (db)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya tarik minimum} = 14500 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah bidang geser} = 1$$

$$K_h = 1 \text{ (Lubang standar)}$$

$$\mu = 0.35 \text{ (Giling bersih)}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\ &= 5734.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{14979}{5734.8} = 2.6119 = 3 \text{ buah}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\ 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\ 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 12 \\ 50 \text{ mm} \leq S \leq 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S : } 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 12 + 100) \\ 30 \text{ mm} \leq S1 \leq 148 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1 : } 40 \text{ mm}$$

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 12$
 $25 \text{ mm} \leq S2 \leq 144 \text{ mm}$

Jarak S2 : 125 mm

4.12.3.1. Kontrol Pelat Sambung

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 2 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 2 + 40) \times 12 \\ &= 1920 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= S2 \times t_p \\ &= 125 \times 12 \\ &= 1500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 2 + S1) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 2 + 40) - 2.5 \times (20 + 1.5)) \times 12 \\ &= 1275 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S2) - 0.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((125) - 0.5 \times (20 + 1.5)) \times 12 \\ &= 1371 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 1275 \times 40 = 30600 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 1371 \times 40 = 54840 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 1920 \times 25 + 1371 \times 40) \\ \phi N_n &= 62730 \text{ kg} > V_u = 14979 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 250 \times 12 \\ A_g &= 3000 \text{ mm}^2 \\ \phi N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \end{aligned}$$

$$= 0.9 \times 3000 \times 25 = 78300 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 78300 \text{ kg} > V_u = 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 1 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (3000 - 1 \times (20 + 1.5) \times 12) \times 1$$

$$= 2742 \times 1 = 2742 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 2742 \times 40 = 82260 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 82260 \text{ kg} > V_u = 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.3.2. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Circullar Hollow)

$$\text{Tebal pelat sambung} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang las direncanakan} = 220 \text{ mm}$$

$$V_u = 14979 \text{ kg}$$

$$A \text{ las} = 220 \times 4 = 880 \text{ mm}$$

$$V_w = \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{14979}{880} = 17.021 \text{ kg/mm}$$

$$\emptyset V_w = \emptyset \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times k_r$$

$$= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1$$

$$= 22.145 \text{ te kg/mm}^2$$

$$T_e = \frac{17.021}{22.145} = 0.768 \text{ mm}$$

$$a = \frac{1.08}{0.707} = 1.0872 \text{ mm}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

$$a \text{ min} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 250 \times 12 = 3000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 3000 \\
 &= 67500 \text{ kg} \\
 \phi N_n = 67500 \text{ kg} > V_u &= 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_g &= 3000 \text{ mm}^2 \\
 L &= 220 \text{ mm} \\
 W &= 219.08 \text{ mm (Diameter Profil)} \\
 \text{Dikarenakan } L \geq W \text{ maka :} \\
 U &= 0.75 \\
 A_e &= A_g \times U \\
 &= 3000 \times 0.75 = 2250 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\
 \phi N_n &= 0.75 \times 40 \times 2250 \\
 &= 67500 \text{ kg} \\
 \phi N_n = 67500 \text{ kg} > V_u &= 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.3.3. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Ikatan Angin Tepi Bawah)

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal pelat sambung} &= 12 \text{ mm} \\
 \text{Panjang las direncanakan} &= 636 \text{ mm} \\
 V_u &= 14979 \text{ kg} \\
 A_{\text{las}} &= 636 \times 2 = 1272 \text{ mm} \\
 V_w &= \frac{V_u}{A_{\text{las}}} = \frac{14979}{1272} = 11.776 \text{ kg/mm} \\
 \phi V_w &= \phi \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times x \text{ kr} \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times x \text{ kr} \\
 &= 22.145 \text{ te kg/mm}^2 \\
 T_e &= \frac{11.776}{22.145} = 0.5318 \text{ mm} \\
 a &= \frac{0.7813}{0.707} = 0.7521 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

$$a \text{ pakai} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 636 \times 12 = 7632 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = \phi \times f_y \times A_g$$

$$= 0.9 \times 25 \times 7632$$

$$= 171720 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 171720 \text{ kg} > V_u = 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_g = 7632 \text{ mm}^2$$

$$L = 636 \text{ mm}$$

$$W = 219.08 \text{ mm (Diameter Profil)}$$

Dikarenakan $L \geq 2W$ maka :

$$U = 1$$

$$A_e = A_g \times U$$

$$= 7632 \times 1 = 7632 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = \phi \times f_u \times A_e$$

$$\phi N_n = 0.75 \times 40 \times 7632$$

$$= 228960 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 228960 \text{ kg} > V_u = 14979 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.3.4. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Pelat Rangka)

$$\text{Tebal pelat sambung} = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang las direncanakan} = 590 \text{ mm}$$

$$V_u = 14979 \text{ kg}$$

$$A_{\text{las}} = 590 \times 2 = 1180 \text{ mm}$$

$$V_w = \frac{V_u}{A_{\text{las}}} = \frac{14979}{1180} = 12.694 \text{ kg/mm}$$

$$\phi V_w = \phi \times 0.6 \times f_{uw} \times t \times kr$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\
 &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \\
 T_e &= \frac{12.694}{22.145} = 0.5732 \text{ mm} \\
 a &= \frac{0.8423}{0.707} = 0.8108 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

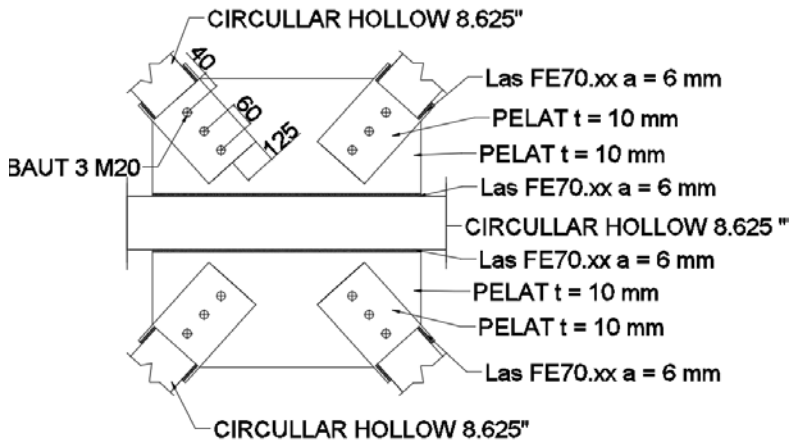
$$a \text{ pakai} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 590 \times 12 = 7080 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 7080 \\
 &= 184788 \text{ kg} \\
 \phi N_n = 184788 \text{ kg} > V_u &= 14979 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_g &= 7080 \text{ mm}^2 \\
 L &= 590 \text{ mm} \\
 W &= 456 \text{ mm} \\
 \text{Dikarenakan } L \geq W \text{ maka :} \\
 U &= 0.75 \\
 A_e &= A_g \times U \\
 &= 7080 \times 0.75 = 5310 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\
 \phi N_n &= 0.75 \times 40 \times 5310 \\
 &= 159300 \text{ kg} \\
 \phi N_n = 159300 \text{ kg} > V_u &= 14979 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 67 Gambar Sambungan Ikatan Angin Tepi Bawah

4.12.4. Sambungan Ikatan Angin Tepi Atas

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk ikatan angin dengan profil *circular hollow* O 8.625" (Diameter =219.08 mm) dan pelat sambung sebagai penyambung dengan tebal 12.7 mm dan lebar 250 mm serta baut tipe A325.

$$V_u = 67467 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 12.7 \text{ mm}$ A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

$$\text{Diameter baut (db)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya tarik minimum} = 33500 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah bidang geser} = 1$$

$$K_h = 1 \text{ (Lubang standar)}$$

$$\mu = 0.35 \text{ (Giling bersih)}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (} V_{sr} \text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 33500 \text{ kg} \times 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 13249 \text{ kg} \\ \text{Jumlah Baut (n)} &= \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{67467}{13249} = 5.09 = 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned} \text{Syarat} : 2.5d_b &\leq S \leq 15t_p \\ 1.5d_b &\leq S1 \leq (4t_p + 100) \\ 1.25d_b &\leq S2 \leq 12t_p \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S} : 2.5 \times 30 &\leq S \leq 15 \times 20 \\ 75 \text{ mm} &\leq S \leq 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S} : 75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S1} : 1.5 \times 30 &\leq S1 \leq (4 \times 20 + 100) \\ 45 \text{ mm} &\leq S1 \leq 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1} : 50 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S2} : 1.25 \times 30 &\leq S2 \leq 12 \times 20 \\ 37.5 \text{ mm} &\leq S2 \leq 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S2} : 87.5 \text{ mm}$$

4.12.4.1. Kontrol Pelat Sambung

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 2 + S1) \times t_p \\ &= (75 \times 2 + 50) \times 12.7 \\ &= 2540 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S + S2) \times t_p \\ &= (75 + 87.5) \times 12.7 \\ &= 2063.8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 2 + S1) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((75 \times 2 + 50) - 2.5 \times (20 + 1.5)) \times 12.7 \\ &= 1539.9 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S + S2) - 1.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\
 &= ((75 + 87.5) - 1.5 \times (20 + 1.5)) \times 12.7 \\
 &= 1463.7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser ruptur nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 1539.9 \times 40 = 36957 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik ruptur nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 1463.7 \times 40 = 58547 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 2540 \times 25 + 1463.7 \times 40) \\
 \emptyset N_n &= 72485.25 \text{ kg} > V_u = 67467 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned}
 A_g &= b \times t = 250 \times 12.7 \\
 A_g &= 3175 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 3175 \times 25 = 82868 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 82868 \text{ kg} > V_u = 67467 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (3175 - 2 \times (20 + 1.5) \times 12.7) \times 1 \\
 &= 2374.9 \times 1 = 2374.9 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 2374.9 \times 40 = 71247 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 71247 \text{ kg} > V_u = 67467 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.4.2. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan *Circular Hollow*)

$$\text{Tebal pelat sambung} = 12.7 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang las direncanakan} &= 220 \text{ mm} \\
 V_u &= 67467 \text{ kg} \\
 A \text{ las} &= 220 \times 4 = 880 \text{ mm} \\
 V_w &= \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{67467}{880} = 76.668 \text{ kg/mm} \\
 \emptyset V_w &= \emptyset \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times l \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times l \\
 &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \\
 T_e &= \frac{76.668}{22.145} = 3.4621 \text{ mm} \\
 a &= \frac{3.4621}{0.707} = 4.897 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

$$a \text{ pakai} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 250 \times 12.7 = 3175 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= \emptyset \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 3175 \\
 &= 71438 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n = 71438 \text{ kg} > V_u &= 67467 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_g &= 3175 \text{ mm}^2 \\
 L &= 220 \text{ mm} \\
 W &= 219.08 \text{ mm (Diameter Profil)} \\
 \text{Dikarenakan } L \geq W \text{ maka :} & \\
 U &= 0.75 \\
 A_e &= A_g \times U \\
 &= 3175 \times 0.75 = 2381.3 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= \emptyset \times f_u \times A_e \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times 40 \times 2381.3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ØN}_n &= 71438 \text{ kg} > V_u &= 71438 \text{ kg} \\ & &= 67467 \text{ kg} & \quad \text{OK} \end{aligned}$$

4.12.4.3. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Ikatan Angin Tepi Atas)

$$\text{Tebal pelat sambung} = 12.7 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang las direncanakan} = 870 \text{ mm}$$

$$V_u = 67467 \text{ kg}$$

$$A \text{ las} = 870 \times 2 = 1740 \text{ mm}$$

$$V_w = \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{67467}{1740} = 38.774 \text{ kg/mm}$$

$$\begin{aligned} \text{ØV}_w &= \text{Ø} \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times k_r \\ &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\ &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$t_e = \frac{38.774}{22.145} = 1.751 \text{ mm}$$

$$a = \frac{1.751}{0.707} = 2.4766 \text{ mm}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

$$a \text{ pakai} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 870 \times 12.7 = 11049 \text{ mm}^2$$

$$\text{ØN}_n = \text{Ø} \times f_y \times A_g$$

$$= 0.9 \times 25 \times 11049$$

$$= 248603 \text{ kg}$$

$$\text{ØN}_n = 248603 \text{ kg} > V_u = 67467 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_g = 11049 \text{ mm}^2$$

$$L = 870 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 W &= 219.08 \text{ mm (Diameter Profil)} \\
 \text{Dikarenakan } L \geq 2W \text{ maka :} \\
 U &= 1 \\
 A_e &= A_g \times U \\
 &= 11049 \times 1 = 11049 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\
 \phi N_n &= 0.75 \times 40 \times 11049 \\
 &= 331470 \text{ kg} \\
 \phi N_n &= 331470 \text{ kg} > V_u = 67467 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.4.4. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Pelat Gusset Rangka)

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal pelat sambung} &= 12.7 \text{ mm} \\
 \text{Panjang las direncanakan} &= 750 \text{ mm} \\
 V_u &= 67467 \text{ kg} \\
 A \text{ las} &= 750 \times 2 = 1500 \text{ mm} \\
 V_w &= \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{67467}{1500} = 44.978 \text{ kg/mm} \\
 \phi V_w &= \phi \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times l \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times l \\
 &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \\
 T_e &= \frac{44.978}{22.145} = 2.031 \text{ mm} \\
 a &= \frac{2.031}{0.707} = 2.879 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai sebagai berikut:

$$a \text{ pakai} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 750 \times 12.7 = 5000 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 5000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varnothing N_n &= 130500 \text{ kg} > V_u &= 130500 \text{ kg} \\ & &= 67467 \text{ kg} & \quad \quad \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$A_g = 5000 \text{ mm}^2$$

$$L = 750 \text{ mm}$$

$$W = 456 \text{ mm}$$

Dikarenakan $L \geq W$ maka :

$$U = 0.75$$

$$A_e = A_g \times U$$

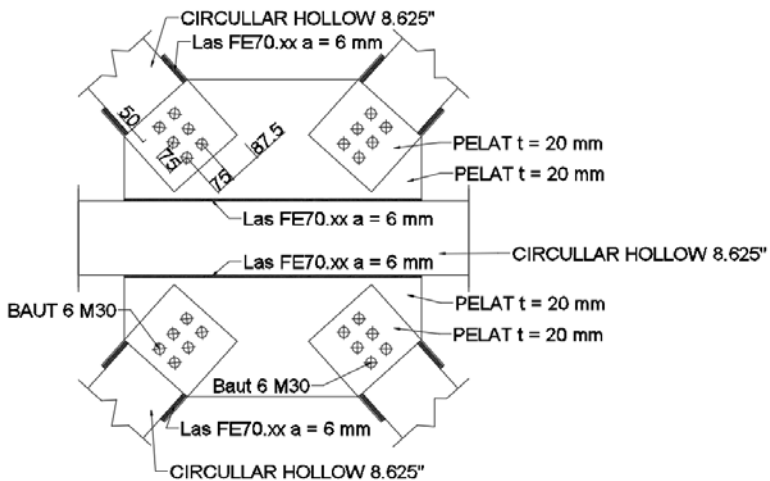
$$= 5000 \times 0.75 = 3750 \text{ mm}^2$$

$$\varnothing N_n = \varnothing \times f_u \times A_e$$

$$\varnothing N_n = 0.75 \times 40 \times 3750$$

$$= 112500 \text{ kg}$$

$$\varnothing N_n = 112500 \text{ kg} > V_u = 67467 \text{ kg} \quad \quad \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 68 Gambar Sambungan Ikatan Angin Tepi Atas

4.12.5. Sambungan Ikatan Angin Silang Rangka

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk ikatan angin dengan profil *circular hollow* O 7" (Diameter =177.8 mm) dan pelat sambung sebagai penyambung dengan tebal 12 mm dan lebar 200 mm serta baut tipe A325.

$$V_u = 39225 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 12 \text{ mm}$ A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

$$\text{Diameter baut (db)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya tarik minimum} = 33500 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah bidang geser} = 1$$

$$K_h = 1 \text{ (Lubang standar)}$$

$$\mu = 0.35 \text{ (Giling bersih)}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 33500 \text{ kg} \times 1 \\ &= 13249 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{39225}{13249} = 2.9605 = 3 \text{ buah}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 30 \leq S \leq 15 \times 12$$

$$75 \text{ mm} \leq S \leq 180 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak S : } 75 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 30 \leq S1 \leq (4 \times 12 + 100)$$

$$45 \text{ mm} \leq S1 \leq 148 \text{ mm}$$

Jarak S1 : 45 mm

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 30 \leq S2 \leq 12 \times 12$
 $37.5 \text{ mm} \leq S2 \leq 144 \text{ mm}$

Jarak S2 : 100 mm

4.12.5.1. Kontrol Pelat Sambung

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 2 + S1) \times t_p \\ &= (75 \times 2 + 45) \times 12 \\ &= 2340 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= S2 \times t_p \\ &= 100 \times 12 \\ &= 1200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 2 + S1) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((75 \times 2 + 45) - 2.5 \times (30 + 1.5)) \times 12 \\ &= 1395 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S2) - 0.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((100) - 0.5 \times (30 + 1.5)) \times 12 \\ &= 1011 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 1395 \times 40 = 33480 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 1011 \times 40 = 40440 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 2340 \times 25 + 1011 \times 40) \\ \phi N_n &= 56655 \text{ kg} > V_u = 39225 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol *Leleh*

$$A_g = b \times t = 200 \times 12$$

$$\begin{aligned}
 A_g &= 2400 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 2400 \times 25 = 62640 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 62640 \text{ kg} > V_u = 39225 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 1 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (2400 - 1 \times (30 + 1.5) \times 12) \times 1 \\
 &= 2022 \times 1 = 2022 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 2022 \times 40 = 60660 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 60660 \text{ kg} > V_u = 39225 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.5.2. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan *Circular Hollow*)

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal pelat sambung} &= 12 \text{ mm} \\
 \text{Panjang las direncanakan} &= 180 \text{ mm} \\
 V_u &= 39225 \text{ kg} \\
 A_{\text{las}} &= 180 \times 4 = 720 \text{ mm} \\
 V_w &= \frac{V_u}{A_{\text{las}}} = \frac{39225}{720} = 54.479 \text{ kg/mm} \\
 \emptyset V_w &= \emptyset \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times l \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\
 &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \\
 t_e &= \frac{54.479}{22.145} = 2.46 \text{ mm} \\
 a &= \frac{2.46}{0.707} = 3.4797 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai berikut:

$$a \text{ pakai} = 6 \text{ mm}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 200 \times 12 = 2400 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 2400 \\
 &= 54000 \text{ kg} \\
 \phi N_n &= 54000 \text{ kg} > V_u = 39225 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_g &= 2400 \text{ mm}^2 \\
 L &= 180 \text{ mm} \\
 W &= 177.8 \text{ mm (Diameter Profil)} \\
 \text{Dikarenakan } L &\geq W \text{ maka :} \\
 U &= 0.75 \\
 A_e &= A_g \times U \\
 &= 2400 \times 0.75 = 1800 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\
 \phi N_n &= 0.75 \times 40 \times 1800 \\
 &= 54000 \text{ kg} \\
 \phi N_n &= 54000 \text{ kg} > V_u = 39225 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.5.3. Perencanaan Las (Antara Pelat Sambung dengan Pelat Gusset Rangka)

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal pelat sambung} &= 12 \text{ mm} \\
 \text{Panjang las direncanakan} &= 229 \text{ mm} \\
 V_u &= 39225 \text{ kg} \\
 A \text{ las} &= 229 \times 2 = 458 \text{ mm} \\
 V_w &= \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{39225}{458} = 85.643 \text{ kg/mm} \\
 \phi V_w &= \phi \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times k_r \\
 &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\
 &= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2 \\
 T_e &= \frac{85.643}{22.145} = 3.8675 \text{ mm} \\
 a &= \frac{3.8675}{0.707} = 5.4703 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

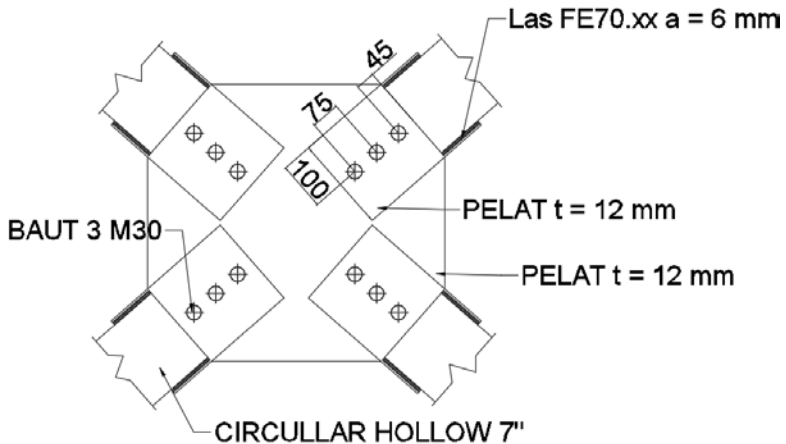
Dikarenakan sambungan las pada pelat tegak lurus, maka tidak ada a minimum. Maka a pakai sebagai minimum sebagai berikut:
 a pakai = 6 mm

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 229 \times 12 = 2748 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_y \times A_g \\
 &= 0.9 \times 25 \times 2748 \\
 &= 71722.8 \text{ kg} \\
 \phi N_n = 71722.8 \text{ kg} > V_u &= 39225 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

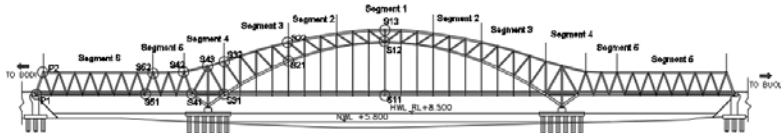
$$\begin{aligned}
 A_g &= 2748 \text{ mm}^2 \\
 L &= 229 \text{ mm} \\
 W &= 338 \text{ mm} \\
 U &= 1 \\
 A_e &= A_g \times U \\
 &= 2748 \times 1 = 2748 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= \phi \times f_u \times A_e \\
 \phi N_n &= 0.75 \times 40 \times 2748 \\
 &= 82440 \text{ kg} \\
 \phi N_n = 82440 \text{ kg} > V_u &= 39225 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 69 Gambar Sambungan Ikatan Angin Silang Rangka

4.12.6. Sambungan Rangka Utama

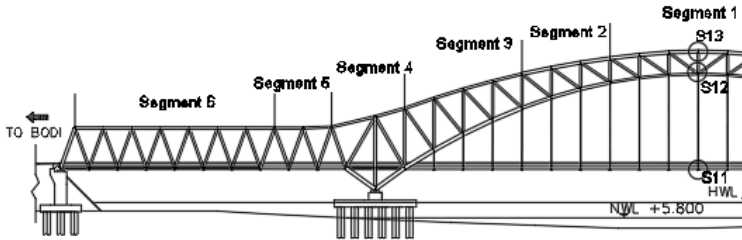
Pada perhitungan sambungan rangka utama ini, dilakukan perhitungan untuk sambungan berdasarkan titik-titik tinjau yang terbagi pada setiap segment. Titik-titik tinjau dan pembagian segment dapat dilihat pada **Gambar 4.70**.



Gambar 4. 70 Pembagian Segment dan Titik Tinjau untuk Perencanaan Sambungan

4.12.6.1. Segment 1

Pada segment ini, terbagi beberapa titik yang akan dihitung untuk sambungannya. Lokasi titik-titik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.71** sebagai berikut :



Gambar 4. 71 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 1

4.12.6.1.1. Titik S11 (Sambungan Batang Tarik Segment 1)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 500 x 500 x 28 (b = 500 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$V_u = 1244282.416 \text{ kg}$

Pelat Sambung $t = 36 \text{ mm}$ JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 500 x 500 x 28 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$F_y = 345 \text{ Mpa}$	$f_u = 490 \text{ Mpa}$
$d = 500 \text{ mm}$	$B = 500 \text{ mm}$
$E_s = 200000 \text{ MPa}$	$t_f = 28 \text{ mm}$
$A_g = 50800 \text{ mm}^2$	$x = \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{500^2}{4(500+500)}$
	$x = 62.5 \text{ mm}$

Baut Tipe A325

- Diameter baut (d_b) = 24 mm
- Gaya tarik minimum = 21000 kg
- Jumlah bidang geser = 1
- $K_h = 1$ (Lubang standar)
- $\mu = 0.35$ (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned}\text{Kuat Geser } (V_{sf}) &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\ &= 8305.5 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut } (n) = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{1244282.416}{8305.5} = 149 = 150 \text{ buah}$$

Penempatan baut = 50 buah untuk sisi bawah, kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned}\text{Syarat : } 2.5d_b &\leq S \leq 15t_p \\ 1.5d_b &\leq S1 \leq (4t_p + 100) \\ 1.25d_b &\leq S2 \leq 12t_p\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Untuk jarak } S &: 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 28 \\ 60 \text{ mm} &\leq S \leq 420 \text{ mm}\end{aligned}$$

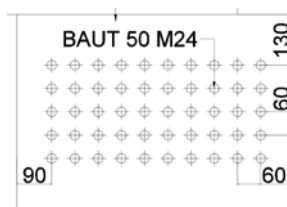
$$\text{Jarak } S : 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk jarak } S1 &: 1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 28 + 100) \\ 36 \text{ mm} &\leq S1 \leq 212 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk jarak } S2 &: 1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 28 \\ 30 \text{ mm} &\leq S2 \leq 336 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Jarak } S2 : 130 \text{ mm}$$



Gambar 4. 72 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 9 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 9 + 90) \times 36 \\ &= 22680 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 4 + 130) \times 36 \\ &= 13320 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 9 + S1) - 9.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 9 + 90) - 9.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 13959 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 4 + 130) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 9189 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 13959 \times 61 = 510899.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 9189 \times 61 = 560529 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 22680 \times 35.5 + 9189 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 782709.75 \text{ kg} > V_u / 3 = 414760.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK**Kontrol Leleh**

$$A_g = b \times t = 500 \times 36$$

$$A_g = 18000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 18000 \times 35.5 = 575100 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 575100 \text{ kg} > V_u / 3 = 414760.8 \text{ kg}$$

OK

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (18000 - 5 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1 \\
 &= 13410 \times 1 = 13410 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 13410 \times 61 = 613508 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 613508 \text{ kg} > V_u / 3 = 414760.8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK**Kontrol Profil Square Hollow****Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 9 + S1) \times t_p \times 3 \text{ (terdapat 3 sisi pembautan)} \\
 &= (60 \times 9 + 90) \times 28 \times 3 \\
 &= 52920 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 3 \\
 &= (60 \times 4 + 130) \times 28 \times 3 \\
 &= 31080 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 9 + S1) - 9.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 3 \\
 &= ((60 \times 9 + 90) - 9.5 \times (24 + 1.5)) \times 28 \times 3 \\
 &= 32571 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 3 \\
 &= ((60 \times 4 + 130) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 28 \times 3 \\
 &= 21441 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 32571 \times 49 = 957587 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 21441 \times 49 = 1050609 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 52920 \times 34.5 + 21441 \times 49) \\
 \emptyset N_n &= 1609540 \text{ kg} > V_u = 1244282.416 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK

Kontrol Leleh

$$A_g = 50800 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 50800 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 50800 \times 34.5 = 1577340 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 1577340 \text{ kg} > V_u = 1244282.416 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 5 \times 3 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 9)) \\ &= (50800 - 15 \times (24 + 1.5) \times 28) \times (1 - 62.5 / (60 \times 9)) \\ &= 40090 \times 0.88 = 35450 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 35450 \times 49 = 1302786 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 1302786 \text{ kg} > V_u = 1244282.416 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.1.2. Titik S11 (Sambungan untuk Batang Penggantung)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Penggantung dengan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang penggantung dengan batang tarik. Pelat *gusset* direncanakan dengan tebal 20 mm dan baut tipe A325.

$$P_u = 178337.339 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 20 \text{ mm}$ A36 ($f_y = 250 \text{ MPa}$, $f_u = 400 \text{ MPa}$)

Baut Tipe A325

$$\text{Diameter baut (db)} = 34.925 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya tarik minimum} = 833.69 \text{ MPa}$$

$$A_g = 958 \text{ mm}^2$$

Kuat Rencana Baut Tipe Tarik

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tarik (N}_{tf}) &= A_g \times f_{uf} \\ &= 958 \times 833.69/10 \\ &= 79866.988 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{Pu}{N_{tf}} = \frac{178337.339}{79866.988} = 2.23 = 4 \text{ buah}$$

4.12.6.1.3. Titik S11 (Sambungan untuk Gelagar Melintang)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Gelagar Melintang yang akan dilas pada pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang - batang tarik. Pelat *gusset* direncanakan dengan tebal 20 mm dan las F_{E70xx}.

$$V_u = 126963.875 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 40 mm A36 (f_y = 250 MPa, f_u = 400 MPa)

$$\text{Panjang las direncanakan} = 500 \text{ mm}$$

$$V_u = 126963.875 \text{ kg}$$

$$A \text{ las} = 500 \times 2 = 1000 \text{ mm}$$

$$V_w = \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{126963.875}{1000}$$

$$= 126.964 \text{ kg/mm}$$

$$\emptyset V_w = \emptyset \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times k_r$$

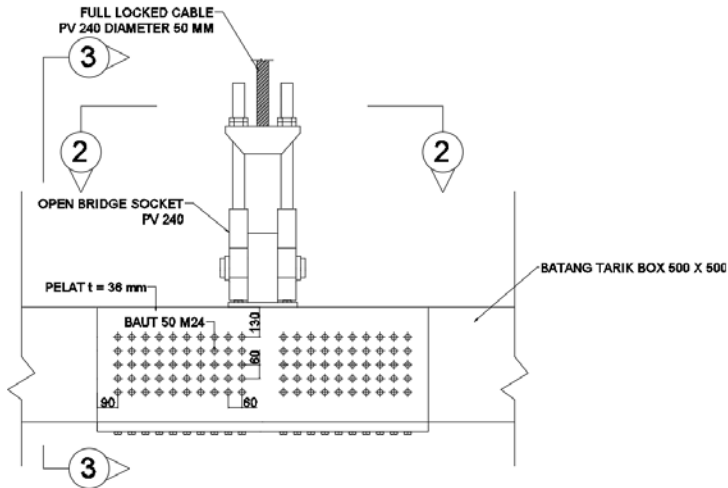
$$= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1$$

$$= 22.145 t_e \text{ kg/mm}^2$$

$$T_e = \frac{126.964}{22.145} = 5.733 \text{ mm}$$

$$a = \frac{5.733}{0.707} = 8.11 \text{ mm}$$

$$a \text{ pakai} = 9 \text{ mm}$$



Gambar 4. 73 Gambar Sambungan Titik S11

4.12.6.1.4. Titik S12 (Sambungan Batang Tepi Bawah Segment 1)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 ($b = 350$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 388134.101 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$f_y =$	345	Mpa	$f_u =$	490	Mpa
$d =$	350	mm	$B =$	350	mm
$E_s =$	200000	MPa	$t_f =$	19	mm
$A_g =$	24200	Mm ²	$x =$	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$	
			$x =$	43.75	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 24 mm
Gaya tarik minimum	= 21000 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1$
	= 8305.5 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{388134.101}{8305.5} = 47 = 24 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 24 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

Untuk jarak S	: $2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 19$
	$60 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$

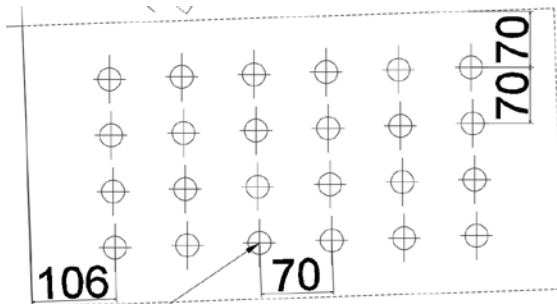
Jarak S : 70 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$
	$36 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$

Jarak S1 : 106 mm

Untuk jarak S2	: $1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 19$
	$30 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$

Jarak S2 : 70 mm



Gambar 4. 74 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat *Gusset*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \\ &= (70 \times 5 + 106) \times 25 \\ &= 114100 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 3 + 70) \times 25 \\ &= 7000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 5 + 106) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\ &= 7893.75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 3 + 70) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\ &= 4678.75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 7893.75 \times 61 = 288911.25 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 4678.75 \times 61 = 290893.75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\phi N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\begin{aligned}\emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 114100 \times 35.5 + 4678.75 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 400285.313 \text{ kg} > V_u / 2 = 194067.05 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}A_g &= b \times t = 350 \times 25 \\ A_g &= 8750 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 8750 \times 35.5 = 279563 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 279563 \text{ kg} > V_u / 2 = 194067.05 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (8750 - 4 \times (24 + 1.5) \times 25) \times 1 \\ &= 6200 \times 1 = 7440 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 6200 \times 61 = 283650 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 283650 \text{ kg} > V_u / 2 = 194067.05 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned}A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (70 \times 5 + 106) \times 19 \times 2 \\ &= 17328 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (70 \times 3 + 70) \times 19 \times 2 \\ &= 10640 \text{ mm}^2 \\ A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((70 \times 5 + 106) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 11998.5 \text{ mm}^2 \\ A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((70 \times 3 + 70) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 7248.5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 11998.5 \times 49 = 352756 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7248.5 \times 49 = 355177 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 17328 \times 34.5 + 7248.5 \times 49) \\ \emptyset N_n &= 535400 \text{ kg} > V_u = 388134 \text{ kg} \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned} A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)} \\ A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 751410 \text{ kg} > V_u = 388134 \text{ kg} \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 9)) \\ &= (24200 - 8 \times (24 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (70 \times 5)) \\ &= 20324 \times 0.875 = 17783.5 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 17783.5 \times 49 = 653544 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 653544 \text{ kg} > V_u = 388134 \text{ kg} \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$

4.12.6.1.5. Titik S12 (Sambungan Batang Diagonal Segment 1)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 284881.574 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{rclcl}
 f_y & = & 345 & \text{Mpa} & f_u & = & 490 & \text{Mpa} \\
 d & = & 350 & \text{mm} & B & = & 350 & \text{mm} \\
 E_s & = & 200000 & \text{MPa} & t_f & = & 19 & \text{mm} \\
 A_g & = & 24200 & \text{Mm}^2 & x & = & \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)} & \\
 & & & & x & = & 43.75 & \text{mm}
 \end{array}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Diameter baut (db)} & = & 24 \text{ mm} \\
 \text{Gaya tarik minimum} & = & 21000 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah bidang geser} & = & 1 \\
 K_h & = & 1 \text{ (Lubang standar)} \\
 \mu & = & 0.35 \text{ (Giling bersih)}
 \end{array}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} & = & 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\
 & = & 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\
 & = & 8305.5 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah Baut (n)} & = & \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{284881.574}{8305.5} = 35 = 18 \text{ buah} \\
 \text{Penempatan baut} & = & 18 \text{ buah untuk sisi kiri dan kanan.}
 \end{array}$$

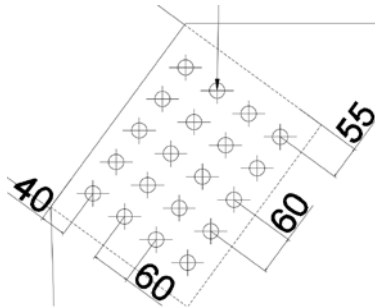
Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{array}{l}
 \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\
 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\
 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p
 \end{array}$$

Maka :

$$\begin{array}{l}
 \text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 19 \\
 60 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}
 \end{array}$$

- Jarak S : 60 mm
 Untuk jarak S1 : $1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$
 $36 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$
 Jarak S1 : 40 mm
- Untuk jarak S2 : $1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 19$
 $30 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$
 Jarak S2 : 55 mm



Gambar 4. 75 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 3 + S1) \times t_p \\
 &= (60 \times 3 + 40) \times 25 \\
 &= 5500 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \\
 &= (60 \times 4 + 55) \times 25 \\
 &= 7375 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 3 + S1) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\
 &= ((60 \times 3 + 40) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\
 &= 3268.75 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p
 \end{aligned}$$

$$= ((60 \times 4 + 55) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 25$$

$$= 3643.75 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 3268.75 \times 61 = 119636.25 \text{ kg}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 3643.75 \times 40 = 222268.75 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 5500 \times 35.5 + 3643.75 \times 61)$$

$$\emptyset N_n = 279562.5 \text{ kg} > V_u / 2 = 142440.787 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = b \times t = 350 \times 25$$

$$A_g = 8750 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 8750 \times 35.5 = 279563 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 279563 \text{ kg} > V_u / 2 = 142440.787 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (8750 - 5 \times (24 + 1.5) \times 25) \times 1$$

$$= 5562.5 \times 1 = 5562.5 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 5562.5 \times 61 = 254484 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 254484 \text{ kg} > V_u / 2 = 142440.787 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 3 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)}$$

$$= (60 \times 3 + 40) \times 19 \times 2$$

$$\begin{aligned}
 &= 8360 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (60 \times 4 + 55) \times 19 \times 2 \\
 &= 11210 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 3 + S1) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 3 + 40) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 4968.5 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 4 + 55) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 6849.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 4968.5 \times 49 = 146074 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 6849.5 \times 49 = 335626 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 8360 \times 34.5 + 6849.5 \times 49) \\
 \emptyset N_n &= 381508 \text{ kg} > V_u = 284881.574 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)} \\
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 751410 \text{ kg} > V_u = 284881.574 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 3)) \\
 &= (24200 - 10 \times (24 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (60 \times 3)) \\
 &= 19355 \times 0.757 = 14650.7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 14650.7 \times 49 = 538412 \text{ kg} \\ \phi N_n &= 538412 \text{ kg} > V_u = 284881.574 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

4.12.6.1.6. Titik S12 (Sambungan Batang Vertikal Segment 1)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 77691.52 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 25 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{aligned}F_y &= 345 \text{ Mpa} & f_u &= 490 \text{ Mpa} \\ d &= 350 \text{ mm} & B &= 350 \text{ mm} \\ E_s &= 200000 \text{ MPa} & t_f &= 19 \text{ mm} \\ A_g &= 24200 \text{ Mm}^2 & x &= \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)} \\ & & x &= 43.75 \text{ mm}\end{aligned}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{aligned}\text{Diameter baut (db)} &= 20 \text{ mm} \\ \text{Gaya tarik minimum} &= 14500 \text{ kg} \\ \text{Jumlah bidang geser} &= 1 \\ K_h &= 1 \text{ (Lubang standar)} \\ \mu &= 0.35 \text{ (Giling bersih)}\end{aligned}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned}\text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\ &= 5734.75 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{77691.52}{5734.75} = 14 = 8 \text{ buah}$$

Penempatan baut = 8 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

$$\text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S} &: 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 19 \\ &50 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm} \end{aligned}$$

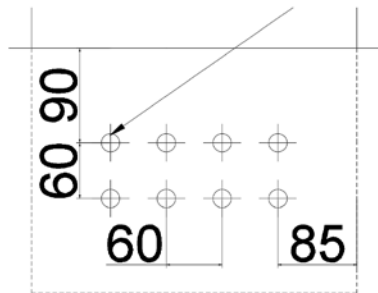
$$\text{Jarak S} : 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S1} &: 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100) \\ &30 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1} : 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S2} &: 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 19 \\ &25 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S2} : 85 \text{ mm}$$



Gambar 4. 76 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 1 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 1 + 90) \times 25 \\ &= 3750 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 3 + 85) \times 25 \\ &= 6625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 1 + S1) - 1.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 1 + 90) - 1.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\ &= 2943.75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\ &= 4743.75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 2943.75 \times 61 = 107741.25 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 4743.75 \times 61 = 289368.75 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 3750 \times 35.5 + 4743.75 \times 61)$$

$$\emptyset N_n = 276932.813 \text{ kg} > V_u / 2 = 38845.76 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = b \times t = 350 \times 25$$

$$A_g = 8750 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 8750 \times 35.5 = 279563 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 279563 \text{ kg} > V_u / 2 = 38845.76 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (8750 - 4 \times (24 + 1.5) \times 25) \times 1 \\
 &= 6600 \times 1 = 6600 \text{ mm}^2 \\
 \text{ØN}_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 6600 \times 61 = 301950 \text{ kg} \\
 \text{ØN}_n &= 301950 \text{ kg} > V_u / 2 = 38845.76 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Profil Square Hollow**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 1 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\
 &= (60 \times 1 + 90) \times 19 \times 2 \\
 &= 5700 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (60 \times 3 + 85) \times 19 \times 2 \\
 &= 10070 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 1 + S1) - 1.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 1 + 90) - 1.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 4474.5 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 7210.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 4474.5 \times 49 = 131550 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 7210.5 \times 49 = 353315 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \text{ØN}_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \text{ØN}_n &= 0.75 \times (0.6 \times 5700 \times 34.5 + 7210 \times 49) \\
 \text{ØN}_n &= 153478 \text{ kg} > V_u = 77691.5 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 751410 \text{ kg} > V_u = 77691.5 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 1)) \\ &= (24200 - 8 \times (24 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (60 \times 1)) \\ &= 20932 \times 0.271 = 5669.08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 5669.08 \times 49 = 208339 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 208339 \text{ kg} > V_u = 77691.5 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.1.7. Titik S12 (Sambungan untuk Batang Penggantung)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk pelat yang digunakan batang penggantung. Pelat tersebut akan dilas pada pelat *gusset* rangka. Pelat direncanakan dengan tebal 30 mm dan las F_{E70xx} .

$$V_u = 178337.339 \text{ kg}$$

$$\text{Pelat } t = 30 \text{ mm A36 (} f_y = 250 \text{ MPa, } f_u = 400 \text{ MPa)}$$

$$\text{Panjang las direncanakan} = 210 \text{ mm}$$

$$V_u = 178337.339 \text{ kg}$$

$$A \text{ las} = 210 \times 4 = 840 \text{ mm}$$

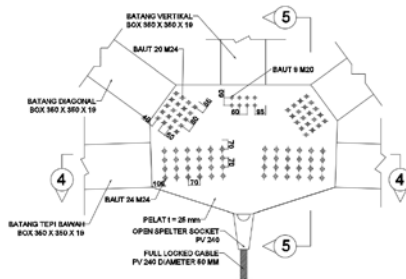
$$V_w = \frac{V_u}{A \text{ las}} = \frac{178337.339}{840}$$

$$= 212.31 \text{ kg/mm}$$

$$\phi V_w = \phi \times 0.6 \times f_{uw} \times t \times x \text{ kr}$$

$$= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t \times x \text{ 1}$$

$$\begin{aligned}
 &= 22.145 \text{ te kg/mm}^2 \\
 \text{Te} &= \frac{212.31}{22.145} = 9.587 \text{ mm} \\
 a &= \frac{9.587}{0.707} = 13.56 \text{ mm} \\
 a \text{ pakai} &= 14 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.77 Gambar Sambungan Titik S12

4.12.6.1.8. Titik S13 (Sambungan Batang Tepi Atas Segment 1)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 550 x 550 x 32 ($b = 550$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 1334268.19 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 550 x 550 x 32 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$F_y = 345$ Mpa	$f_u = 490$ Mpa
$d = 550$ mm	$B = 550$ mm
$E_s = 200000$ MPa	$t_f = 32$ mm
$A_g = 63700$ Mm ²	$x = \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{550^2}{4(550+550)}$
	$x = 68.75$ mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (d_b)	= 24 mm
Gaya tarik minimum	= 21000 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1$
	= 8305.5 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{1334268.19}{8305.5} = 161 = 84 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 84 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

Untuk jarak S	: $2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 32$
	$60 \text{ mm} \leq S \leq 480 \text{ mm}$

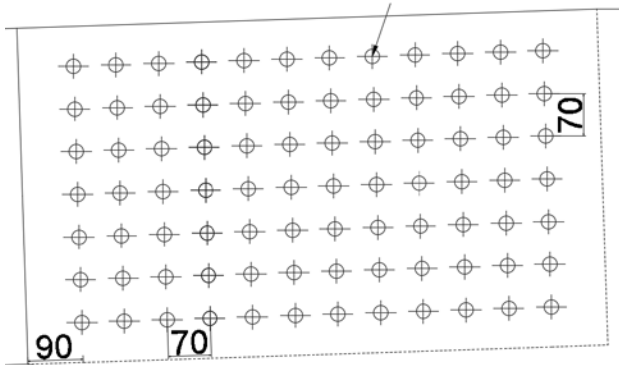
Jarak S : 70 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 32 + 100)$
	$36 \text{ mm} \leq S1 \leq 228 \text{ mm}$

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2	: $1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 32$
	$30 \text{ mm} \leq S2 \leq 384 \text{ mm}$

Jarak S2 : 140 mm



Gambar 4. 78 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 11 + S1) \times t_p \\ &= (70 \times 11 + 90) \times 36 \\ &= 30960 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 6 + S2) \times t_p \\ &= (70 \times 6 + 140) \times 36 \\ &= 20610 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 11 + S1) - 11.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 11 + 90) - 11.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 20403 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 6 + S2) - 6.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 6 + 140) - 6.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 14193 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 20403 \times 61 = 746749.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 14193 \times 61 = 865773 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 30960 \times 35.5 + 14193 \times 61)$$

$$\emptyset N_n = 1143915 \text{ kg} > V_u / 2 = 667134.095 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = b \times t = 700 \times 36$$

$$A_g = 25200 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 25200 \times 35.5 = 805140 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 805140 \text{ kg} > V_u / 2 = 667134.095 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 7 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (25200 - 7 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1$$

$$= 18774 \times 1 = 18774 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 18774 \times 61 = 858911 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 858911 \text{ kg} > V_u / 2 = 667134.095 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 11 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)}$$

$$= (70 \times 11 + 90) \times 32 \times 2$$

$$= 55040 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 6 + S2) \times t_p \times 2$$

$$= (70 \times 6 + 140) \times 32 \times 2$$

$$= 35840 \text{ mm}^2$$

$$A_{ev} = ((S \times 11 + S1) - 11.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2$$

$$= ((70 \times 11 + 90) - 11.5 \times (24 + 1.5)) \times 32 \times 2$$

$$= 36272 \text{ mm}^2$$

$$A_{et} = ((S \times 6 + S2) - 6.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2$$

$$= ((70 \times 6 + 140) - 6.5 \times (24 + 1.5)) \times 32 \times 2$$

$$= 25232 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 36272 \times 49 = 1066397 \text{ kg}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 25232 \times 49 = 1236368 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\phi N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\phi N_n = 0.75 \times (0.6 \times 36272 \times 34.5 + 32840 \times 49)$$

$$\phi N_n = 1781772 \text{ kg} > V_u = 1334268 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = 63700 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 63700 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 63700 \times 34.5 = 1977885 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 1977885 \text{ kg} > V_u = 1334268 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Putus*

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 7 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 1))$$

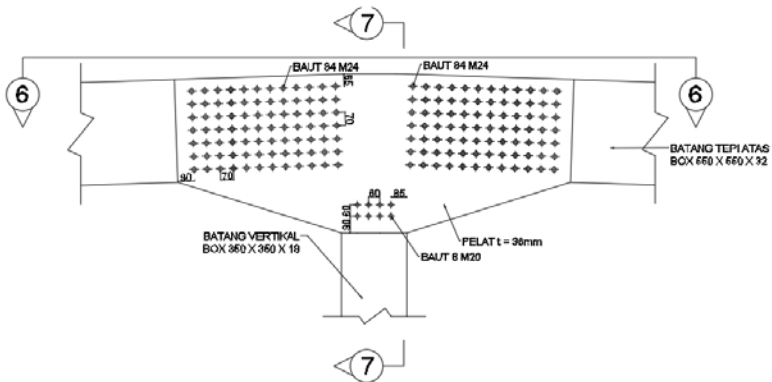
$$= (63700 - 14 \times (24 + 1.5) \times 32) \times (1 - 68.75 / (70 \times 11))$$

$$= 52276 \times 0.911 = 47608.5 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 47608.5 \times 49 = 1749612 \text{ kg}$$

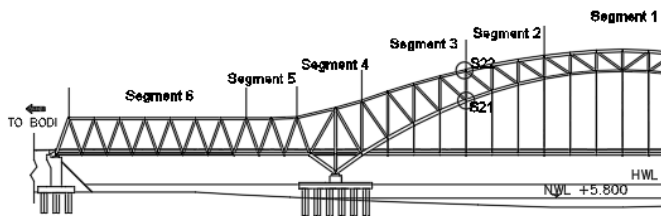
$$\phi N_n = 1749612 \text{ kg} > V_u = 1334268 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 79 Gambar Sambungan Titik S13

4.12.6.2. Segment 2

Pada segment ini, terbagi beberapa titik yang akan dihitung untuk sambungannya. Lokasi titik-titik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.80** sebagai berikut :



Gambar 4. 80 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 2

4.12.6.2.1. Titik S21 (Sambungan Batang Tepi Bawah Segment 2)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 500 x 500 x 28 ($b = 500$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 75 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 1034778 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 500 x 500 x 28 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{llll}
 f_y & = & 345 & \text{Mpa} & f_u & = & 490 & \text{Mpa} \\
 d & = & 500 & \text{mm} & B & = & 500 & \text{mm} \\
 E_s & = & 200000 & \text{MPa} & t_f & = & 28 & \text{mm} \\
 A_g & = & 50800 & \text{mm}^2 & x & = & \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{500^2}{4(500+500)} & \\
 & & & & x & = & 62.5 & \text{mm}
 \end{array}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{array}{ll}
 \text{Diameter baut (db)} & = 24 \text{ mm} \\
 \text{Gaya tarik minimum} & = 21000 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah bidang geser} & = 1 \\
 K_h & = 1 \text{ (Lubang standar)} \\
 \mu & = 0.35 \text{ (Giling bersih)}
 \end{array}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{array}{ll}
 \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} & = 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\
 & = 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\
 & = 8305.5 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah Baut (n)} & = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{1034778}{8305.5} = 125 = 63 \text{ buah} \\
 \text{Penempatan baut} & = 66 \text{ buah untuk sisi kiri dan} \\
 & \text{kanan.}
 \end{array}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{array}{l}
 \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\
 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\
 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p
 \end{array}$$

Maka :

$$\begin{array}{l}
 \text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 28 \\
 60 \text{ mm} \leq S \leq 420 \text{ mm}
 \end{array}$$

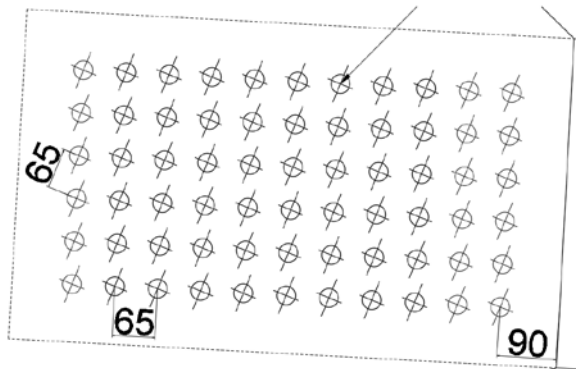
Jarak S : 65 mm

Untuk jarak S1 : $1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 28 + 100)$
 $36 \text{ mm} \leq S1 \leq 212 \text{ mm}$

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 28$
 $30 \text{ mm} \leq S2 \leq 336 \text{ mm}$

Jarak S2 : 175 mm



Gambar 4. 81 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 10 + S1) \times t_p \\ &= (65 \times 10 + 90) \times 36 \\ &= 26640 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 5 + S2) \times t_p \\ &= (65 \times 5 + 40) \times 36 \\ &= 18000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 10 + S1) - 10.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 10 + 90) - 10.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \end{aligned}$$

$$= 17001 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 5 + 40) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 13410 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 17001 \times 61 = 622237 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 13410 \times 61 = 818010 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 26640 \times 35.5 + 13410 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 1039082 \text{ kg} > V_u / 2 = 517389 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 675 \times 36 \\ A_g &= 24300 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 24300 \times 35.5 = 776385 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 776385 \text{ kg} > V_u / 2 = 517389 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 6 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (24300 - 6 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 18792 \times 1 = 18792 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 18792 \times 61 = 859734 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 859734 \text{ kg} > V_u / 2 = 517389 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 10 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (65 \times 10 + 90) \times 28 \times 2 \\ &= 41440 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 5 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (65 \times 5 + 175) \times 28 \times 2 \\ &= 28000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 10 + S1) - 10.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((65 \times 10 + 90) - 10.5 \times (24 + 1.5)) \times 28 \times 2 \\ &= 26446 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((65 \times 5 + 40) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 28 \times 2 \\ &= 20146 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 26446 \times 49 = 777512 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 20146 \times 49 = 987154 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 41440 \times 34.5 + 20146 \times 49)$$

$$\emptyset N_n = 1383722 \text{ kg} > V_u = 1034778 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = 50800 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang *Square Hollow*)}$$

$$A_g = 50800 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 50800 \times 34.5 = 1577340 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 1577340 \text{ kg} > V_u = 1034778 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Putus*

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 6 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 10))$$

$$= (50800 - 12 \times (24 + 1.5) \times 28) \times (1 - 62.5 / (65 \times 10))$$

$$= 42232 \times 0.9038 = 38171.2 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 38171.2 \times 49 = 1402793 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 1402793 \text{ kg} > V_u = 1034778 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.2.2. Titik S21 (Sambungan Batang Diagonal Segment 3)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 327373 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 36 mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$F_y = 345 \text{ Mpa}$	$f_u = 490 \text{ Mpa}$
$d = 350 \text{ mm}$	$B = 350 \text{ mm}$
$E_s = 200000 \text{ MPa}$	$t_f = 19 \text{ mm}$
$A_g = 24200 \text{ mm}^2$	$x = \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$
	$x = 43.75 \text{ mm}$

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 24 mm
Gaya tarik minimum	= 21000 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\text{Kuat Geser } (V_{st}) = 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$$

$$\begin{aligned}
 &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\
 &= 8305.5 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah Baut (n)} &= \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{327373}{8305.5} = 40 = 20 \text{ buah} \\
 \text{Penempatan baut} &= 20 \text{ buah untuk sisi kiri dan} \\
 &\quad \text{kanan.}
 \end{aligned}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\
 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\
 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 19 \\
 60 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

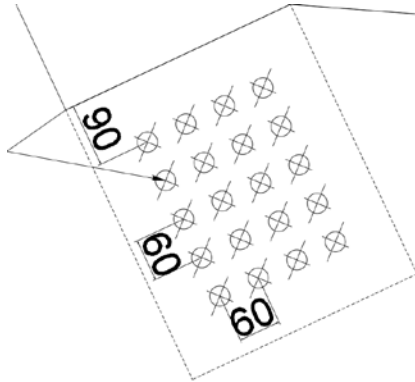
$$\text{Jarak S : } 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100) \\
 36 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1 : } 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk jarak S2 : } 1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 19 \\
 30 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S2 : } 85 \text{ mm}$$



Gambar 4. 82 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 4 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 4 + 90) \times 36 \\ &= 11880 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 3 + 85) \times 36 \\ &= 9540 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 4 + S1) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 4 + 90) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 7749 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 6327 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 7749 \times 61 = 283613 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 6327 \times 61 = 385947 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 11880 \times 35.5 + 6327 \times 61)$$

$$\emptyset N_n = 479243 \text{ kg} > V_u / 2 = 163687 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = b \times t = 350 \times 36$$

$$A_g = 12600 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 12600 \times 35.5 = 402570 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 402570 \text{ kg} > V_u / 2 = 163687 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Putus*

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (12600 - 4 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1$$

$$= 8928 \times 1 = 8928 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 8928 \times 61 = 408456 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 408456 \text{ kg} > V_u / 2 = 163687 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$A_{gv} = (S \times 4 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)}$$

$$= (60 \times 4 + 90) \times 19 \times 2$$

$$= 12540 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2$$

$$= (60 \times 3 + 85) \times 19 \times 2$$

$$= 10070 \text{ mm}^2$$

$$A_{ev} = ((S \times 4 + S1) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2$$

$$= ((60 \times 4 + 90) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2$$

$$= 8179.5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 6678.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 8179.5 \times 49 = 240477 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 6678.5 \times 49 = 327247 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 12540 \times 34.5 + 6678.5 \times 49) \\
 \emptyset N_n &= 440118 \text{ kg} > V_u = 327373 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 751410 \text{ kg} > V_u = 327373 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 4)) \\
 &= (24200 - 8 \times (24 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (60 \times 4)) \\
 &= 20324 \times 0.817 = 16619.1 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 16619.1 \times 49 = 610752 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 610752 \text{ kg} > V_u = 327373 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.2.3. Titik S21 (Sambungan Batang Vertikal Segment 2)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350

mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 271000 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36 \text{ mm}$ JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

F_y	= 345	Mpa	f_u	= 490	Mpa
d	= 350	mm	B	= 350	mm
E_s	= 200000	MPa	t_f	= 19	mm
A_g	= 24200	mm^2	x	= $\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$	
			x	= 43.75	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (d_b)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$
	= 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{271000}{5734.75} = 48 = 24 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 24 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

$$\text{Untuk jarak } S : 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 19$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S : 60 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S1 : 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$$

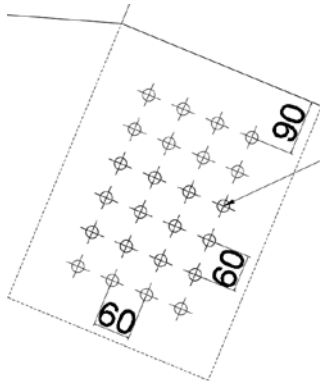
$$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S2 : 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 19$$

$$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S2 : 85 \text{ mm}$$



Gambar 4. 83 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 5 + S1) \times t_p$$

$$= (60 \times 5 + 90) \times 36$$

$$= 14040 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 3 + S2) \times t_p$$

$$= (60 \times 3 + 85) \times 36$$

$$= 9540 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 5 + 90) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 9783 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 6831 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser ruptur nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 9783 \times 61 = 358058 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik ruptur nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 6831 \times 40 = 416691 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 14040 \times 35.5 + 6831 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 536807 \text{ kg} > V_u / 2 = 90333.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 350 \times 36 \\ A_g &= 12600 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 12600 \times 35.5 = 402570 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 402570 \text{ kg} > V_u / 2 = 90333.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (12600 - 4 \times (20 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 9504 \times 1 = 9504 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 9504 \times 61 = 434808 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 434908 \text{ kg} > V_u / 2 = 90333.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

Kontrol Profil Square Hollow**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (60 \times 5 + 90) \times 19 \times 2 \\ &= 14820 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (60 \times 3 + 85) \times 19 \times 2 \\ &= 10070 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 5 + 90) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 10326.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 7210.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 10326.5 \times 49 = 303599 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7210.5 \times 49 = 353315 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 14820 \times 34.5 + 7210.5 \times 49)$$

$$\emptyset N_n = 495066 \text{ kg} > V_u = 271000 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 751410 \text{ kg} > V_u = 271000 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 5)) \\
 &= (24200 - 8 \times (20 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (60 \times 5)) \\
 &= 20932 \times 0.854 = 17879.4 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 17879.4 \times 49 = 657069 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 657069 \text{ kg} > V_u = 271000 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

4.12.6.2.4. Titik S21 (Sambungan Batang Tepi Bawah Segment 3)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 650 x 650 x 36 (b = 650 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 1791443 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 36 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 650 x 650 x 36 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

Fy	= 345 Mpa	fu	= 490 Mpa
d	= 650 mm	B	= 650 mm
Es	= 200000 MPa	tf	= 36 mm
Ag	= 85100 mm ²	x	= $\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{650^2}{4(650+650)}$
		x	= 81.25 mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (db) = 24 mm

Gaya tarik minimum = 21000 kg

Jumlah bidang geser = 1

K_h = 1 (Lubang standar)

$$\mu = 0.35 \text{ (Giling bersih)}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\ &= 8305.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{1791443}{8305.5} = 216 = 108 \text{ buah}$$

Penempatan baut = 112 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } 2.5d_b &\leq S \leq 15t_p \\ 1.5d_b &\leq S1 \leq (4t_p + 100) \\ 1.25d_b &\leq S2 \leq 12t_p \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 24 &\leq S \leq 15 \times 36 \\ 60 \text{ mm} &\leq S \leq 540 \text{ mm} \end{aligned}$$

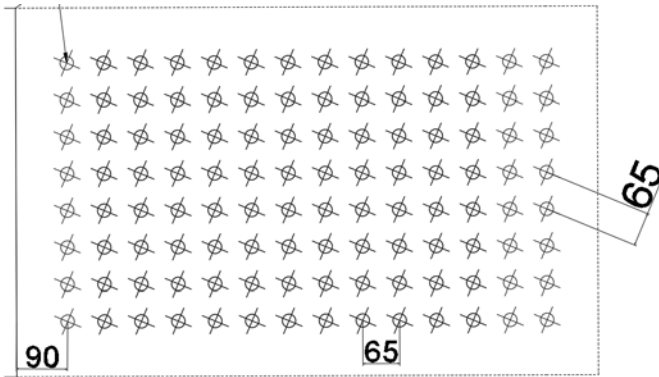
$$\text{Jarak S : } 70 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 24 &\leq S1 \leq (4 \times 36 + 100) \\ 36 \text{ mm} &\leq S1 \leq 244 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1 : } 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S2 : } 1.25 \times 24 &\leq S2 \leq 12 \times 36 \\ 30 \text{ mm} &\leq S2 \leq 432 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S2 : } 215 \text{ mm}$$



Gambar 4. 84 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 13 + S1) \times t_p \\ &= (70 \times 13 + 90) \times 36 \\ &= 36000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 7 + S2) \times t_p \\ &= (70 \times 7 + 215) \times 36 \\ &= 25380 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 13 + S1) - 13.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 13 + 90) - 13.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 23607 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 7 + S2) - 7.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 7 + 215) - 7.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 18495 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 23607 \times 61 = 864016 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 18495 \times 61 = 1128195 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}\emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 36000 \times 35.5 + 18495 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 1421246 \text{ kg} > V_u / 2 = 895722 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned}A_g &= b \times t = 850 \times 36 \\ A_g &= 30600 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 30600 \times 35.5 = 977670 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 977670 \text{ kg} > V_u / 2 = 895722 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned}A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 8 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (48750 - 8 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 23256 \times 1 = 24174 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 23256 \times 61 = 1063962 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 1063962 \text{ kg} > V_u / 2 = 895722 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned}A_{gv} &= (S \times 13 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (70 \times 13 + 90) \times 36 \times 2 \\ &= 72000 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= (S \times 7 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (70 \times 7 + 215) \times 36 \times 2 \\ &= 50760 \text{ mm}^2 \\ A_{ev} &= ((S \times 13 + S1) - 13.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((70 \times 13 + 90) - 13.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \times 2 \\ &= 47214 \text{ mm}^2 \\ A_{et} &= ((S \times 7 + S2) - 7.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2\end{aligned}$$

$$= ((70 \times 7 + 45) - 7.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \times 2$$

$$= 36990 \text{ mm}^2$$

Kuat geser ruptur nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 47214 \times 49 = 1388092 \text{ kg}$$

Kuat tarik ruptur nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 36990 \times 49 = 1812510 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 72000 \times 34.5 + 36990 \times 49)$$

$$\emptyset N_n = 2477183 \text{ kg} > V_u = 1791443 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 85100 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 85100 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 85100 \times 34.5 = 2642355 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 2642355 \text{ kg} > V_u = 1791443 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 8 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 13))$$

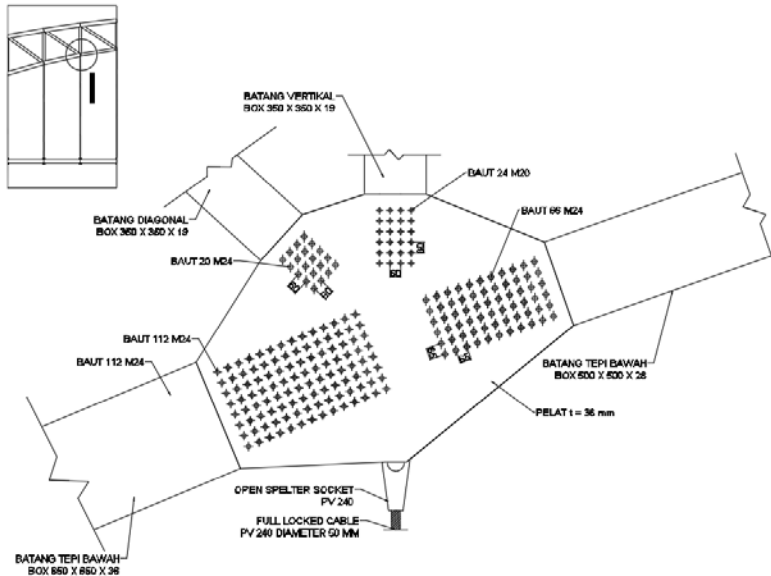
$$= (85100 - 16 \times (24 + 1.5) \times 36) \times (1 - 81025 / (70 \times 13))$$

$$= 70412 \times 0.910 = 64125.2 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 64125.2 \times 49 = 2356602 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 2356602 \text{ kg} > V_u = 1791443 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 85 Gambar Sambungan Titik S21

4.12.6.2.5. Titik S22 (Sambungan Batang Tepi Atas Segment 2)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 550 x 550 x 32 ($b = 550$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 1125679 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 550 x 550 x 32 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

F_y	=	345	Mpa	f_u	=	490	Mpa
d	=	550	mm	B	=	550	mm
E_s	=	200000	MPa	t_f	=	32	mm

$$\begin{aligned}
 Ag &= 63700 \text{ Mm}^2 & x &= \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{550^2}{4(550+550)} \\
 & & x &= 68.75 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 24 mm
Gaya tarik minimum	= 21000 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1$
	= 8305.5 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{1125679}{8305.5} = 136 = 68 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 70 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	: $1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	: $1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

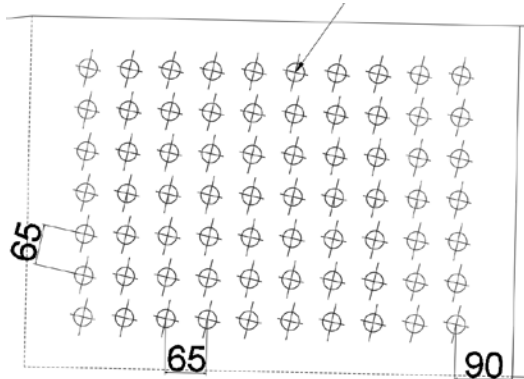
Maka :

Untuk jarak S	: $2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 32$
	: $60 \text{ mm} \leq S \leq 480 \text{ mm}$
Jarak S	: 65 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 32 + 100)$
	: $36 \text{ mm} \leq S1 \leq 228 \text{ mm}$
Jarak S1	: 90 mm

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 32$

Jarak S2 : 30 mm \leq S2 \leq 384 mm
: 117.5 mm



Gambar 4. 86 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 6 + S1) \times t_p \\ &= (65 \times 6 + 90) \times 36 \\ &= 24300 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 9 + S2) \times t_p \\ &= (65 \times 9 + 117.5) \times 36 \\ &= 18270 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 6 + S1) - 6.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 6 + 90) - 6.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 15579 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 9 + S2) - 9.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 9 + 117.5) - 9.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 12303 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser ruptur nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 15579 \times 61 = 570191 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 12303 \times 61 = 750483 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 24300 \times 35.5 + 12303 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 951055 \text{ kg} > V_u / 2 = 562839 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 625 \times 36 \\ A_g &= 22500 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 22500 \times 35.5 = 718875 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 718875 \text{ kg} > V_u / 2 = 562839 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 7 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (22500 - 7 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 16074 \times 1 = 16074 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 16074 \times 61 = 735386 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 735386 \text{ kg} > V_u / 2 = 562839 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 6 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (65 \times 6 + 90) \times 32 \times 2 \\ &= 43200 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= (S \times 9 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (65 \times 9 + 117.5) \times 32 \times 2 \\ &= 32480 \text{ mm}^2 \\ A_{ev} &= ((S \times 6 + S1) - 6.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \end{aligned}$$

$$= ((65 \times 6 + 90) - 6.5 \times (24 + 1.5)) \times 32 \times 2$$

$$= 27696 \text{ mm}^2$$

$$A_{et} = ((S \times 9 + S2) - 9.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2$$

$$= ((65 \times 9 + 117.5) - 9.5 \times (24 + 1.5)) \times 32 \times 2$$

$$= 21872 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 27696 \times 49 = 814262 \text{ kg}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 21872 \times 49 = 1071728 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 43200 \times 34.5 + 21872 \times 49)$$

$$\emptyset N_n = 1474476 \text{ kg} > V_u = 1125679 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 63700 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 63700 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 63700 \times 34.5 = 1977885 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 1977885 \text{ kg} > V_u = 1125679 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 7 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 9))$$

$$= (63700 - 14 \times (24 + 1.5) \times 32) \times (1 - 68.75 / (65 \times 9))$$

$$= 52276 \times 0.882 = 46132.5 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 46132.5 \times 49 = 1695368 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 1695368 \text{ kg} > V_u = 1125679 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.2.6. Titik S22 (Sambungan Batang Tepi Atas Segment 3)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 400 x 400 x 22 (b = 400 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$Vu = 471491 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 36 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 400 x 400 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

Fy	=	345	Mpa	fu	=	490	Mpa
d	=	400	mm	B	=	400	mm
Es	=	200000	MPa	tf	=	22	mm
Ag	=	32000	Mm ²	x	=	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{400^2}{4(400+400)}$	
				x	=	50	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (db) = 24 mm

Gaya tarik minimum = 21000 kg

Jumlah bidang geser = 1

K_h = 1 (Lubang standar)

μ = 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser } (V_{sf}) &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\ &= 8305.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut } (n) = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{471491}{8305.5} = 57 = 30 \text{ buah}$$

Penempatan baut = 30 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

$$\text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak } S : 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 22$$

$$60 \text{ mm} \leq S \leq 330 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S : 65 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S1 : 1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 22 + 100)$$

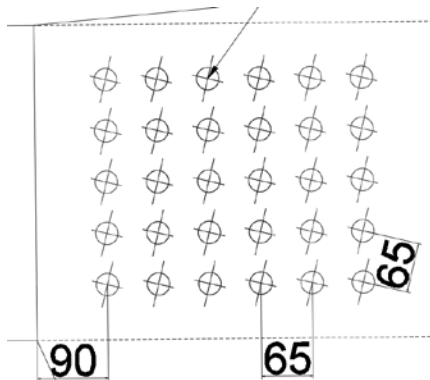
$$36 \text{ mm} \leq S1 \leq 188 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S2 : 1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 22$$

$$30 \text{ mm} \leq S2 \leq 264 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S2 : 70 \text{ mm}$$



Gambar 4. 87 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \\ &= (65 \times 5 + 90) \times 36 \\ &= 14940 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \\ &= (65 \times 4 + 70) \times 36 \\ &= 11880 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 5 + 90) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 9891 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 4 + 70) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 7749 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 9891 \times 61 = 362011 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7749 \times 61 = 472689 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 14940 \times 35.5 + 7749 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 593183 \text{ kg} > V_u / 2 = 235746 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK**Kontrol Leleh**

$$A_g = b \times t = 400 \times 36$$

$$A_g = 14400 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 14400 \times 35.5 = 460080 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 460080 \text{ kg} > V_u / 2 = 235746 \text{ kg}$$

OK

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (14400 - 5 \times (24 + 1.5) \times 36) \times 1 \\
 &= 9810 \times 1 = 9810 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 9810 \times 61 = 448808 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 448808 \text{ kg} > V_u / 2 = 235746 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK**Kontrol Profil Square Hollow****Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\
 &= (65 \times 5 + 90) \times 22 \times 2 \\
 &= 18260 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (65 \times 4 + 70) \times 22 \times 2 \\
 &= 14520 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((65 \times 5 + 90) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 12089 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((65 \times 4 + 70) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 9471 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 12089 \times 49 = 355417 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 9471 \times 49 = 464079 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 18260 \times 34.5 + 9471 \times 49) \\
 \emptyset N_n &= 631546 \text{ kg} > V_u = 471491 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK

Kontrol Leleh

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 32000 \times 34.5 = 993600 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 993600 \text{ kg} > V_u = 471491 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 5))$$

$$= (993600 - 10 \times (24 + 1.5) \times 22) \times (1 - 50 / (65 \times 5))$$

$$= 26390 \times 0.846 = 22330 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 22330 \times 49 = 820628 \text{ kg}$$

$$\phi N_n = 820628 \text{ kg} > V_u = 471491 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.2.7. Titik S22 (Sambungan Batang Diagonal Segment 2)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 345126 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 36 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$F_y = 345 \text{ Mpa} \quad f_u = 490 \text{ Mpa}$$

$$d = 350 \text{ mm} \quad B = 350 \text{ mm}$$

$$E_s = 200000 \text{ MPa} \quad t_f = 19 \text{ mm}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \quad x = \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$$

$$x = 43.75 \text{ mm}$$

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$ = $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$ = 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{345126}{5734.75} = 61 = 30.5 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 32 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$ $1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$ $1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$
--------	--

Maka :

Untuk jarak S	: $2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 19$ $50 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$
---------------	--

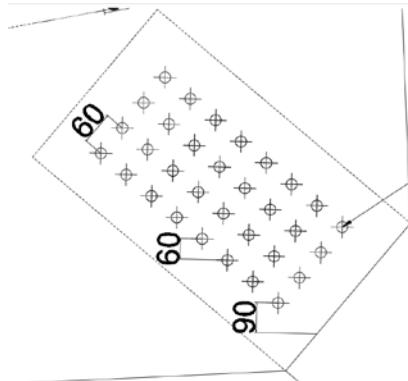
Jarak S : 60 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$ $30 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$
----------------	---

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2	: $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 19$ $25 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$
----------------	---

Jarak S2 : 85 mm



Gambar 4. 88 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat *Gusset*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 7 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 7 + 90) \times 36 \\ &= 18360 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 3 + 85) \times 36 \\ &= 9540 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 7 + S1) - 7.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 7 + 90) - 7.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 12555 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 6831 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 12555 \times 61 = 459513 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 6831 \times 61 = 416691 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}\emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 12555 \times 61 + 18360 \times 35.5) \\ \emptyset N_n &= 598637 \text{ kg} > V_u / 2 = 172563 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned}A_g &= b \times t = 350 \times 36 \\ A_g &= 12600 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 12600 \times 35.5 = 402570 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 402570 \text{ kg} > V_u / 2 = 172563 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned}A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (12600 - 4 \times (20 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 9504 \times 1 = 9504 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 9504 \times 61 = 434808 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 434808 \text{ kg} > V_u / 2 = 172563 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned}A_{gv} &= (S \times 7 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (60 \times 7 + 90) \times 19 \times 2 \\ &= 19380 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (60 \times 3 + 85) \times 19 \times 2 \\ &= 10070 \text{ mm}^2 \\ A_{ev} &= ((S \times 7 + S1) - 7.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 7 + 90) - 7.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 13252.5 \text{ mm}^2 \\ A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2\end{aligned}$$

$$= ((60 \times 3 + 85) - 3.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2$$

$$= 7210.5 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 13252.5 \times 49 = 389624 \text{ kg}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 7210.5 \times 49 = 353315 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 13252.5 \times 49 + 19380 \times 34.5)$$

$$\emptyset N_n = 552779 \text{ kg} > V_u = 345126 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang *Square Hollow*)}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 751410 \text{ kg} > V_u = 345126 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Putus*

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x/(S \times 7))$$

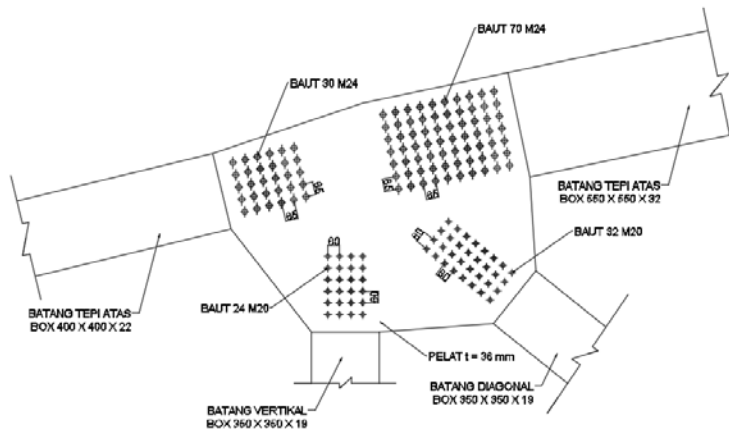
$$= (24200 - 8 \times (20 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75/(60 \times 7))$$

$$= 20932 \times 0.89583 = 18751.6 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 18751.6 \times 49 = 689121 \text{ kg}$$

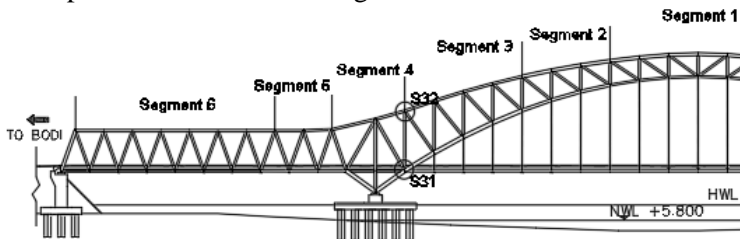
$$\emptyset N_n = 689121 \text{ kg} > V_u = 345126 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 89 Gambar Sambungan Titik S22

4.12.6.3. Segment 3

Pada segment ini, terbagi beberapa titik tinjau yang akan dihitung untuk sambungannya. Lokasi titik-titik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.90** sebagai berikut :



Gambar 4. 90 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 3

4.12.6.3.1. Titik S31 (Sambungan Batang Diagonal Segment 4)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 400 x 400 x 22 ($b = 400$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 786995 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36 \text{ mm}$ JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 400 x 400 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

Fy	=	345	Mpa	fu	=	490	Mpa
d	=	400	mm	B	=	400	mm
Es	=	200000	MPa	tf	=	22	mm
Ag	=	32000	mm ²	x	=	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{400^2}{4(400+400)}$	
				x	=	50	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$
	= 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{786995}{5734.75} = 138 = 72 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 72 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

Untuk jarak S : $2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 22$
 $50 \text{ mm} \leq S \leq 330 \text{ mm}$

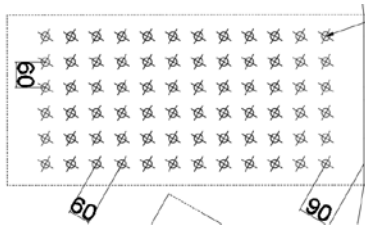
Jarak S : 60 mm

Untuk jarak S1 : $1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 22 + 100)$
 $30 \text{ mm} \leq S1 \leq 188 \text{ mm}$

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 22$
 $25 \text{ mm} \leq S2 \leq 264 \text{ mm}$

Jarak S2 : 50 mm



Gambar 4. 91 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 11 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 11 + 90) \times 36 \\ &= 27000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 5 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 5 + 50) \times 36 \\ &= 12600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 11 + S1) - 11.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 11 + 90) - 11.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 18099 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 5 + 50) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \end{aligned}$$

$$= 8343 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 18099 \times 61 = 662423 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 8343 \times 61 = 508923 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 18099 \times 61 + 12600 \times 35.5) \\ \emptyset N_n &= 832293 \text{ kg} > V_u / 2 = 393498 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 400 \times 36 \\ A_g &= 14400 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 14400 \times 35.5 = 460080 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 460080 \text{ kg} > V_u / 2 = 393498 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 6 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (14400 - 6 \times (20 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 9756 \times 1 = 20325 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 9756 \times 61 = 446337 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 446337 \text{ kg} > V_u / 2 = 393498 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 11 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (60 \times 11 + 90) \times 22 \times 2 \\ &= 33000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{gt} &= (S \times 5 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (60 \times 5 + 50) \times 22 \times 2 \\
 &= 15400 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{ev} &= ((S \times 11 + S1) - 11.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 11 + 90) - 11.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 22121 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 5 + 50) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 10197 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 22121 \times 49 = 650357 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 10197 \times 49 = 499653 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 22121 \times 49 + 15400 \times 34.5) \\
 \emptyset N_n &= 886243 \text{ kg} > V_u = 786995 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 32000 \times 34.5 = 993600 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 993600 \text{ kg} > V_u = 786995 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 6 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 11)) \\
 &= (32000 - 12 \times (20 + 1.5) \times 22) \times (1 - 50 / (60 \times 11)) \\
 &= 26324 \times 0.924 = 24329.8 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 24329.8 \times 49 = 894119 \text{ kg}$$

$$\text{ØN}_n = 894119 \text{ kg} > V_u = 786995 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

4.12.6.3.2. Titik S31 (Sambungan Batang Vertikal Segment 3)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 310457 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 36 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

Fy	=	345	Mpa	fu	=	490	Mpa
d	=	350	mm	B	=	350	mm
Es	=	200000	MPa	tf	=	19	mm
Ag	=	24200	mm ²	x	=	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$	
				x	=	43.75	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K _h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V _{sf})	= 1.13 x μ x n _{ei} x N _{ti} x k _h
	= 1.13 x 0.35 x 1 x 14500 kg x 1
	= 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{310457}{5734.75} = 55 = 30 \text{ buah}$

Penempatan baut = 30 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat : $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$

$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$

$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

Untuk jarak S : $2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 19$

$50 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$

Jarak S : 60 mm

Untuk jarak S1 : $1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$

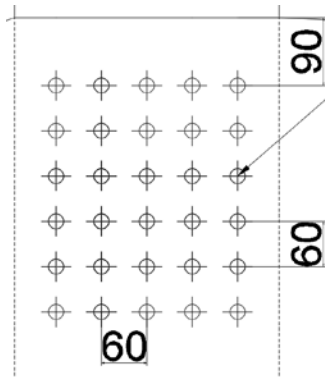
$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 19$

$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$

Jarak S2 : 55 mm



Gambar 4. 92 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 5 + 90) \times 36 \\ &= 14040 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 4 + 55) \times 36 \\ &= 10620 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 5 + 90) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 9783 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 4 + 55) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 7137 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 9783 \times 61 = 234792 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7137 \times 61 = 285480 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 14040 \times 35.5 + 7137 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 372060 \text{ kg} > V_u / 2 = 155228 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK**Kontrol Leleh**

$$A_g = b \times t = 350 \times 36$$

$$A_g = 12600 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 12600 \times 35.5 = 283500 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 283500 \text{ kg} > V_u / 2 = 155228 \text{ kg}$$

OK**Kontrol Putus**

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (12600 - 5 \times (20 + 1.5) \times 36) \times 1 \\
 &= 8730 \times 1 = 8730 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 8730 \times 61 = 261900 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 261900 \text{ kg} > V_u / 2 = 155228 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\
 &= (60 \times 5 + 90) \times 19 \times 2 \\
 &= 14820 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (60 \times 4 + 55) \times 19 \times 2 \\
 &= 11210 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 5 + 90) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 10326.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 4 + 55) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 7533.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 10326.5 \times 49 = 303599 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 7533.5 \times 49 = 369142 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\
 \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 14820 \times 34.5 + 7533.5 \times 49)
 \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 506937 \text{ kg} > V_u = 310457 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang } \textit{Square Hollow}) \\
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 751410 \text{ kg} > V_u = 310457 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 5)) \\
 &= (24200 - 10 \times (20 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (60 \times 5)) \\
 &= 20115 \times 0.854 = 17181.6 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 17181.6 \times 49 = 631422 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 631422 \text{ kg} > V_u = 310457 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.12.6.3.3. Titik S31 (Sambungan Batang Horizontal Segment 4)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 134146 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 36 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F_y &= 345 \text{ Mpa} & f_u &= 490 \text{ Mpa} \\
 d &= 350 \text{ mm} & B &= 350 \text{ mm} \\
 E_s &= 200000 \text{ MPa} & t_f &= 19 \text{ mm} \\
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 & x &= \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)} \\
 & & x &= 43.75 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 24 mm
Gaya tarik minimum	= 21000 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$ = $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1$ = 8305.5 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{134146}{8305.5} = 17 = 9 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 9 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$ $1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$ $1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$
--------	--

Maka :

Untuk jarak S	: $2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 19$ $60 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$
---------------	--

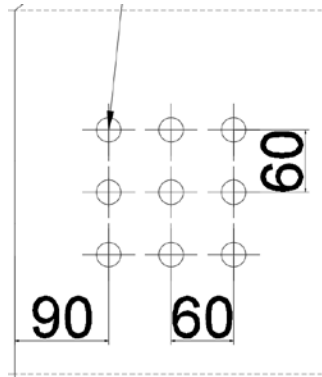
Jarak S : 60 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$ $36 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$
----------------	---

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2	: $1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 19$ $30 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$
----------------	---

Jarak S2 : 115 mm



Gambar 4. 93 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat *Gusset*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 2 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 2 + 90) \times 36 \\ &= 7560 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 2 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 2 + 115) \times 36 \\ &= 8460 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 2 + S1) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 2 + 90) - 2.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 5265 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 2 + S2) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 2 + 115) - 2.5 \times (24 + 1.5)) \times 36 \\ &= 6165 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser *rupture* nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 5265 \times 61 = 192699 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik *rupture* nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 6165 \times 61 = 376065 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}\emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 7560 \times 35.5 + 6165 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 402820 \text{ kg} > V_u / 2 = 67073.1 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned}A_g &= b \times t = 350 \times 36 \\ A_g &= 12600 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 12600 \times 35.5 = 402570 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 402570 \text{ kg} > V_u / 2 = 67073.1 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned}A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 3 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (12600 - 3 \times (20 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 9846 \times 1 = 9846 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 9846 \times 61 = 450455 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 450455 \text{ kg} > V_u / 2 = 67073.1 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned}A_{gv} &= (S \times 2 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (60 \times 2 + 90) \times 19 \times 2 \\ &= 7980 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= (S \times 2 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (60 \times 2 + 115) \times 19 \times 2 \\ &= 8930 \text{ mm}^2 \\ A_{ev} &= ((S \times 2 + S1) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 2 + 90) - 2.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 5557.5 \text{ mm}^2 \\ A_{et} &= ((S \times 2 + S2) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2\end{aligned}$$

$$= ((60 \times 2 + 115) - 2.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2$$

$$= 6507.5 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 5557.5 \times 49 = 163391 \text{ kg}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 6507.5 \times 49 = 318868 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 7980 \times 34.5 + 6507.5 \times 49)$$

$$\emptyset N_n = 363040 \text{ kg} > V_u = 134146 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 751410 \text{ kg} > V_u = 134146 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 3 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x/(S \times 2))$$

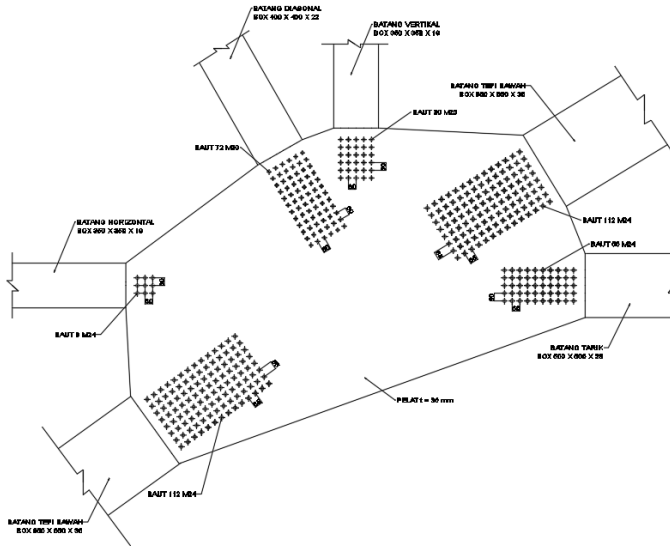
$$= (24200 - 6 \times (24 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75/(60 \times 2))$$

$$= 21293 \times 0.635 = 13529.9 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 13529.9 \times 49 = 497225 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 497225 \text{ kg} > V_u = 134146 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 94 Gambar Sambungan Titik S31

4.12.6.3.4. Titik S32 (Sambungan Batang Tepi Atas Segment 4)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 400 x 400 x 22 ($b = 400$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 902380 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 400 x 400 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

F_y	=	345	Mpa	f_u	=	490	Mpa
d	=	400	mm	B	=	400	mm
E_s	=	200000	MPa	t_f	=	22	mm

$$Ag = 32000 \text{ mm}^2 \quad x = \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{400^2}{4(400+400)}$$

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

Baut Tipe A325

Diameter baut (db)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$
	= 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{902380}{5734.75} = 158 = 80 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 80 buah untuk sisi kiri dan kanan.

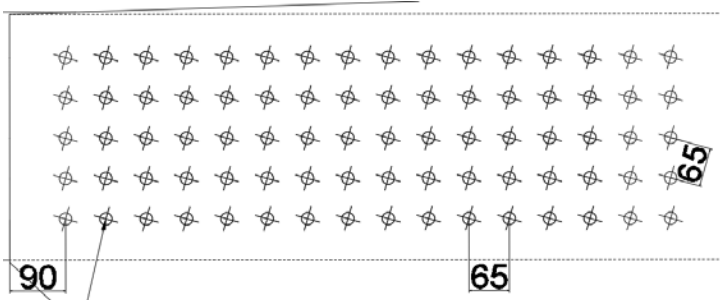
Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$
Maka :	
Untuk jarak S	: $2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 22$
	$50 \text{ mm} \leq S \leq 330 \text{ mm}$
Jarak S	: 65 mm

Untuk jarak S1	: $1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 22 + 100)$
	$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 188 \text{ mm}$
Jarak S1	: 90 mm

Untuk jarak S2	: $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 22$
----------------	--

25 mm $\leq S2 \leq 264$ mm
 Jarak S2 : 445 mm



Gambar 4. 95 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 15 + S1) \times t_p \\ &= (65 \times 15 + 90) \times 25 \\ &= 26625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \\ &= (65 \times 4 + 445) \times 25 \\ &= 17625 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 15 + S1) - 15.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 15 + 90) - 15.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\ &= 18293.8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 4 + 445) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\ &= 15206.3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 18293.8 \times 40 = 965910 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 12828.8 \times 40 = 513150 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 40246.3 \times 40 + 18150 \times 25)$$

$$\emptyset N_n = 1064745 \text{ kg} > V_u / 2 = 451190 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = b \times t = 1150 \times 25$$

$$A_g = 28750 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 28750 \times 35.5 = 918563 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 918563 \text{ kg} > V_u / 2 = 451190 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (28750 - 5 \times (20 + 1.5) \times 25) \times 1$$

$$= 26062.5 \times 1 = 26062.5 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 26062.5 \times 40 = 1192359 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 1192359 \text{ kg} > V_u / 2 = 451190 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 15 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)}$$

$$= (65 \times 15 + 90) \times 22 \times 2$$

$$= 46860 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2$$

$$= (65 \times 4 + 445) \times 22 \times 2$$

$$= 31020 \text{ mm}^2$$

$$A_{ev} = ((S \times 15 + S1) - 15.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2$$

$$= ((65 \times 15 + 90) - 15.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2$$

$$= 32197 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((65 \times 4 + 445) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 26763 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 32197 \times 49 = 946592 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 26763 \times 49 = 1311387 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

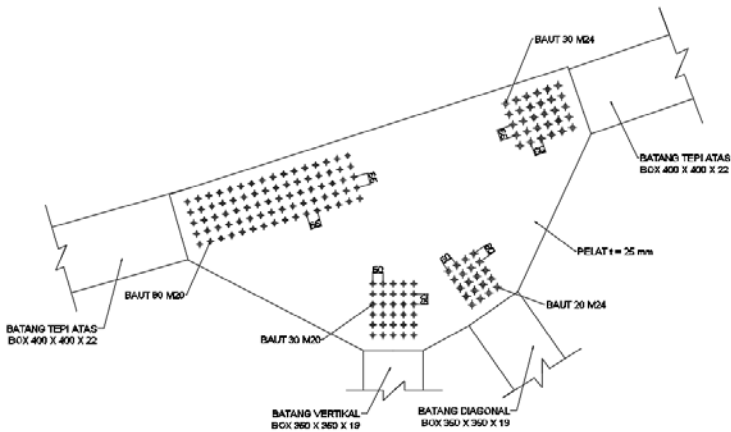
$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 32197 \times 49 + 31020 \times 34.5) \\
 \emptyset N_n &= 1711042 \text{ kg} > V_u = 902380 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 32000 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)} \\
 A_g &= 32000 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 32000 \times 34.5 = 993600 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 993600 \text{ kg} > V_u = 902380 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

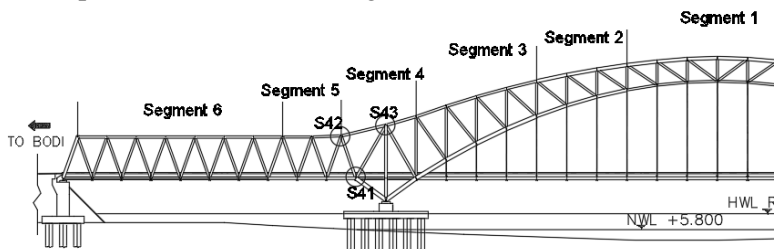
$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 15)) \\
 &= (32000 - 10 \times (20 + 1.5) \times 22) \times (1 - 50 / (65 \times 15)) \\
 &= 27270 \times 0.948 = 25871.5 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 25871.5 \times 49 = 950779 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 950779 \text{ kg} > V_u = 902380 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 96 Gambar Sambungan Titik S32

4.12.6.4. Segment 4

Pada segment ini, terbagi beberapa titik tinjau yang akan dihitung untuk sambungannya. Lokasi titik-titik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.97** sebagai berikut :



Gambar 4. 97 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 4

4.12.6.4.1. Titik S41 (Sambungan Batang Tepi Bawah Segment 5)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 450 x 450 x 22 ($b = 400$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 802089 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36 \text{ mm}$ JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 450 x 450 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

F_y	=	345	Mpa	f_u	=	490	Mpa
d	=	450	mm	B	=	450	mm
E_s	=	200000	MPa	t_f	=	25	mm
A_g	=	39600	mm ²	x	=	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{450^2}{4(450+450)}$	
				x	=	56.25	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (d_b)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$
	= 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{802089}{5734.75} = 140 = 70 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 72 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$
	$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$

Maka :

$$\text{Untuk jarak } S : 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 25$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 375 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S : 60 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S1 : 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 25 + 100)$$

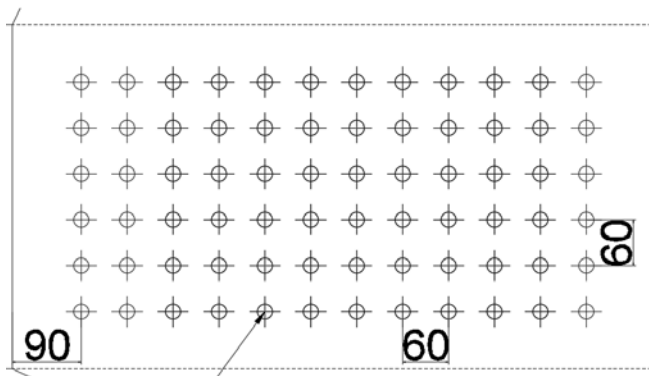
$$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S2 : 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 25$$

$$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 300 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S2 : 75 \text{ mm}$$



Gambar 4. 98 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 11 + S1) \times t_p$$

$$= (60 \times 11 + 90) \times 36$$

$$= 27000 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 5 + S2) \times t_p$$

$$= (60 \times 5 + 75) \times 36$$

$$= 13500 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 11 + S1) - 11.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 11 + 90) - 11.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 18099 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 5 + 75) - 5.5 \times (20 + 1.5)) \times 36 \\ &= 9243 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 18099 \times 61 = 662423 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 9243 \times 61 = 563823 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 18099 \times 61 + 13500 \times 35.5) \\ \emptyset N_n &= 856255 \text{ kg} > V_u / 2 = 401045 \text{ kg} \end{aligned} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 450 \times 36 \\ A_g &= 16200 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 16200 \times 35.5 = 517590 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 517590 \text{ kg} > V_u / 2 = 401045 \text{ kg} \end{aligned} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 6 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (16200 - 6 \times (20 + 1.5) \times 36) \times 1 \\ &= 11556 \times 1 = 11556 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 11556 \times 61 = 528687 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 528687 \text{ kg} > V_u / 2 = 401045 \text{ kg} \end{aligned} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil Square Hollow**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 11 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\
 &= (60 \times 11 + 90) \times 25 \times 2 \\
 &= 37500 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{gt} &= (S \times 5 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (60 \times 5 + 75) \times 25 \times 2 \\
 &= 18750 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{ev} &= ((S \times 11 + S1) - 11.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 11 + 90) - 11.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \times 2 \\
 &= 25137.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{et} &= ((S \times 2 + S2) - 2.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((65 \times 2 + 70) - 2.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \times 2 \\
 &= 12837.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 25137.5 \times 49 = 739043 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 12837.5 \times 49 = 629038 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 25137.5 \times 49 + 18750 \times 34.5)$$

$$\emptyset N_n = 1039438 \text{ kg} > V_u = 802089 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 39600 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

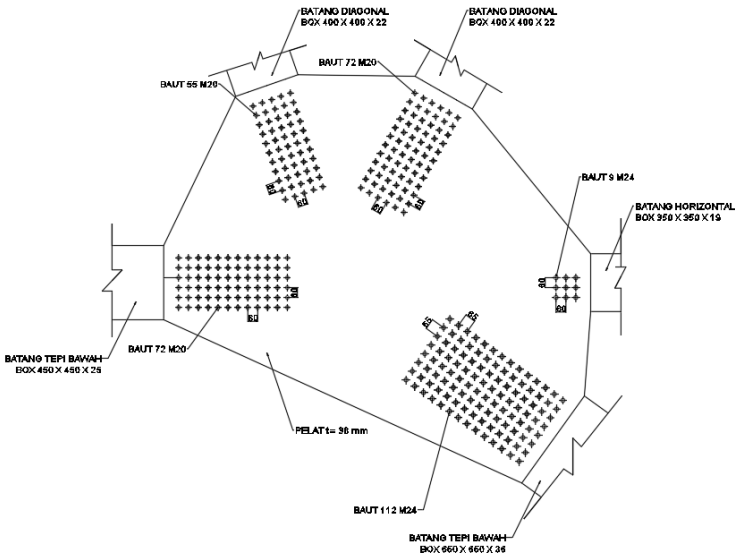
$$A_g = 39600 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 39600 \times 34.5 = 1229580 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 1229580 \text{ kg} > V_u = 802089 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 6 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 11)) \\
 &= (39600 - 12 \times (20 + 1.5) \times 25) \times (1 - 56.25 / (60 \times 11)) \\
 &= 33150 \times 0.915 = 30324.7 \text{ mm}^2 \\
 \varnothing N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 30324.7 \times 49 = 1114433 \text{ kg} \\
 \varnothing N_n &= 1114433 \text{ kg} > V_u = 802089 \text{ kg} \qquad \text{OK}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 99 Gambar Sambungan Titik S41

4.12.6.4.2. Titik S42 (Sambungan Batang Tepi Atas Segment 5)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 ($b = 350$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 667032 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{rcl}
 F_y & = & 345 \text{ Mpa} \quad f_u = 490 \text{ Mpa} \\
 d & = & 350 \text{ mm} \quad B = 350 \text{ mm} \\
 E_s & = & 200000 \text{ MPa} \quad t_f = 19 \text{ mm} \\
 A_g & = & 24200 \text{ mm}^2 \quad x = \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)} \\
 & & x = 43.75 \text{ mm}
 \end{array}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Diameter baut (db)} & = & 20 \text{ mm} \\
 \text{Gaya tarik minimum} & = & 14500 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah bidang geser} & = & 1 \\
 K_h & = & 1 \text{ (Lubang standar)} \\
 \mu & = & 0.35 \text{ (Giling bersih)}
 \end{array}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} & = & 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\
 & = & 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\
 & = & 5734.75 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah Baut (n)} & = & \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{667032}{5734.75} = 117 = 60 \text{ buah} \\
 \text{Penempatan baut} & = & 60 \text{ buah untuk sisi kiri dan} \\
 & & \text{kanan.}
 \end{array}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{array}{l}
 \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\
 \quad \quad 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\
 \quad \quad 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p
 \end{array}$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 19$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$$

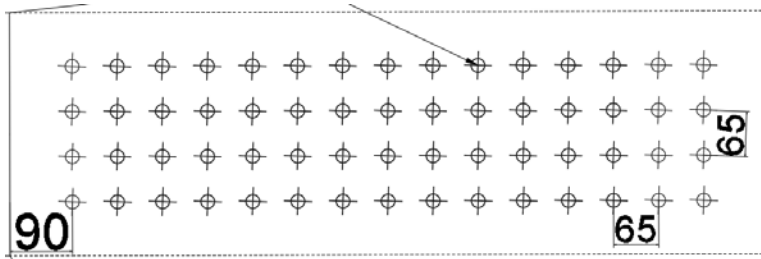
Jarak S : 65 mm

Untuk jarak S1 : $1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$
 $30 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$

Jarak S1 : 90 mm

Untuk jarak S2 : $1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 19$
 $25 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$

Jarak S2 : 177.5 mm



Gambar 4. 100 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 14 + S1) \times t_p \\ &= (65 \times 14 + 90) \times 25 \\ &= 25000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \\ &= (65 \times 3 + 177.5) \times 25 \\ &= 9312.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 14 + S1) - 14.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 14 + 90) - 14.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\ &= 17206.3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((65 \times 3 + 177.5) - 3.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \end{aligned}$$

$$= 7431.25 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 17206.3 \times 61 = 629749 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7431.25 \times 61 = 453306 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 17206.3 \times 61 + 9312.5 \times 35.5) \\ \emptyset N_n &= 720257 \text{ kg} > V_u / 2 = 333516 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$\begin{aligned} A_g &= b \times t = 550 \times 25 \\ A_g &= 13750 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 13750 \times 35.5 = 439313 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 439313 \text{ kg} > V_u / 2 = 333516 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Putus*

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (13750 - 4 \times (20 + 1.5) \times 25) \times 1 \\ &= 11600 \times 1 = 11600 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 11600 \times 61 = 530700 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 530700 \text{ kg} > V_u / 2 = 333516 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol *Rupture*

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 13 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (65 \times 13 + 90) \times 19 \times 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 38000 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (65 \times 3 + 177.5) \times 19 \times 2 \\
 &= 14155 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 13 + S1) - 13.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((65 \times 13 + 90) - 13.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 26153.5 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((65 \times 3 + 177.5) - 3.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\
 &= 11295.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 26153.5 \times 49 = 768913 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 11295.5 \times 49 = 553480 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 26153.5 \times 49 + 14155 \times 34.5) \\
 \emptyset N_n &= 942945 \text{ kg} > V_u = 667032 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)} \\
 A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 751410 \text{ kg} > V_u = 667032 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 13)) \\
 &= (24200 - 8 \times (20 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (65 \times 13)) \\
 &= 20932 \times 0.952 = 19925.7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 19925.7 \times 49 = 732268 \text{ kg} \\ \phi N_n &= 732268 \text{ kg} > V_u = 667032 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

4.12.6.4.3. Titik S42 (Sambungan Batang Diagonal Segment 5)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 400 x 400 x 22 (b = 400 mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 598197 \text{ kg}$$

Pelat Sambung t = 25 mm JIS 3106 SM 490 Y (fy = 355 MPa, fu = 610 MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 400 x 400 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{llll} F_y & = & 345 & \text{Mpa} & f_u & = & 490 & \text{Mpa} \\ d & = & 400 & \text{mm} & B & = & 400 & \text{mm} \\ E_s & = & 200000 & \text{MPa} & t_f & = & 22 & \text{mm} \\ A_g & = & 32000 & \text{mm}^2 & x & = & \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{400^2}{4(400+400)} \\ & & & & x & = & 50 & \text{mm} \end{array}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{array}{ll} \text{Diameter baut (db)} & = 20 \text{ mm} \\ \text{Gaya tarik minimum} & = 14500 \text{ kg} \\ \text{Jumlah bidang geser} & = 1 \\ K_h & = 1 \text{ (Lubang standar)} \\ \mu & = 0.35 \text{ (Giling bersih)} \end{array}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (V}_{sf}) &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times K_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\ &= 5734.75 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (n)} = \frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{598197}{5734.75} = 105 = 52.5 \text{ buah}$$

$$\text{Penempatan baut} = 55 \text{ buah untuk sisi kiri dan kanan.}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S} &: 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 22 \\ &50 \text{ mm} \leq S \leq 330 \text{ mm} \end{aligned}$$

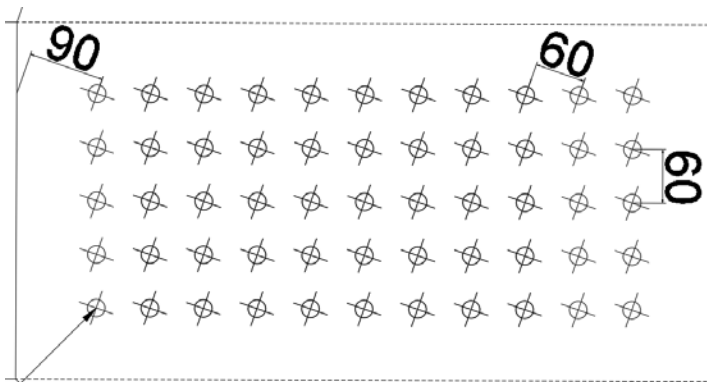
$$\text{Jarak S} : 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S1} &: 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 22 + 100) \\ &30 \text{ mm} \leq S1 \leq 188 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1} : 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S2} &: 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 22 \\ &25 \text{ mm} \leq S2 \leq 264 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S2} : 80 \text{ mm}$$



Gambar 4. 101 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 10 + S1) \times t_p \\ &= (60 \times 10 + 90) \times 25 \\ &= 17250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \\ &= (60 \times 4 + 80) \times 25 \\ &= 8000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 10 + S1) - 10.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 10 + 90) - 10.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\ &= 11606.3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((60 \times 4 + 80) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\ &= 5581.25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 11606.3 \times 61 = 424789 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 5581.25 \times 61 = 340456 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 11606.3 \times 61 + 17250 \times 35.5)$$

$$\emptyset N_n = 531592 \text{ kg} > V_u / 2 = 299099 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = b \times t = 400 \times 25$$

$$A_g = 10000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 10000 \times 35.5 = 319500 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 319500 \text{ kg} > V_u / 2 = 299099 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (10000 - 5 \times (20 + 1.5) \times 25) \times 1 \\
 &= 7312.5 \times 1 = 7312.5 \text{ mm}^2 \\
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 7312.5 \times 61 = 334547 \text{ kg} \\
 \phi N_n &= 334547 \text{ kg} > V_u / 2 = 299099 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK**Kontrol Profil Square Hollow****Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned}
 A_{gv} &= (S \times 10 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\
 &= (60 \times 10 + 90) \times 22 \times 2 \\
 &= 30360 \text{ mm}^2 \\
 A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2 \\
 &= (60 \times 4 + 80) \times 22 \times 2 \\
 &= 14080 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 10 + S1) - 10.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 10 + 90) - 10.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 20427 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\
 &= ((60 \times 4 + 80) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\
 &= 9823 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 20427 \times 49 = 600554 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 9823 \times 49 = 481327 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\
 \phi N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 20427 \times 49 + 14080 \times 34.5) \\
 \phi N_n &= 814735 \text{ kg} > V_u = 598197 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK

Kontrol Leleh

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 32000 \times 34.5 = 993600 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 993600 \text{ kg} > V_u = 598197 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

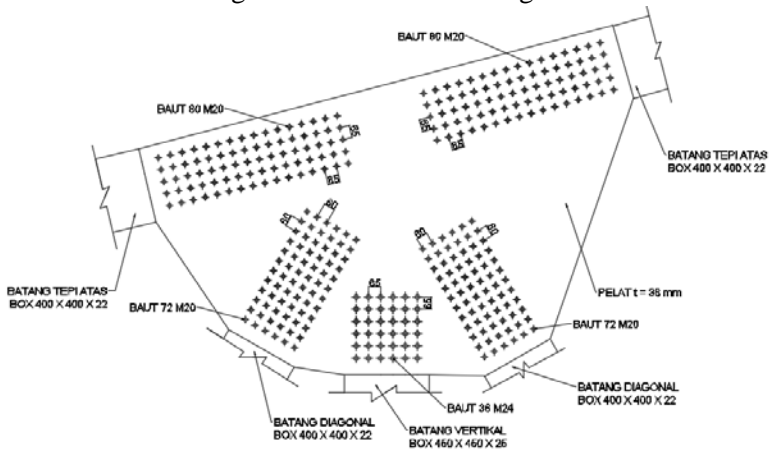
Kontrol Putus

$$A_e = A_n \times U$$

$$\begin{aligned} &= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 10)) \\ &= (32000 - 10 \times (20 + 1.5) \times 22) \times (1 - 50 / (60 \times 10)) \\ &= 27270 \times 0.916 = 24997.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 24997.5 \times 49 = 918658 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\emptyset N_n = 918658 \text{ kg} > V_u = 598197 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4.102 Gambar Sambungan Titik S42

4.12.6.4.4. Titik S43 (Sambungan Batang Vertikal Segment 4)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 450 x 450 x 22 ($b = 400$)

mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 36 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 535947 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 36 \text{ mm}$ JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 450 x 450 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{llll} F_y = & 345 & \text{Mpa} & f_u = & 490 & \text{Mpa} \\ d = & 450 & \text{mm} & B = & 450 & \text{mm} \\ E_s = & 200000 & \text{MPa} & t_f = & 25 & \text{mm} \\ A_g = & 39600 & \text{mm}^2 & x = & \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{450^2}{4(450+450)} & \\ & & & x = & 56.25 & \text{mm} \end{array}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{array}{ll} \text{Diameter baut (db)} & = 24 \text{ mm} \\ \text{Gaya tarik minimum} & = 21000 \text{ kg} \\ \text{Jumlah bidang geser} & = 1 \\ K_h & = 1 \text{ (Lubang standar)} \\ \mu & = 0.35 \text{ (Giling bersih)} \end{array}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{array}{ll} \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} & = 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ & = 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\ & = 8305.5 \text{ kg} \\ \text{Jumlah Baut (n)} & = \frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{535947}{8305.5} = 65 = 36 \text{ buah} \\ \text{Penempatan baut} & = 36 \text{ buah untuk sisi kiri dan} \\ & \text{kanan.} \end{array}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{array}{l} \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\ \quad \quad 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \end{array}$$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak } S : 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 25$$

$$60 \text{ mm} \leq S \leq 375 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S : 65 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S1 : 1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 25 + 100)$$

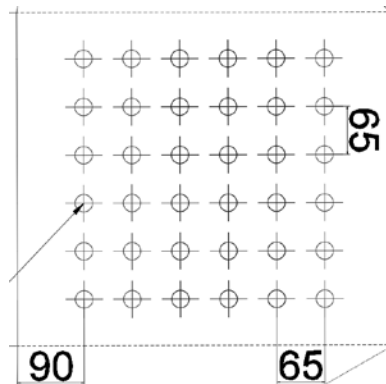
$$33 \text{ mm} \leq S1 \leq 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S2 : 1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 25$$

$$30 \text{ mm} \leq S2 \leq 300 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S2 : 62.5 \text{ mm}$$



Gambar 4. 103 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat *Gusset*

Kontrol *Rupture*

$$A_{gv} = (S \times 5 + S1) \times t_p$$

$$= (65 \times 5 + 90) \times 36$$

$$= 14940 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 5 + S2) \times t_p$$

$$= (65 \times 5 + 62.5) \times 36$$

$$= 13950 \text{ mm}^2$$

$$A_{ev} = ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p$$

$$= ((65 \times 5 + 90) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 36$$

$$= 9891 \text{ mm}^2$$

$$A_{et} = ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p$$

$$= ((65 \times 5 + 62.5) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 36$$

$$= 8901 \text{ mm}^2$$

Kuat geser ruptur nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 9891 \times 61 = 362011 \text{ kg}$$

Kuat tarik ruptur nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 8901 \times 61 = 542961 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 14940 \times 35.5 + 8901 \times 61)$$

$$\emptyset N_n = 645887 \text{ kg} > V_u / 2 = 267973 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = b \times t = 450 \times 25$$

$$A_g = 16200 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 16200 \times 35.5 = 517590 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 517590 \text{ kg} > V_u / 2 = 267973 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Putus*

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 6 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (24750 - 6 \times (24 + 1.5) \times 25) \times 1$$

$$= 10692 \times 1 = 10692 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 10692 \times 61 = 489159 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 489159 \text{ kg} > V_u / 2 = 267973 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 5 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (65 \times 5 + 90) \times 25 \times 2 \\ &= 20750 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 5 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (65 \times 5 + 62.5) \times 25 \times 2 \\ &= 19375 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 5 + S1) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((65 \times 5 + 90) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \times 2 \\ &= 13737.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 5 + S2) - 5.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((65 \times 5 + 62.5) - 5.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \times 2 \\ &= 12362.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 13737.5 \times 49 = 403883 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 12362.5 \times 49 = 605763 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 20750 \times 34.5 + 12362.5 \times 49) \\ \emptyset N_n &= 776466 \text{ kg} > V_u = 535947 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 39600 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 39600 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 39600 \times 34.5 = 1229580 \text{ kg} \end{aligned}$$

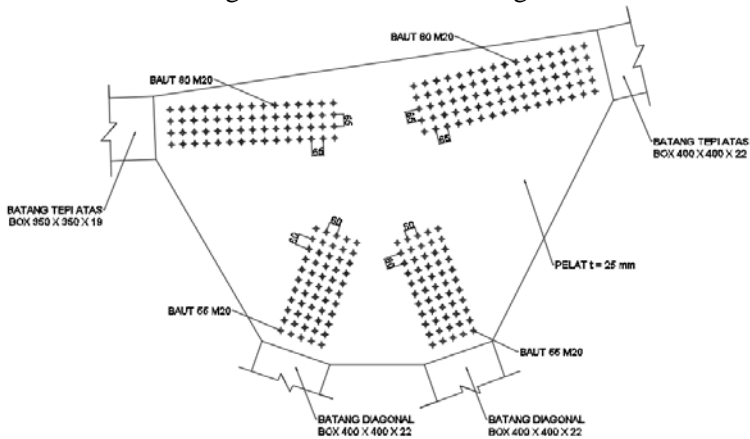
$$\emptyset N_n = 1229580 \text{ kg} > V_u = 535947 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

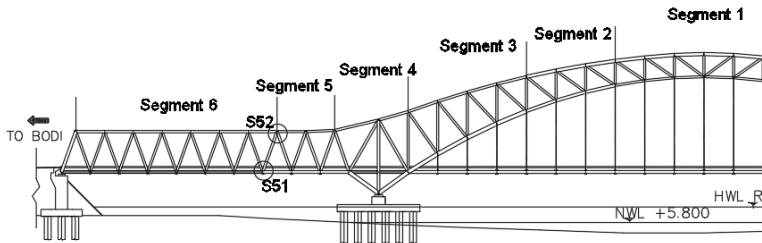
$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 6 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 5)) \\
 &= (39600 - 12 \times (24 + 1.5) \times 25) \times (1 - 56.25 / (65 \times 5)) \\
 &= 31950 \times 0.827 = 26420.2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 26420.2 \times 49 = 970942 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 970942 \text{ kg} > V_u = 535947 \text{ kg}$$

OK**Gambar 4. 104** Gambar Sambungan Titik S43**4.12.6.5. Segment 5**

Pada segment ini, terbagi beberapa titik tinjau yang akan dihitung untuk sambungannya. Lokasi titik-titik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.105** sebagai berikut :



Gambar 4. 105 Pembagian Titik Tinjau pada Segment 5

4.12.6.5.1. Titik S51 (Sambungan Batang Diagonal Segment 6)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 ($b = 350$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 302894 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$F_y =$	345	Mpa	$f_u =$	490	Mpa
$d =$	350	mm	$B =$	350	mm
$E_s =$	200000	MPa	$t_f =$	19	mm
$A_g =$	24200	mm ²	$x =$	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$	
			$x =$	43.75	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (db) = 24 mm

Gaya tarik minimum = 21000 kg

Jumlah bidang geser = 1

$K_h = 1$ (Lubang standar)

$\mu = 0.35$ (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (} V_{sf} \text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ &= 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\ &= 8305.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Baut (} n \text{)} = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{302894}{8305.5} = 37 = 18.5 \text{ buah}$$

Penempatan baut = 20 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\ 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\ 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak } S &: 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 19 \\ &60 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm} \end{aligned}$$

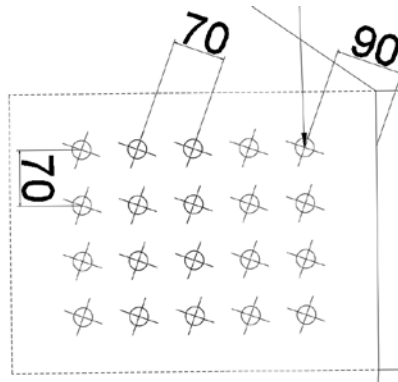
$$\text{Jarak } S : 70 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak } S1 &: 1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100) \\ &36 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak } S2 &: 1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 19 \\ &30 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak } S2 : 70 \text{ mm}$$



Gambar 4. 106 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 4 + S1) \times t_p \\ &= (70 \times 4 + 90) \times 25 \\ &= 9250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \\ &= (70 \times 3 + 70) \times 25 \\ &= 7000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 4 + S1) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 4 + 90) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\ &= 6381.25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\ &= ((70 \times 3 + 70) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 25 \\ &= 4768.75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 6381.25 \times 61 = 233554 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 4768.75 \times 61 = 290894 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}\emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 9250 \times 35.5 + 4768.75 \times 61) \\ \emptyset N_n &= 365939 \text{ kg} > V_u / 2 = 151447 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}A_g &= b \times t = 350 \times 25 \\ A_g &= 8750 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 8750 \times 35.5 = 279563 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 279563 \text{ kg} > V_u / 2 = 151447 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\ &= (8750 - 4 \times (24 + 1.5) \times 25) \times 1 \\ &= 6200 \times 1 = 6200 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 6200 \times 61 = 283650 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 283650 \text{ kg} > V_u / 2 = 151447 \text{ kg} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

Kontrol Profil Square Hollow

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned}A_{gv} &= (S \times 4 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (70 \times 4 + 90) \times 19 \times 2 \\ &= 14060 \text{ mm}^2 \\ A_{gt} &= (S \times 3 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (70 \times 3 + 35) \times 19 \times 2 \\ &= 10640 \text{ mm}^2 \\ A_{ev} &= ((S \times 4 + S1) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((70 \times 4 + 90) - 4.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 9699.5 \text{ mm}^2 \\ A_{et} &= ((S \times 3 + S2) - 3.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((70 \times 3 + 35) - 3.5 \times (24 + 1.5)) \times 19 \times 2\end{aligned}$$

$$= 7248.5 \text{ mm}^2$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 9699.5 \times 49 = 285165 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7248.5 \times 49 = 355177 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u > 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{gv} \times f_y + A_{et} \times f_u) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 14060 \times 34.5 + 7248.5 \times 49) \\ \emptyset N_n &= 484664 \text{ kg} > V_u = 302894 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned} A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)} \\ A_g &= 24200 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 751410 \text{ kg} > V_u = 302894 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned} A_e &= A_n \times U \\ &= (A_g - 4 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 4)) \\ &= (24200 - 8 \times (24 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (70 \times 4)) \\ &= 20324 \times 0.844 = 17148.4 \text{ mm}^2 \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\ &= 0.75 \times 17148.4 \times 49 = 630203 \text{ kg} \\ \emptyset N_n &= 630203 \text{ kg} > V_u = 302894 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

4.12.6.5.2. Titik S51 (Sambungan Batang Tepi Bawah Segment 6)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 350 x 350 x 19 (b = 350

mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 512453 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25 \text{ mm}$ JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 610 \text{ MPa}$)

Spesifikasi profil *square hollow* 350 x 350 x 19 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

F_y	= 345	Mpa	f_u	=	490	Mpa
d	= 350	mm	B	=	350	mm
E_s	= 200000	MPa	t_f	=	19	mm
A_g	= 24200	mm^2	x	=	$\frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{350^2}{4(350+350)}$	
			x	=	43.75	mm

Baut Tipe A325

Diameter baut (d_b)	= 20 mm
Gaya tarik minimum	= 14500 kg
Jumlah bidang geser	= 1
K_h	= 1 (Lubang standar)
μ	= 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

Kuat Geser (V_{sf})	= $1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h$
	= $1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1$
	= 5734.75 kg
Jumlah Baut (n)	= $\frac{V_u}{V_{sf}} = \frac{512453}{5734.75} = 90 = 45 \text{ buah}$
Penempatan baut	= 45 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

Syarat	: $2.5d_b \leq S \leq 15t_p$
	$1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100)$

$$1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak } S : 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 19$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 285 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S : 60 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S1 : 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 19 + 100)$$

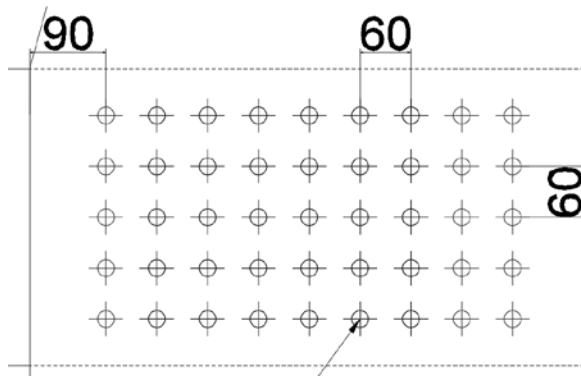
$$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 176 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S2 : 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 19$$

$$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 228 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S2 : 55 \text{ mm}$$



Gambar 4. 107 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 8 + S1) \times t_p$$

$$= (60 \times 8 + 90) \times 25$$

$$= 14250 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 4 + S2) \times t_p$$

$$= (60 \times 4 + 55) \times 25$$

$$= 7375 \text{ mm}^2$$

$$A_{ev} = ((S \times 8 + S1) - 8.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p$$

$$= ((60 \times 8 + 90) - 8.5 \times (20 + 1.5)) \times 25$$

$$= 9681.25 \text{ mm}^2$$

$$A_{et} = ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p$$

$$= ((60 \times 4 + 55) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 25$$

$$= 4956.25 \text{ mm}^2$$

Kuat geser ruptur nominal:

$$N_n = 0.6 \times A_{ev} \times f_u$$

$$= 0.6 \times 9681.25 \times 61 = 354334 \text{ kg}$$

Kuat tarik ruptur nominal :

$$N_n = A_{et} \times f_u$$

$$= 4956.25 \times 61 = 302331 \text{ kg}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 9681.25 \times 61 + 7375 \times 35.5)$$

$$\emptyset N_n = 462110 \text{ kg} > V_u / 2 = 256227 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = b \times t = 350 \times 25$$

$$A_g = 8750 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.9 \times A_g \times f_y$$

$$= 0.9 \times 8750 \times 35.5 = 279563 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 279563 \text{ kg} > V_u / 2 = 256227 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol *Putus*

$$A_e = A_n \times U$$

$$= (A_g - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1$$

$$= (8750 - 5 \times (20 + 1.5) \times 25) \times 1$$

$$= 6062.5 \times 1 = 6062.5 \text{ mm}^2$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times A_e \times f_u$$

$$= 0.75 \times 6062.5 \times 61 = 277359 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_n = 277359 \text{ kg} > V_u / 2 = 256227 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Profil *Square Hollow*

Kontrol Rupture

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 8 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (60 \times 8 + 90) \times 19 \times 2 \\ &= 21660 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (60 \times 4 + 55) \times 19 \times 2 \\ &= 11210 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 8 + S1) - 8.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 8 + 90) - 8.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 14715.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 4 + 55) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 19 \times 2 \\ &= 7533.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 14715.5 \times 49 = 432636 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 7533.5 \times 49 = 369142 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\ \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 14715.5 \times 49 + 11210 \times 34.5) \\ \emptyset N_n &= 614536 \text{ kg} > V_u = 512453 \text{ kg} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol *Leleh*

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang *Square Hollow*)}$$

$$A_g = 24200 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 24200 \times 34.5 = 751410 \text{ kg} \end{aligned}$$

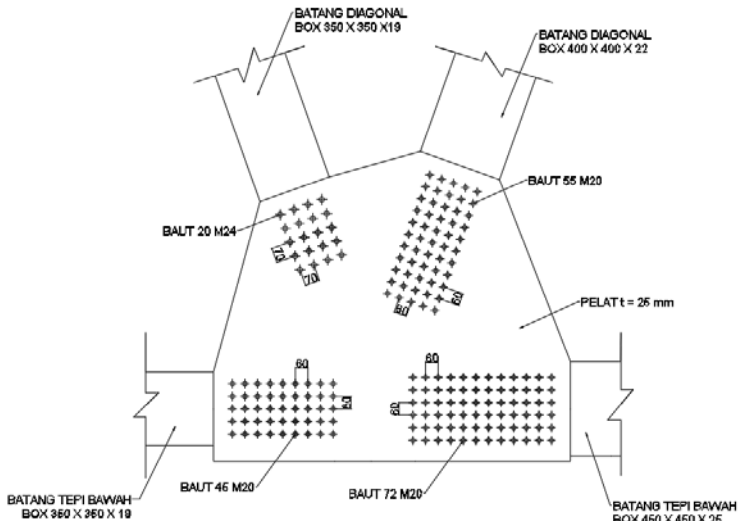
$$\emptyset N_n = 751410 \text{ kg} > V_u = 512453 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 3)) \\
 &= (24200 - 10 \times (20 + 1.5) \times 19) \times (1 - 43.75 / (60 \times 8)) \\
 &= 20115 \times 0.909 = 18281.6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 18281.6 \times 49 = 671849 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\phi N_n = 671849 \text{ kg} > V_u = 512453 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 108 Gambar Sambungan Titik S51

4.12.6.5.3. Titik S52 (Sambungan Batang Tepi Atas Segment 6)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Batang Tarik dengan profil *square hollow* 400 x 400 x 22 ($b = 400$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 25 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 528760 \text{ kg}$$

Pelat Sambung $t = 25$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 400 x 400 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{llll}
 F_y & = & 345 & \text{Mpa} & f_u & = & 490 & \text{Mpa} \\
 d & = & 400 & \text{mm} & B & = & 400 & \text{mm} \\
 E_s & = & 200000 & \text{MPa} & t_f & = & 22 & \text{mm} \\
 A_g & = & 32000 & \text{mm}^2 & x & = & \frac{b^2}{4(B+H)} = \frac{400^2}{4(400+400)} \\
 & & & & x & = & 50 & \text{mm}
 \end{array}$$

Baut Tipe A325

$$\begin{array}{ll}
 \text{Diameter baut (db)} & = 20 \text{ mm} \\
 \text{Gaya tarik minimum} & = 14500 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah bidang geser} & = 1 \\
 K_h & = 1 \text{ (Lubang standar)} \\
 \mu & = 0.35 \text{ (Giling bersih)}
 \end{array}$$

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{array}{ll}
 \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} & = 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\
 & = 1.13 \times 0.35 \times 1 \times 14500 \text{ kg} \times 1 \\
 & = 5734.75 \text{ kg} \\
 \text{Jumlah Baut (n)} & = \frac{Vu}{V_{sf}} = \frac{528760}{5734.75} = 93 = 50 \text{ buah} \\
 \text{Penempatan baut} & = 50 \text{ buah untuk sisi kiri dan} \\
 & \text{kanan.}
 \end{array}$$

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{array}{l}
 \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\
 \quad \quad 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\
 \quad \quad 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p
 \end{array}$$

Maka :

$$\text{Untuk jarak } S : 2.5 \times 20 \leq S \leq 15 \times 22$$

$$50 \text{ mm} \leq S \leq 330 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S : 60 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S1 : 1.5 \times 20 \leq S1 \leq (4 \times 22 + 100)$$

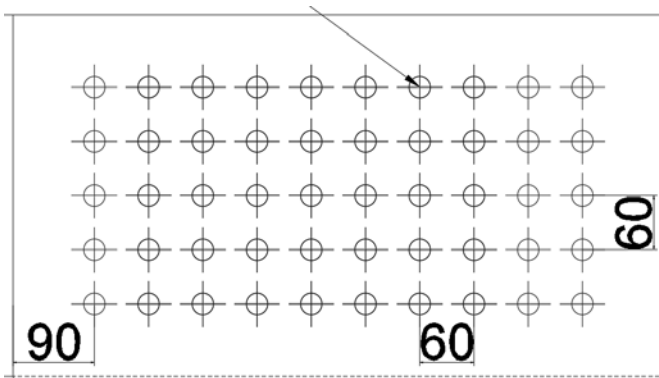
$$30 \text{ mm} \leq S1 \leq 188 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S1 : 90 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk jarak } S2 : 1.25 \times 20 \leq S2 \leq 12 \times 22$$

$$25 \text{ mm} \leq S2 \leq 264 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak } S2 : 80 \text{ mm}$$



Gambar 4. 109 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Pelat Gusset

Kontrol Rupture

$$A_{gv} = (S \times 9 + S1) \times t_p$$

$$= (60 \times 9 + 90) \times 25$$

$$= 15750 \text{ mm}^2$$

$$A_{gt} = (S \times 4 + S2) \times t_p$$

$$= (60 \times 4 + 80) \times 25$$

$$\begin{aligned}
 &= 8000 \text{ mm}^2 \\
 A_{ev} &= ((S \times 9 + S1) - 9.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\
 &= ((60 \times 9 + 90) - 9.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\
 &= 10643.8 \text{ mm}^2 \\
 A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \\
 &= ((60 \times 4 + 80) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 25 \\
 &= 5581.25 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned}
 N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\
 &= 0.6 \times 10643.8 \times 61 = 389561 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_{et} \times f_u \\
 &= 5581.25 \times 61 = 340456 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\begin{aligned}
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y) \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times (0.6 \times 10643.8 \times 61 + 8000 \times 35.5) \\
 \emptyset N_n &= 505171 \text{ kg} > V_u / 2 = 264380 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Leleh

$$\begin{aligned}
 A_g &= b \times t = 400 \times 25 \\
 A_g &= 10000 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\
 &= 0.9 \times 10000 \times 35.5 = 319500 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 319500 \text{ kg} > V_u / 2 = 264380 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (10000 - 5 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times 1 \\
 &= (10000 - 5 \times (20 + 1.5) \times 25) \times 1 \\
 &= 7312.5 \times 1 = 7312.5 \text{ mm}^2 \\
 \emptyset N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 7312.5 \times 61 = 334547 \text{ kg} \\
 \emptyset N_n &= 334547 \text{ kg} > V_u / 2 = 264380 \text{ kg} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

Kontrol Profil Square Hollow**Kontrol Rupture**

$$\begin{aligned} A_{gv} &= (S \times 9 + S1) \times t_p \times 2 \text{ (terdapat 2 sisi pembautan)} \\ &= (60 \times 9 + 90) \times 22 \times 2 \\ &= 27720 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{gt} &= (S \times 4 + S2) \times t_p \times 2 \\ &= (60 \times 4 + 80) \times 22 \times 2 \\ &= 14080 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ev} &= ((S \times 9 + S1) - 9.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 9 + 90) - 9.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\ &= 18733 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{et} &= ((S \times 4 + S2) - 4.5 \times (d_b + 1.5)) \times t_p \times 2 \\ &= ((60 \times 4 + 80) - 4.5 \times (20 + 1.5)) \times 22 \times 2 \\ &= 9823 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kuat geser rupture nominal:

$$\begin{aligned} N_n &= 0.6 \times A_{ev} \times f_u \\ &= 0.6 \times 18733 \times 49 = 550750 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kuat tarik rupture nominal :

$$\begin{aligned} N_n &= A_{et} \times f_u \\ &= 9823 \times 49 = 481327 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena $A_{et} \times f_u < 0.6 \times A_{ev} \times f_u$ maka :

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times A_{ev} \times f_u + A_{gt} \times f_y)$$

$$\emptyset N_n = 0.75 \times (0.6 \times 18733 \times 49 + 14080 \times 34.5)$$

$$\emptyset N_n = 777383 \text{ kg} > V_u = 528760 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Leleh

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2 \text{ (Luas Penampang Square Hollow)}$$

$$A_g = 32000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset N_n &= 0.9 \times A_g \times f_y \\ &= 0.9 \times 32000 \times 34.5 = 993600 \text{ kg} \end{aligned}$$

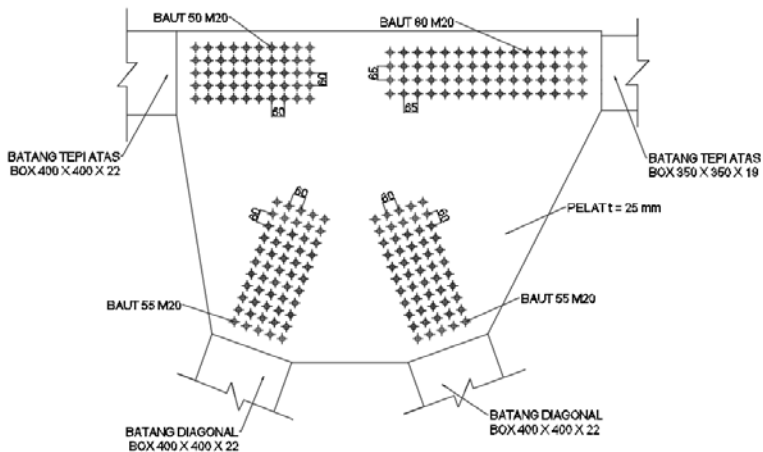
$$\emptyset N_n = 993600 \text{ kg} > V_u = 528760 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

Kontrol Putus

$$\begin{aligned}
 A_e &= A_n \times U \\
 &= (A_g - 5 \times 2 \times (d_b + 1.5) \times t_p) \times (1 - x / (S \times 9)) \\
 &= (32000 - 10 \times (20 + 1.5) \times 22) \times (1 - 50 / (60 \times 9)) \\
 &= 27270 \times 0.907 = 24745 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0.75 \times A_e \times f_u \\
 &= 0.75 \times 24745 \times 49 = 909379 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

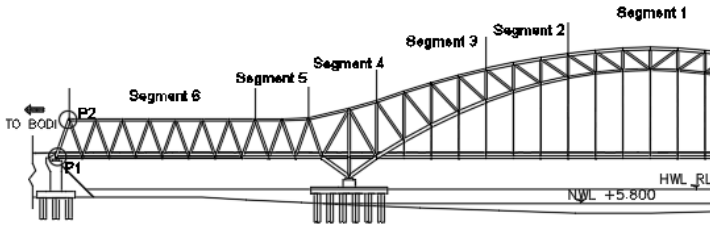
$$\phi N_n = 909379 \text{ kg} > V_u = 528760 \text{ kg} \quad \text{OK}$$



Gambar 4. 110 Gambar Sambungan Titik S52

4.12.6.6. Sambungan Portal Akhir

Pada perhitungan sambungan portal akhir ini, dilakukan perhitungan untuk sambungan berdasarkan 2 titik tinjau untuk mendapatkan hasil sambungan kolom, balok portal akhir serta gelagar melintang khusus di portal akhir. Titik-titik tinjau dapat dilihat pada **Gambar 4.111**.



Gambar 4. 111 Titik Tinjau untuk Perhitungan Sambungan Portal Akhir

4.12.6.6.1. Titik P1 (Sambungan Kolom Portal Akhir)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Kolom Portal Akhir dengan profil *square hollow* 500 x 500 x 22 ($b = 500$ mm) dan pelat *gusset* sebagai penyambung antar batang-batang dengan tebal 40 mm dan baut tipe A325.

$$V_u = 261846.07 \text{ kg}$$

$$M_u = 142063323 \text{ kgmm}$$

Pelat Sambung $t = 36$ mm JIS 3106 SM 490 Y ($f_y = 355$ MPa, $f_u = 610$ MPa)

Spesifikasi profil *square hollow* 500 x 500 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

F_y	=	345	Mpa	f_u	=	490	Mpa
d	=	500	mm	B	=	500	mm
E_s	=	200000	MPa	t_f	=	22	mm
A_g	=	39600	mm ²				

Baut Tipe A325

Diameter baut (db) = 24 mm

Gaya tarik minimum = 21000 kg

Jumlah bidang geser = 1

K_h = 1 (Lubang standar)

μ = 0.35 (Giling bersih)

Kuat Rencana Baut Tipe Gesek (Friction Type)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser (V}_{sf}\text{)} &= 1.13 \times \mu \times n_{ei} \times N_{ti} \times k_h \\ &= 0.35 \times 1 \times 21000 \text{ kg} \times 1 \\ &= 7350 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dimisalkan :

$$\text{Jumlah Baut (n)} = 126 = 63 \text{ buah}$$

Penempatan baut = 63 buah untuk sisi kiri dan kanan.

Jarak Pemasangan Baut

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } 2.5d_b \leq S \leq 15t_p \\ 1.5d_b \leq S1 \leq (4t_p + 100) \\ 1.25d_b \leq S2 \leq 12t_p \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S : } 2.5 \times 24 \leq S \leq 15 \times 22 \\ 60 \text{ mm} \leq S \leq 330 \text{ mm} \end{aligned}$$

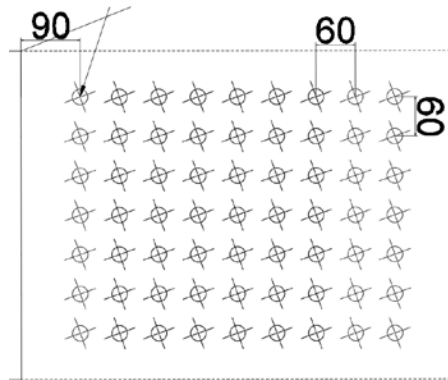
$$\text{Jarak S : } 60 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S1 : } 1.5 \times 24 \leq S1 \leq (4 \times 22 + 100) \\ 36 \text{ mm} \leq S1 \leq 188 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S1 : } 90 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk jarak S2 : } 1.25 \times 24 \leq S2 \leq 12 \times 22 \\ 30 \text{ mm} \leq S2 \leq 264 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak S2 : } 70 \text{ mm}$$



Gambar 4. 112 Gambar Jarak Pemasangan Baut

Kontrol Baut Akibat Momen dan Aksial

$$V_f = \emptyset V_f \left(1 - \frac{N_{tf}}{\emptyset N_{tf}} \right)$$

$$N_{tf} = \frac{M_u \times y_{maks}}{\Sigma y^2}$$

$$Y_{maks} = 240 \text{ mm}$$

$$\Sigma y^2 = 7 \times 2 \times (60^2 + 120^2 + 180^2 + 240^2) \text{ mm}^2$$

$$= 1512000 \text{ mm}^2$$

$$N_{tf} = \frac{142063323 \times 240}{1512000} = 11274.9 \text{ kg}$$

$$\emptyset N_{tf} = 1.13 \times 21000 = 23730 \text{ kg}$$

$$V_f = 7350 \left(1 - \frac{11274.9}{23730} \right) = 3857.78 \text{ kg}$$

$$V_u = \frac{261846.07}{126} = 2078.14 \text{ kg}$$

$$V_f > V_u \quad \text{OK}$$

4.12.6.6.2. Titik P1 (Sambungan Balok Portal Akhir)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Balok Portal Akhir dengan profil *square hollow* 500 x 500 x 22 (b = 500 mm) dengan sistem *endplate* t = 36 mm dan las menggunakan bahan las F_{E7XX} sebagai penyambung antar balok portal akhir dengan kolom portal akhir.

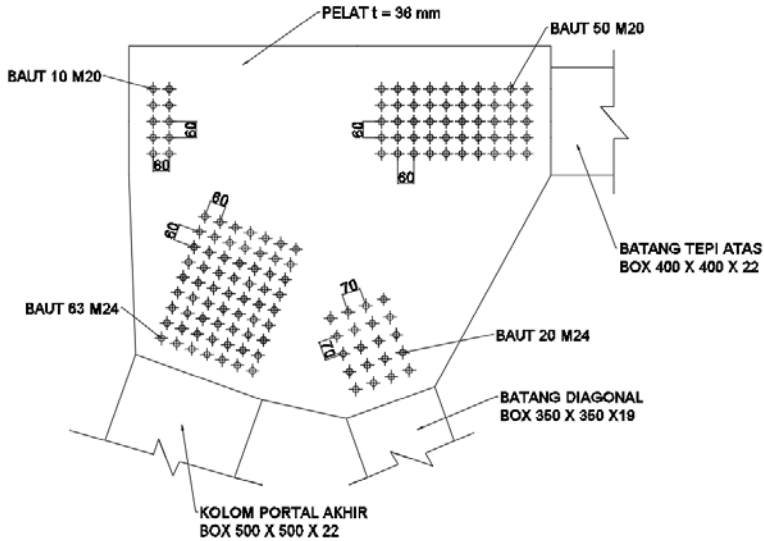
$$\begin{aligned} V_u &= 261846.07 \text{ kg} \\ M_u &= 142063323 \text{ kgmm} = 14206332.3 \text{ kgcm} \\ \text{Bahan Las} &= F_{E7XX} \end{aligned}$$

Spesifikasi profil *square hollow* 500 x 500 x 22 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

$$\begin{array}{llll} F_y & = & 345 \text{ Mpa} & f_u & = & 490 \text{ Mpa} \\ d & = & 500 \text{ mm} & B & = & 500 \text{ mm} \\ E_s & = & 200000 \text{ MPa} & t_f & = & 22 \text{ mm} \\ A_g & = & 39600 \text{ mm}^2 & & & \end{array}$$

Dimisalkan

$$\begin{aligned} T_e &= 1 \text{ cm} \\ A_{\text{las}} &= 50 \times 4 = 20 \text{ cm}^2 \\ S &= 50 \times 50 = 2500 \text{ cm}^2 \\ F_{vp} &= \frac{P_u}{A} = \frac{261846.07}{20} = 132 \text{ kg/cm}^2 \\ F_{HM} &= \frac{M_u}{S} = \frac{14206332.3}{2500} \\ &= 4543.84 \text{ kg/cm}^2 \\ F_{\text{total}} &= \sqrt{F_{vp}^2 + F_{HM}^2} \\ &= 4545.78 \text{ kg/cm}^2 \\ \emptyset V_w &= \emptyset \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times k_r \\ &= 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\ &= 2214.5 \text{ kg/cm}^2 \\ T_e &= \frac{4545.78}{2214.5} = 2.05 \text{ cm} \\ a &= \frac{2.05}{0.707} = 2.90 \text{ cm} \\ a_{\text{maks}} &= 3.5 \text{ cm} - 0.1 \text{ cm} = 3.4 \text{ cm} \\ a_{\text{pakai}} &= 3 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 4. 113 Gambar Sambungan Titik P1

4.12.6.6.3. Titik P2 (Sambungan Gelagar Melintang Portal Akhir)

Pada perencanaan ini, sambungan direncanakan untuk Gelagar Melintang Portal Akhir dengan profil WF 786 x 384 x 19.7 x 33.4 dengan sistem *endplate* $t = 36$ mm dan las menggunakan bahan las F_{E7XX} sebagai penyambung antar balok portal akhir dengan kolom portal akhir. Dari analisis program bantu, didapatkan gaya dalam gelagar melintang pada portal akhir.

$$V_u = 31110.66 \text{ kg}$$

$$M_u = 133974920 \text{ kgmm} = 13397492 \text{ kgcm}$$

$$\text{Bahan Las} = F_{E7XX}$$

Spesifikasi profil WF 786 x 384 x 19.7 x 33.4 yang dibutuhkan pada perhitungan ini sebagai berikut :

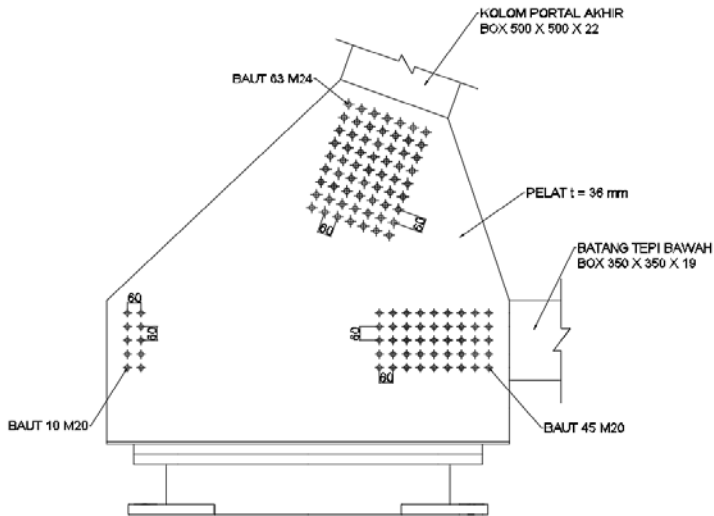
$$A = 40000 \text{ mm}^2 \qquad w = 0.314 \text{ kg/mm}$$

$$t_f = 33.4 \text{ mm} \qquad i_x = 326.5 \text{ mm}$$

$$\begin{array}{ll}
 I_y = 315000000 \text{ mm}^4 & Z_x = 1.2 \times 10^7 \text{ mm}^3 \\
 h = 786 - 2(33.4 + 18) & d = 786 \text{ mm} \\
 = 683.2 \text{ mm} & Z_y = 2530000 \text{ mm}^3 \\
 i_y = 89 \text{ mm} & bf = 384 \text{ mm} \\
 I_x = 4280000000 \text{ mm}^4 & r = 18 \text{ mm}
 \end{array}$$

Dimisalkan

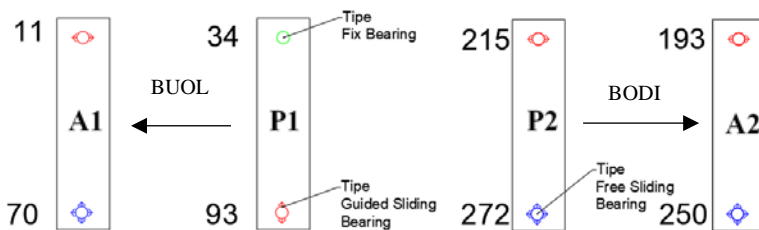
$$\begin{array}{ll}
 T_e & = 1 \text{ cm} \\
 A \text{ las} & = (38.4 \times 2 + 78.6 \times 2) = 234 \text{ cm}^2 \\
 S & = 78.6 \times 38.4 = 3018.24 \text{ cm}^2 \\
 F_{vp} & = \frac{P_u}{A} = \frac{31110.66}{234} = 132.95 \text{ kg/cm}^2 \\
 F_{HM} & = \frac{M_u}{S} = \frac{13397492}{3018.24} \\
 & = 4438.843 \text{ kg/cm}^2 \\
 F_{total} & = \sqrt{F_{vp}^2 + F_{HM}^2} \\
 & = 4440.833 \text{ kg/cm}^2 \\
 \emptyset V_w & = \emptyset \times 0.6 \times f_{uw} \times t_e \times k_r \\
 & = 0.75 \times 0.6 \times 70 \times 70.3 \times t_e \times 1 \\
 & = 2214.5 \text{ kg/cm}^2 \\
 T_e & = \frac{4545.78}{2214.5} = 2.005 \text{ cm} \\
 a & = \frac{2.005}{0.707} = 2.84 \text{ cm} \\
 a \text{ maks} & = 3.5 \text{ cm} - 0.1 \text{ cm} = 3.4 \text{ cm} \\
 a \text{ pakai} & = 3 \text{ cm}
 \end{array}$$



Gambar 4. 114 Gambar Sambungan Titik P2

4.13. Desain Perletakan

Perletakan pada jembatan ini direncanakan menggunakan perletakan tipe *Pot Bearing*. Konfigurasi tipe *Pot Bearing* yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 4.115**.



Gambar 4. 115 Konfigurasi Tipe *POT Bearing* dengan Penomoran Titik Perletakkan

4.13.1. Beban Perletakan

4.13.1.1. Beban Vertikal Perletakan

Dengan program bantu SAP2000, didapatkan output berat vertical struktur akibat kombinasi pembebanan KUAT 1 yang diterima tiap perletakan yang dapat dilihat pada **Tabel 4.43**.

Tabel 4. 43 Berat Struktur yang Diterima Tiap Perletakkan

TABLE: Joint Reactions				
Joint	OutputCase	F3	Beban Sambungan	Total beban V
Text	Text	Kgf	kgf	kgf
11	Kuat 1	330572.01	33057.201	363629.211
34	Kuat 1	1768463.79	176846.379	1945310.169
70	Kuat 1	330508.24	33050.824	363559.064
93	Kuat 1	1768490.55	176849.055	1945339.605
193	Kuat 1	335172.72	33517.272	368689.992
215	Kuat 1	1763411.13	176341.113	1939752.243
250	Kuat 1	335075.73	33507.573	368583.303
272	Kuat 1	1763290.86	176329.086	1939619.946

Beban vertikal yang didapatkan dari program bantu SAP2000 akan digunakan untuk menentukan ukuran dari *POT Bearing*.

4.13.1.2. Beban Horizontal Perletakan

Dengan program bantu SAP2000, didapatkan output berat total struktur akibat kombinasi pembebanan Ekstreme 1 yang dapat dilihat pada **Tabel 4.44**.

Tabel 4. 44 Berat Struktur yang Diterima Tiap Perletakkan

TABLE: Base Reactions		
OutputCase	CaseType	GlobalFZ
Text	Text	Kgf
Extreme 1 Jembatan Penting	Combination	5755987.35

Beban vertikal yang didapatkan dari program bantu SAP2000 kemudian ditambahkan 10% dari beban vertikal untuk beban sambungan, akan digunakan untuk mendapatkan gaya horizontal statis yang diterima oleh setiap perletakkan.

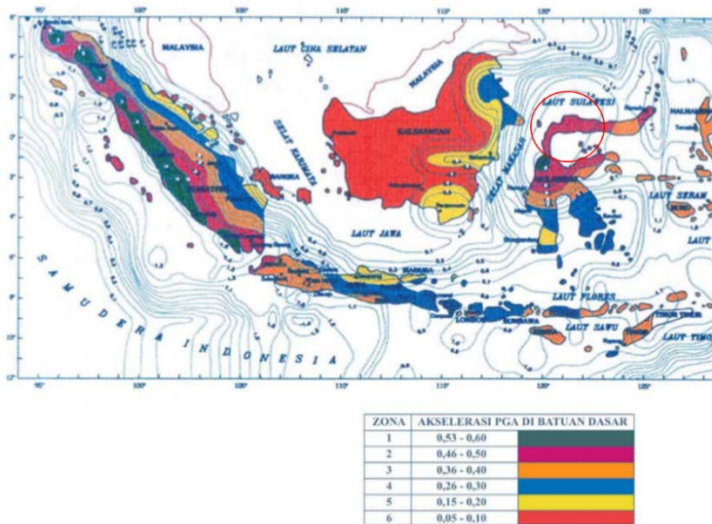
Mencari Gaya Horizontal Statis

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t$$

Mencari Koefisien Respons Gempa Elastis

$$C_{elastis} = \frac{1.2 \times A \times S}{T^{\frac{2}{3}}}$$

Jembatan ini akan dibangun di Kabupaten Buol yang termasuk dalam Wilayah Gempa Zona 2 yang dapat dilihat pada **Gambar 4.116**.



Gambar 4. 116 Lokasi Jembatan Buol dan Zona Wilayah Gempa Indonesia
(Sumber : SNI 2833:2008 Gambar 6)

Untuk mendapatkan nilai akselerasi puncak di batuan dasar (A) periode ulang 50 Tahun, dapat menggunakan **Tabel 4.45**.

Tabel 4. 45 Tabel Akselerasi Puncak di Batuan Dasar (A)
(Sumber : SNI 2833:2008 Tabel 6)

PGA (g)	50 tahun	100 tahun	200 tahun	500 tahun	1000 tahun
Wilayah 1	0,34-0,38	0,40-0,46	0,47-0,53	0,53 - 0,60	0,59-0,67
Wilayah 2	0,29-0,32	0,35-0,38	0,40-0,44	0,46 - 0,50	0,52-0,56
Wilayah 3	0,23-0,26	0,27-0,30	0,32-0,35	0,36 - 0,40	0,40-0,45
Wilayah 4	0,17-0,19	0,20-0,23	0,23-0,26	0,26 - 0,30	0,29-0,34
Wilayah 5	0,10-0,13	0,11-0,15	0,13-0,18	0,15 - 0,20	0,17-0,22
Wilayah 6	0,03-0,06	0,04-0,08	0,04-0,09	0,05 - 0,10	0,06-0,11

Periode Struktur Jembatan didapatkan dengan menggunakan analisis program bantu SAP2000 yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4.46**

Tabel 4. 46 Perioda Alami Struktur (T)

TABLE: Modal Periods And Frequencies				
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec
MODAL	Mode	1	1.827619	0.547160052

Menurut data tanah, Rata-rata Nilai N SPT untuk tanah hingga kedalaman 30 m memiliki nilai $15 < N < 50$ yang tergolong dalam Klasifikasi Site Tanah Sedang. Untuk Tanah Sedang, nilai koefisien tanah (S) dapat dilihat pada **Tabel 4.47**

Tabel 4. 47 Nilai Koefisien Tanah (S)

(Sumber : SNI 2833:2008 Tabel 5)

S (tanah teguh)	S (tanah sedang)	S (tanah lembek)
$S_1=1,0$	$S_2=1,2$	$S_3=1,5$

Dari hasil analisis diatas, didapatkan Koefisien Respons Gempa Elastis sebagai berikut :

$$C_{elastis} = \frac{1.2 \times A \times S}{T^{\frac{2}{3}}}$$

$$C_{elastis} = \frac{1.2 \times 0.29 \times 1.2}{1.82^{\frac{2}{3}}} = 0.279$$

Faktor modifikasi respon untuk setiap perletakan memiliki nilai yang berbeda sesuai dengan letak perletakan tersebut. Untuk nilai faktor modifikasi respon, dapat dilihat pada **Tabel 4.48**.

Tabel 4. 48 Faktor Modifikasi Respon (R_d)
(Sumber : SNI 2833:2008 Tabel 3)

	Kolom atau pilar	Penghubung (<i>connection</i>) bangunan atas pada		
		Kepala jembatan (<i>b</i>)	Kolom, pilar atau tiang (<i>c</i>)	Sambungan dilatasi
Pilar tipe dinding (<i>a</i>)	2 (sumbu kuat) 3 (sumbu lemah)	0,8	1,0	0,8
Kolom tunggal	3-4			
Kolom majemuk	5-6			
<i>pile cap</i> beton	2-3			
Catatan:				
a. Pilar tipe dinding dapat direncanakan sebagai kolom tunggal dalam arah sumbu lemah pilar				
b. Untuk jembatan bentang tunggal digunakan faktor $R_d = 2,5$ untuk hubungan pada kepala jembatan				
c. Sebagai alternatif hubungan kolom dapat direncanakan untuk gaya maksimum yang dikembangkan oleh sendi plastis kolom				

Setelah didapatkan semua data, maka dapat dihitung gaya horizontal statis menurut arah melintang dan memanjang. Untuk perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

Gaya Horizontal Statis Arah Melintang:

Dikarenakan pada arah melintang terdapat 2 Abutment dan 2 Pilar yang dapat menerima gaya horizontal, maka gaya horizontal perlu dibagi empat untuk mendapatkan gaya horizontal pada satu perletakan yang menerima gaya horizontal arah melintang.

Perletakan pada Bagian Abutment:

$$E_Q = \frac{\left(\frac{0.279}{0.8} \times (5755987.35 + 575598.735)\right)}{4} = 5528.797 \text{ kN}$$

Perletakan pada Bagian Pilar:

$$E_Q = \frac{\left(\frac{0.279}{1} \times (5755987.35 + 575598.735)\right)}{4} = 4423.04 \text{ kN}$$

Gaya Horizontal Statis Arah Memanjang:

Dikarenakan pada arah memanjang hanya 1 pilar dan 2 titik perletakan yang dapat menerima gaya horizontal, maka gaya

horizontal perlu dibagi dua untuk mendapatkan gaya horizontal arah memanjang pada satu perletakan.

Perletakan pada Pilar:

$$E_Q = \frac{\left(\frac{0.279}{1} \times (5755987.35 + 575598.735)\right)}{2} = 8846.076 \text{ kN}$$

4.13.1.3. Rekapitulasi Gaya Horizontal dan Vertikal Perletakan

Rekapitulasi gaya horizontal dan vertikal yang diterima perletakan dapat dilihat pada **Tabel 4.49**.

Tabel 4. 49 Rekapitulasi Gaya Horizontal dan Vertikal Perletakan

Perletakan	Posisi	V (kN)	Melintang	Memanjang
			H (kN)	H (kN)
11	Abutment 1	3636.29211	5528.797235	-
34	Pilar 1	19453.10169	4423.037788	8846.076
70	Abutment 1	3635.59064	-	-
93	Pilar 1	19453.39605	-	8846.076
193	Abutment 2	3686.89992	5528.797235	-
215	Pilar 2	19397.52243	4423.037788	-
250	Abutment 2	3685.83303	-	-
272	Pilar 2	19396.19946	-	-

4.13.2. Rekapitulasi *POT Bearing*

Setelah didapatkan gaya horizontal dan vertikal pada perletakan, maka dapat ditentukan Tipe *POT Bearing* yang akan digunakan. *POT Bearing* yang digunakan pada perencanaan ini menggunakan produk dari perusahaan *Freyssinet*. Brosur *POT Bearing* dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Untuk Rekapitulasi *POT Bearing* dapat dilihat pada **Tabel 4.50** dan **Tabel 4.51**.

Tabel 4. 50 Rekapitulasi Tipe *POT Bearing* dan Kontrol Kapasitas Vertikal

Perletakan No.	Jenis	Posisi	Tipe	V Max ULS (kN)	V Diterima (kN)	Kondisi
11	Guided	Abutment	GG 20000	20000	3636.29211	OK
34	Fix	Pilar	FX 30000	30000	19453.10169	OK
70	Free	Abutment	GL 4000	4000	3635.59064	OK
93	Guided	Pilar	GG 30000	30000	19453.39605	OK
193	Guided	Abutment	GG 20000	20000	3686.89992	OK
215	Guided	Pilar	GG 20000	20000	19397.52243	OK
250	Free	Abutment	GL 4000	4000	3685.83303	OK
272	Free	Pilar	GL 20000	20000	19396.19946	OK

Tabel 4. 51 Rekapitulasi Tipe *POT Bearing* dan Kontrol Kapasitas Horizontal

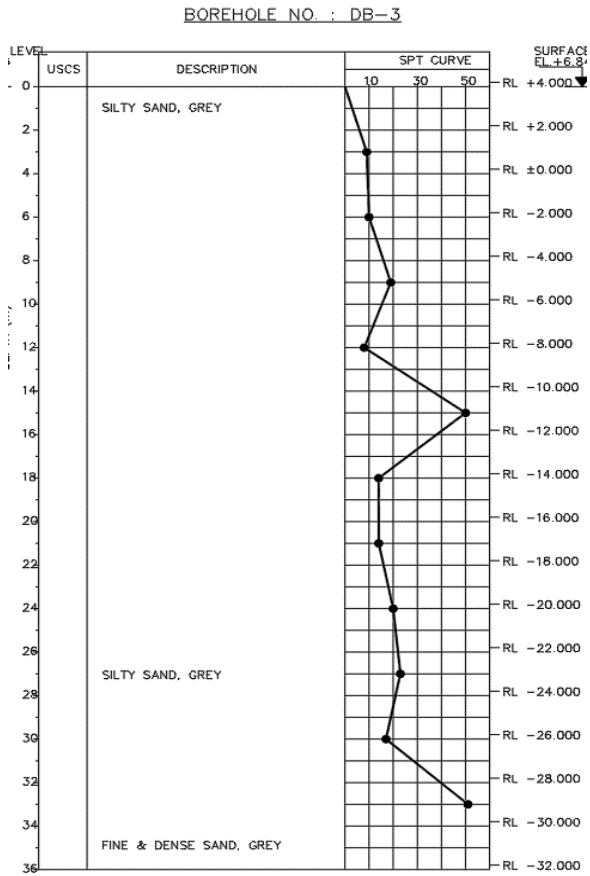
Perletakan No.	Jenis	Posisi	Tipe	H max ULS (kN)	Melintang		Memanjang		Kondisi
					H Diterima (kN)	H Diterima (kN)	H Diterima (kN)	H Diterima (kN)	
11	Guided	Abutment	GG 20000	6000	5528.797235	-	-	-	OK
34	Fix	Pilar	FX 30000	9000	4423.037788	8846.075576	-	-	OK
70	Free	Abutment	GL 4000	-	-	-	-	-	OK
93	Guided	Pilar	GG 30000	9000	4423.037788	8846.075576	-	-	OK
193	Guided	Abutment	GG 20000	6000	5528.797235	-	-	-	OK
215	Guided	Pilar	GG 20000	6000	4423.037788	-	-	-	OK
250	Free	Abutment	GL 4000	-	-	-	-	-	OK
272	Free	Pilar	GL 20000	-	-	-	-	-	OK

4.14. Perencanaan Bangunan Bawah

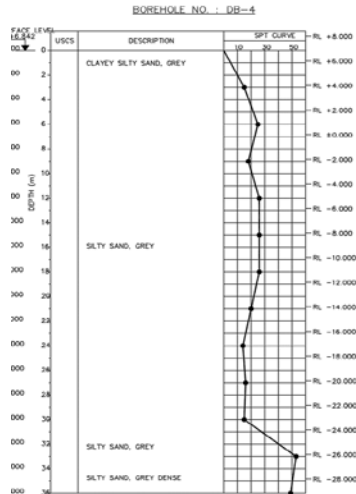
Pada perencanaan bangunan bawah ini, direncanakan satu pilar dan satu abutment yaitu Pilar 1 (P1) dan Abutment 1 (A1) yang letaknya dapat dilihat pada **Gambar 4.115**.

4.14.1. Analisa Data Tanah

Pada tugas akhir ini diberikan data tanah berupa hasil SPT (*Standard Penetration Test*) dan didapatkan data nilai NSPT untuk pilar dan abutment yang dapat dilihat pada **Gambar 4.117**, **Gambar 4.118**, **Tabel 4.52** dan **Tabel 4.53** sebagai berikut :



Gambar 4. 117 Data Borehole DB-3 untuk Pilar 1
 (Sumber : Laporan Bina Marga Perencanaan Teknis Jembatan,
 Jembatan Buol Tanggal 08 Agustus 2005)



Gambar 4. 118 Data Borehole DB-4 untuk Abutment 1
(Laporan Bina Marga Perencanaan Teknis Jembatan, Jembatan
Buol Tanggal 08 Agustus 2005)

Tabel 4. 52 Rekapitulasi Nilai N-SPT DB-3 untuk Pilar 1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	N	N' (Koreksi)
0	0	0	0
3	3	10	10
6	3	10	10
9	3	20	17.5
12	3	10	10
15	3	50	32.5
18	3	14	14
21	3	14	14
24	3	20	17.5
27	3	22	18.5
30	3	18	16.5
33	3	50	32.5

Tabel 4. 53 Rekapitulasi Nilai N-SPT DB-4 untuk Abutment 1

Kedalaman (m)	Tebal (m)	N	N' (Koreksi)
0	0	0	0
3	3	15	15
6	3	25	20
9	3	19	17
12	3	25	20
15	3	25	20
18	3	25	20
21	3	20	17.5
24	3	15	15
27	3	17	16
30	3	15	15
33	3	50	32.5

4.14.2. Daya Dukung Tanah

Pada tugas akhir ini, perhitungan daya dukung tanah menggunakan metode Luciano Decourt (1996). Serta untuk koreksi nilai N-SPT terhadap muka air tanah menggunakan metode Terzaghi dan Peck. Hasil perhitungan daya dukung tanah dapat dilihat pada **Tabel 4.54**, **Tabel 4.55**, **Gambar 4.119** dan **Gambar 4.120** sebagai berikut :

Tabel 4. 54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K	β	Qs	α	Qp	QL	Qijin = QL/SF(3)
					(t/m2)		(ton)		(ton)	(ton)	(ton)
2	6.7	6.7	9.9	6.7	25	1	70.37168	1	122.0509	192.4226	64.14086
2.2	7.3	7.3	10.0	7.0	25	1	77.40884	1	123.7003	201.1091	67.03636
2.4	8.0	8.0	10.1	7.3	25	1	84.44601	1	125.5328	209.9789	69.99295
2.6	8.7	8.7	10.3	7.7	25	1	91.48318	1	127.5291	219.0122	73.00408
2.8	9.3	9.3	10.5	8.0	25	1	98.52035	1	129.6009	228.1212	76.04041
3	10.0	10.0	10.6	8.3	25	1	105.5575	1	131.672	237.2296	79.07652
3.2	10.0	10.0	10.8	8.6	25	1	112.5947	1	133.7426	246.3373	82.11242
3.4	10.0	10.0	11.0	8.8	25	1	119.6318	1	135.8126	255.4444	85.14814
3.6	10.0	10.0	11.1	8.9	25	1	126.669	1	137.882	264.5511	88.18369
3.8	10.0	10.0	11.3	9.0	25	1	133.7062	1	139.9511	273.6573	91.21908
4	10.0	10.0	11.5	9.1	25	1	140.7434	1	142.0197	282.763	94.25434
4.2	10.0	10.0	11.6	9.2	25	1	147.7805	1	144.0879	291.8684	97.28947
4.4	10.0	10.0	11.8	9.2	25	1	154.8177	1	145.9329	300.7505	100.2502
4.6	10.0	10.0	11.9	9.3	25	1	161.8549	1	147.5722	309.4271	103.1424
4.8	10.0	10.0	12.0	9.3	25	1	168.892	1	149.0218	317.9138	105.9713
5	10.0	10.0	12.2	9.4	25	1	175.9292	1	150.2958	326.225	108.7417
5.2	10.0	10.0	12.2	9.4	25	1	182.9664	1	151.4071	334.3735	111.4578
5.4	10.0	10.0	12.3	9.4	25	1	190.0035	1	152.3673	342.3708	114.1236
5.6	10.0	10.0	12.4	9.5	25	1	197.0407	1	153.1869	350.2276	116.7425
5.8	10.0	10.0	12.4	9.5	25	1	204.0779	1	153.8288	357.9066	119.3022
6	10.0	10.0	12.5	9.5	25	1	211.115	1	154.2588	365.3738	121.7913
6.2	10.7	10.7	12.5	9.6	25	1	218.1522	1	154.4909	372.643	124.2143
6.4	11.3	11.3	12.5	9.7	25	1	225.1894	1	154.5376	379.7269	126.5756
6.6	12.0	12.0	12.5	9.8	25	1	232.2265	1	154.4106	386.6371	128.879
6.8	12.7	12.7	12.5	9.9	25	1	239.2637	1	154.1204	393.3841	131.128
7	13.3	13.3	12.5	10.0	25	1	246.3009	1	155.1302	401.4311	133.8104

Tabel 4.54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
7.2	14.0	14.0	12.6	10.1	25	1	253.338	1	155.8034	409.1414	136.3805
7.4	14.7	14.7	12.7	10.3	25	1	260.3752	1	156.9815	417.3567	139.1189
7.6	15.3	15.2	12.8	10.5	25	1	267.4124	1	158.6224	426.0348	142.0116
7.8	16.0	15.5	13.0	10.6	25	1	274.4495	1	160.4317	434.8812	144.9604
8	16.7	15.8	13.1	10.8	25	1	281.4867	1	162.4092	443.8959	147.9653
8.2	17.3	16.2	13.3	11.0	25	1	288.5239	1	164.7233	453.2472	151.0824
8.4	18.0	16.5	13.5	11.1	25	1	295.561	1	167.374	462.935	154.3117
8.6	18.7	16.8	13.8	11.3	25	1	302.5982	1	170.3613	472.9595	157.6532
8.8	19.3	17.2	14.0	11.5	25	1	309.6354	1	173.6852	483.3206	161.1069
9	20.0	17.5	14.3	11.6	25	1	316.6725	1	177.3458	494.0183	164.6728
9.2	19.3	17.2	14.7	11.8	25	1	323.7097	1	181.3429	505.0526	168.3509
9.4	18.7	16.8	15.0	11.9	25	1	330.7469	1	185.6766	516.4235	172.1412
9.6	18.0	16.5	15.4	12.0	25	1	337.784	1	190.3469	528.131	176.0437
9.8	17.3	16.2	15.8	12.2	25	1	344.8212	1	195.3538	540.175	180.0583
10	16.7	15.8	16.2	12.2	25	1	351.8584	1	200.6973	552.5557	184.1852
10.2	16.0	15.5	16.7	12.3	25	1	358.8955	1	206.3775	565.273	188.4243
10.4	15.3	15.2	17.1	12.4	25	1	365.9327	1	211.7546	577.6873	192.5624
10.6	14.7	14.7	17.5	12.4	25	1	372.9699	1	216.8289	589.7987	196.5996
10.8	14.0	14.0	17.9	12.5	25	1	380.007	1	221.6002	601.6072	200.5357
11	13.3	13.3	18.3	12.5	25	1	387.0442	1	226.0685	613.1127	204.3709
11.2	12.7	12.7	18.6	12.5	25	1	394.0814	1	230.0656	624.147	208.049
11.4	12.0	12.0	18.9	12.5	25	1	401.1186	1	233.5915	634.7101	211.57
11.6	11.3	11.3	19.1	12.5	25	1	408.1557	1	236.6462	644.8019	214.934
11.8	10.7	10.7	19.3	12.4	25	1	415.1929	1	239.2296	654.4224	218.1408
12	10.0	10.0	19.5	12.4	25	1	422.2301	1	241.3417	663.5718	221.1906
12.2	12.7	12.7	19.6	12.4	25	1	429.2672	1	242.9826	672.2499	224.0833

Tabel 4.54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
12.4	15.3	15.2	19.7	12.4	25	1	436.3044	1	244.1523	680.4567	226.8189
12.6	18.0	16.5	19.8	12.5	25	1	443.3416	1	244.8928	688.2344	229.4115
12.8	20.7	17.8	19.8	12.6	25	1	450.3787	1	245.2463	695.625	231.875
13	23.3	19.2	19.8	12.7	25	1	457.4159	1	245.2126	702.6285	234.2095
13.2	26.0	20.5	19.8	12.9	25	1	464.4531	1	244.6656	709.1187	236.3729
13.4	28.7	21.8	19.7	13.0	25	1	471.4902	1	244.0345	715.5247	238.5082
13.6	31.3	23.2	19.7	13.2	25	1	478.5274	1	243.3192	721.8466	240.6155
13.8	34.0	24.5	19.6	13.4	25	1	485.5646	1	242.5198	728.0844	242.6948
14	36.7	25.8	19.5	13.6	25	1	492.6017	1	241.6362	734.238	244.746
14.2	39.3	27.2	19.5	13.8	25	1	499.6389	1	240.8368	740.4757	246.8252
14.4	42.0	28.5	19.4	14.0	25	1	506.6761	1	240.1215	746.7976	248.9325
14.6	44.7	29.8	19.4	14.3	25	1	513.7132	1	239.4904	753.2036	251.0679
14.8	47.3	31.2	19.3	14.5	25	1	520.7504	1	238.9434	759.6938	253.2313
15	50.0	32.5	19.3	14.8	25	1	527.7876	1	238.4806	766.2682	255.4227
15.2	47.6	31.3	19.2	15.1	25	1	534.8247	1	238.1019	772.9267	257.6422
15.4	45.2	30.1	19.2	15.3	25	1	541.8619	1	237.8074	779.6693	259.8898
15.6	42.8	28.9	19.2	15.5	25	1	548.8991	1	237.6391	786.5382	262.1794
15.8	40.4	27.7	19.2	15.7	25	1	555.9362	1	237.6391	793.5754	264.5251
16	38.0	26.5	19.2	15.8	25	1	562.9734	1	237.8074	800.7808	266.9269
16.2	35.6	25.3	19.3	15.9	25	1	570.0106	1	238.144	808.1546	269.3849
16.4	33.2	24.1	19.3	16.0	25	1	577.0477	1	238.7499	815.7976	271.9325
16.6	30.8	22.9	19.4	16.1	25	1	584.0849	1	239.6251	823.71	274.57
16.8	28.4	21.7	19.5	16.2	25	1	591.1221	1	240.7442	831.8663	277.2888
17	26.0	20.5	19.6	16.3	25	1	598.1592	1	242.0822	840.2415	280.0805
17.2	23.6	19.3	19.6	16.3	25	1	605.1964	1	242.7975	847.9939	282.6646
17.4	21.2	18.1	19.6	16.3	25	1	612.2336	1	242.9321	855.1657	285.0552

Tabel 4.54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
17.6	18.8	16.9	19.6	16.3	25	1	619.2707	1	242.7807	862.0514	287.3505
17.8	16.4	15.7	19.6	16.3	25	1	626.3079	1	242.3431	868.651	289.5503
18	14.0	14.0	19.5	16.3	25	1	633.3451	1	241.6194	874.9645	291.6548
18.2	14.0	14.0	19.5	16.3	25	1	640.3822	1	240.6096	880.9919	293.664
18.4	14.0	14.0	19.3	16.2	25	1	647.4194	1	239.3137	886.7331	295.5777
18.6	14.0	14.0	19.2	16.2	25	1	654.4566	1	237.7317	892.1883	297.3961
18.8	14.0	14.0	19.1	16.2	25	1	661.4937	1	235.8636	897.3573	299.1191
19	14.0	14.0	18.9	16.2	25	1	668.5309	1	233.7093	902.2402	300.7467
19.2	14.0	14.0	18.7	16.1	25	1	675.5681	1	231.269	906.8371	302.279
19.4	14.0	14.0	18.5	16.1	25	1	682.6053	1	228.5089	911.1141	303.7047
19.6	14.0	14.0	18.2	16.1	25	1	689.6424	1	225.429	915.0714	305.0238
19.8	14.0	14.0	17.9	16.1	25	1	696.6796	1	222.0293	918.7089	306.2363
20	14.0	14.0	17.6	16.0	25	1	703.7168	1	218.3099	922.0267	307.3422
20.2	14.0	14.0	17.4	16.0	25	1	710.7539	1	214.9103	925.6642	308.5547
20.4	14.0	14.0	17.1	16.0	25	1	717.7911	1	211.8304	929.6215	309.8738
20.6	14.0	14.0	16.9	16.0	25	1	724.8283	1	209.0703	933.8985	311.2995
20.8	14.0	14.0	16.7	16.0	25	1	731.8654	1	206.6299	938.4953	312.8318
21	14.0	14.0	16.5	15.9	25	1	738.9026	1	204.5093	943.4119	314.4706
21.2	14.4	14.4	16.4	15.9	25	1	745.9398	1	202.7085	948.6483	316.2161
21.4	14.8	14.8	16.3	15.9	25	1	752.9769	1	201.2275	954.2044	318.0681
21.6	15.2	15.1	16.2	15.9	25	1	760.0141	1	200.0662	960.0803	320.0268
21.8	15.6	15.3	16.1	15.9	25	1	767.0513	1	199.2247	966.276	322.092
22	16.0	15.5	16.1	15.9	25	1	774.0884	1	198.703	972.7914	324.2638
22.2	16.4	15.7	16.0	15.9	25	1	781.1256	1	198.501	979.6266	326.5422
22.4	16.8	15.9	16.1	15.9	25	1	788.1628	1	198.5684	986.7311	328.9104
22.6	17.2	16.1	16.1	15.9	25	1	795.1999	1	198.905	994.1049	331.3683

Tabel 4.54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
22.8	17.6	16.3	16.1	15.9	25	1	802.2371	1	199.5108	1001.748	333.916
23	18.0	16.5	16.2	15.9	25	1	809.2743	1	200.5122	1009.786	336.5955
23.2	18.4	16.7	16.3	15.9	25	1	816.3114	1	201.4799	1017.791	339.2638
23.4	18.8	16.9	16.4	15.9	25	1	823.3486	1	202.414	1025.763	341.9209
23.6	19.2	17.1	16.4	15.9	25	1	830.3858	1	203.3144	1033.7	344.5667
23.8	19.6	17.3	16.5	15.9	25	1	837.4229	1	204.1811	1041.604	347.2014
24	20.0	17.5	16.6	16.0	25	1	844.4601	1	205.0142	1049.474	349.8248
24.2	20.1	17.6	16.6	16.0	25	1	851.4973	1	205.8137	1057.311	352.437
24.4	20.3	17.6	16.7	16.0	25	1	858.5344	1	206.5794	1065.114	355.038
24.6	20.4	17.7	16.8	16.0	25	1	865.5716	1	207.3115	1072.883	357.6277
24.8	20.5	17.8	16.8	16.0	25	1	872.6088	1	208.01	1080.619	360.2062
25	20.7	17.8	16.9	16.0	25	1	879.6459	1	208.6747	1088.321	362.7736
25.2	20.8	17.9	16.9	16.1	25	1	886.6831	1	209.3059	1095.989	365.3297
25.4	20.9	18.0	17.0	16.1	25	1	893.7203	1	210.2063	1103.927	367.9755
25.6	21.1	18.0	17.1	16.1	25	1	900.7574	1	211.376	1112.133	370.7111
25.8	21.2	18.1	17.2	16.1	25	1	907.7946	1	212.8149	1120.61	373.5365
26	21.3	18.2	17.3	16.1	25	1	914.8318	1	214.5232	1129.355	376.4516
26.2	21.5	18.2	17.5	16.1	25	1	921.8689	1	216.3997	1138.269	379.4229
26.4	21.6	18.3	17.7	16.2	25	1	928.9061	1	218.4445	1147.351	382.4502
26.6	21.7	18.4	17.8	16.2	25	1	935.9433	1	220.6829	1156.626	385.5421
26.8	21.9	18.4	18.0	16.2	25	1	942.9805	1	223.1401	1166.121	388.7069
27	22.0	18.5	18.3	16.2	25	1	950.0176	1	225.8161	1175.834	391.9446
27.2	21.7	18.4	18.5	16.2	25	1	957.0548	1	228.7108	1185.766	395.2552
27.4	21.5	18.2	18.7	16.2	25	1	964.092	1	231.8244	1195.916	398.6388
27.6	21.2	18.1	19.0	16.3	25	1	971.1291	1	235.1567	1206.286	402.0953
27.8	20.9	18.0	19.3	16.3	25	1	978.1663	1	238.7078	1216.874	405.6247

Tabel 4.54 Daya Dukung Tanah Pilar 1 (P1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
28	20.7	17.8	19.6	16.3	25	1	985.2035	1	242.4777	1227.681	409.2271
28.2	20.4	17.7	19.9	16.3	25	1	992.2406	1	246.4664	1238.707	412.9024
28.4	20.1	17.6	20.0	16.3	25	1	999.2778	1	247.2459	1246.524	415.5079
28.6	19.9	17.4	20.0	16.3	25	1	1006.315	1	248.0058	1254.321	418.1069
28.8	19.6	17.3	20.1	16.3	25	1	1013.352	1	248.7451	1262.097	420.6991
29	19.3	17.2	20.2	16.3	25	1	1020.389	1	249.4622	1269.851	423.2838
29.2	19.1	17.0	20.2	16.3	25	1	1027.426	1	250.1931	1277.62	425.8732
29.4	18.8	16.9	20.3	16.3	25	1	1034.464	1	250.9389	1285.403	428.4675
29.6	18.5	16.8	20.3	16.3	25	1	1041.501	1	251.7006	1293.201	431.0671
29.8	18.3	16.6	20.4	16.3	25	1	1048.538	1	252.4793	1301.017	433.6724
30	18.0	16.5	20.5	16.3	25	1	1055.575	1	253.2763	1308.851	436.2838
30.2	20.1	17.6	20.5	16.3	25	1	1062.612	1	254.093	1316.705	438.9018
30.4	22.3	18.6	20.6	16.4	25	1	1069.649	1	254.931	1324.58	441.5268
30.6	24.4	19.7	20.7	16.4	25	1	1076.687	1	255.7921	1332.479	444.1596
30.8	26.5	20.8	20.8	16.4	25	1	1083.724	1	256.678	1340.402	446.8006
31	28.7	21.8	20.8	16.5	25	1	1090.761	1	257.591	1348.352	449.4507
31.2	30.8	22.9	20.9	16.5	25	1	1097.798	1	258.5335	1356.332	452.1106
31.4	32.9	24.0	21.0	16.5	25	1	1104.835	1	259.5081	1364.343	454.7811
31.6	35.1	25.0	21.1	16.6	25	1	1111.872	1	260.5179	1372.39	457.4635
31.8	37.2	26.1	21.1	16.7	25	1	1118.91	1	261.5662	1380.476	460.1586
32	39.3	27.2	21.2	16.7	25	1	1125.947	1	262.6569	1388.604	462.8679
32.2	41.5	28.2	21.3	16.8	25	1	1132.984	1	263.7996	1396.864	465.6212
32.4	43.6	29.3	21.4	16.9	25	1	1140.021	1	265.2487	1405.27	468.4233
32.6	45.7	30.4	21.6	17.0	25	1	1147.058	1	266.7802	1413.839	471.2795
32.8	47.9	31.4	21.7	17.1	25	1	1154.095	1	268.493	1422.588	474.1962
33	50.0	32.5	21.9	17.2	25	1	1161.133	1	270.4087	1431.541	477.1805

Tabel 4. 55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
2	10.0	10.0	16.7	10.0	25	1	70.37167544	1	206.826818	277.1984934	92.39949781
2.2	11.0	11.0	16.8	10.5	25	1	77.40884298	1	207.911574	285.320417	95.10680567
2.4	12.0	12.0	16.9	11.0	25	1	84.44601053	1	208.824348	293.2703585	97.75678616
2.6	13.0	13.0	16.9	11.5	25	1	91.48317807	1	209.5835664	301.0667445	100.3555815
2.8	14.0	14.0	17.0	12.0	25	1	98.52034562	1	210.2051145	308.7254601	102.9084867
3	15.0	15.0	17.0	12.5	25	1	105.5575132	1	210.7027592	316.2602723	105.4200908
3.2	15.7	15.3	17.1	12.9	25	1	112.5946807	1	211.0884911	323.6831718	107.8943906
3.4	16.3	15.7	17.1	13.3	25	1	119.6318482	1	211.3728022	331.0046504	110.3348835
3.6	17.0	16.0	17.1	13.6	25	1	126.6690158	1	211.5649124	338.2339282	112.7446427
3.8	17.7	16.3	17.1	13.8	25	1	133.7061833	1	211.6729572	345.3791405	115.1263802
4	18.3	16.7	17.1	14.1	25	1	140.7433509	1	211.7041421	352.447493	117.4824977
4.2	19.0	17.0	17.1	14.3	25	1	147.7805184	1	211.6648722	359.4453906	119.8151302
4.4	19.7	17.3	17.1	14.6	25	1	154.817686	1	211.69459	366.512276	122.1707587
4.6	20.3	17.7	17.1	14.8	25	1	161.8548535	1	211.7878491	373.6427026	124.5475675
4.8	21.0	18.0	17.1	15.0	25	1	168.8920211	1	211.9397617	380.8317827	126.9439276
5	21.7	18.3	17.2	15.2	25	1	175.9291886	1	212.1459288	388.0751174	129.3583725
5.2	22.3	18.7	17.2	15.4	25	1	182.9663561	1	212.4023805	395.3687366	131.7895789
5.4	23.0	19.0	17.2	15.6	25	1	190.0035237	1	212.7055251	402.7090488	134.2363496
5.6	23.7	19.3	17.2	15.8	25	1	197.0406912	1	213.052105	410.0927962	136.6975987
5.8	24.3	19.7	17.3	16.0	25	1	204.0778588	1	213.4391586	417.5170174	139.1723391
6	25.0	20.0	17.3	16.2	25	1	211.1150263	1	213.8639878	424.9790141	141.6596714
6.2	24.6	19.8	17.3	16.4	25	1	218.1521939	1	214.3241288	432.4763227	144.1587742
6.4	24.2	19.6	17.4	16.5	25	1	225.1893614	1	214.8173278	440.0066892	146.6688964

Tabel 4.55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
6.6	23.8	19.4	17.4	16.6	25	1	232.226529	1	215.3415185	447.5680475	149.1893492
6.8	23.4	19.2	17.5	16.7	25	1	239.2636965	1	215.8948037	455.1585002	151.7195001
7	23.0	19.0	17.7	16.8	25	1	246.300864	1	218.3688087	464.6696727	154.8898909
7.2	22.6	18.8	17.8	16.9	25	1	253.3380316	1	220.6408541	473.9788857	157.9929619
7.4	22.2	18.6	18.0	16.9	25	1	260.3751991	1	222.66045	483.0356491	161.011883
7.6	21.8	18.4	18.1	17.0	25	1	267.4123667	1	224.4275964	491.8399631	163.9466544
7.8	21.4	18.2	18.3	17.0	25	1	274.4495342	1	225.9422934	500.3918276	166.7972759
8	21.0	18.0	18.4	17.1	25	1	281.4867018	1	227.2045408	508.6912426	169.5637475
8.2	20.6	17.8	18.5	17.1	25	1	288.5238693	1	228.3826384	516.9065077	172.3021692
8.4	20.2	17.6	18.6	17.1	25	1	295.5610368	1	229.4765862	525.0376231	175.012541
8.6	19.8	17.4	18.6	17.1	25	1	302.5982044	1	230.4863842	533.0845886	177.6948629
8.8	19.4	17.2	18.7	17.1	25	1	309.6353719	1	231.4120323	541.0474043	180.3491348
9	19.0	17.0	18.8	17.1	25	1	316.6725395	1	232.2535306	548.9260701	182.9753567
9.2	19.4	17.2	18.8	17.1	25	1	323.709707	1	233.0108791	556.7205861	185.5735287
9.4	19.8	17.4	18.9	17.1	25	1	330.7468746	1	233.6840777	564.4309523	188.1436508
9.6	20.2	17.6	18.9	17.1	25	1	337.7840421	1	234.2731265	572.0571686	190.6857229
9.8	20.6	17.8	19.0	17.2	25	1	344.8212097	1	234.7780255	579.5992352	193.1997451
10	21.0	18.0	19.0	17.2	25	1	351.8583772	1	235.1987747	587.0571519	195.6857173
10.2	21.4	18.2	19.0	17.2	25	1	358.8955447	1	235.535374	594.4309187	198.1436396
10.4	21.8	18.4	19.1	17.2	25	1	365.9327123	1	235.7878235	601.7205358	200.5735119
10.6	22.2	18.6	19.1	17.3	25	1	372.9698798	1	235.9561231	608.926003	202.9753343
10.8	22.6	18.8	19.1	17.3	25	1	380.0070474	1	236.040273	616.0473203	205.3491068

Tabel 4.55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
11	23.0	19.0	19.1	17.3	25	1	387.0442149	1	236.040273	623.0844879	207.6948293
11.2	23.4	19.2	19.1	17.4	25	1	394.0813825	1	236.0907629	630.1721453	210.0573818
11.4	23.8	19.4	19.1	17.4	25	1	401.11855	1	236.1917427	637.3102927	212.4367642
11.6	24.2	19.6	19.1	17.5	25	1	408.1557176	1	236.3432123	644.4989299	214.8329766
11.8	24.6	19.8	19.1	17.5	25	1	415.1928851	1	236.5451719	651.738057	217.246019
12	25.0	20.0	19.1	17.5	25	1	422.2300526	1	236.7976214	659.0276741	219.6758914
12.2	25.0	20.0	19.2	17.6	25	1	429.2672202	1	237.1005608	666.367781	222.1225937
12.4	25.0	20.0	19.2	17.6	25	1	436.3043877	1	237.4539901	673.7583778	224.5861259
12.6	25.0	20.0	19.2	17.7	25	1	443.3415553	1	237.8579093	681.1994646	227.0664882
12.8	25.0	20.0	19.3	17.7	25	1	450.3787228	1	238.3123184	688.6910412	229.5636804
13	25.0	20.0	19.3	17.8	25	1	457.4158904	1	238.8172173	696.2331077	232.0777026
13.2	25.0	20.0	19.4	17.8	25	1	464.4530579	1	239.3726062	703.8256641	234.6085547
13.4	25.0	20.0	19.4	17.8	25	1	471.4902255	1	239.9364101	711.4266355	237.1422118
13.6	25.0	20.0	19.4	17.9	25	1	478.527393	1	240.5086289	719.0360219	239.678674
13.8	25.0	20.0	19.5	17.9	25	1	485.5645605	1	241.0892628	726.6538233	242.2179411
14	25.0	20.0	19.5	18.0	25	1	492.6017281	1	241.6783116	734.2800396	244.7600132
14.2	25.0	20.0	19.6	18.0	25	1	499.6388956	1	242.1747956	741.8136912	247.2712304
14.4	25.0	20.0	19.6	18.0	25	1	506.6760632	1	242.5787147	749.2547779	249.7515926
14.6	25.0	20.0	19.6	18.0	25	1	513.7132307	1	242.8900691	756.6032998	252.2010999
14.8	25.0	20.0	19.7	18.1	25	1	520.7503983	1	243.1088587	763.8592569	254.6197523
15	25.0	20.0	19.7	18.1	25	1	527.7875658	1	243.2350834	771.0226492	257.0075497
15.2	25.0	20.0	19.7	18.1	25	1	534.8247333	1	243.2687434	778.0934767	259.3644922

Tabel 4.55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
15.4	25.0	20.0	19.7	18.2	25	1	541.8619009	1	243.2098385	785.0717394	261.6905798
15.6	25.0	20.0	19.6	18.2	25	1	548.8990684	1	243.0583688	791.9574372	263.9858124
15.8	25.0	20.0	19.6	18.2	25	1	555.936236	1	242.8143343	798.7505702	266.2501901
16	25.0	20.0	19.6	18.2	25	1	562.9734035	1	242.4777349	805.4511385	268.4837128
16.2	25.0	20.0	19.6	18.3	25	1	570.0105711	1	242.0485708	812.0591419	270.6863806
16.4	25.0	20.0	19.5	18.3	25	1	577.0477386	1	241.5268419	818.5745805	272.8581935
16.6	25.0	20.0	19.5	18.3	25	1	584.0849062	1	240.9125481	824.9974543	274.9991514
16.8	25.0	20.0	19.4	18.3	25	1	591.1220737	1	240.2056895	831.3277632	277.1092544
17	25.0	20.0	19.4	18.4	25	1	598.1592412	1	239.4062662	837.5655074	279.1885025
17.2	25.0	20.0	19.3	18.4	25	1	605.1964088	1	238.5647679	843.7611766	281.2537255
17.4	25.0	20.0	19.2	18.4	25	1	612.2335763	1	237.6811946	849.914771	283.3049237
17.6	25.0	20.0	19.1	18.4	25	1	619.2707439	1	236.7555465	856.0262904	285.3420968
17.8	25.0	20.0	19.1	18.4	25	1	626.3079114	1	235.7878235	862.0957349	287.365245
18	25.0	20.0	19.0	18.5	25	1	633.345079	1	234.7780255	868.1231045	289.3743682
18.2	24.7	19.8	18.9	18.5	25	1	640.3822465	1	233.7261526	874.1083991	291.3694664
18.4	24.3	19.7	18.8	18.5	25	1	647.4194141	1	232.6322048	880.0516189	293.3505396
18.6	24.0	19.5	18.7	18.5	25	1	654.4565816	1	231.4961821	885.9527637	295.3175879
18.8	23.7	19.3	18.6	18.5	25	1	661.4937491	1	230.3180845	891.8118337	297.2706112
19	23.3	19.2	18.5	18.5	25	1	668.5309167	1	229.097912	897.6288287	299.2096096
19.2	23.0	19.0	18.4	18.5	25	1	675.5680842	1	227.8356645	903.4037488	301.1345829
19.4	22.7	18.8	18.3	18.5	25	1	682.6052518	1	226.5902471	909.1954988	303.0651663
19.6	22.3	18.7	18.2	18.5	25	1	689.6424193	1	225.3616595	915.0040789	305.0013596
19.8	22.0	18.5	18.1	18.5	25	1	696.6795869	1	224.149902	920.8294888	306.9431629

Tabel 4.55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1) (Lanjutan)

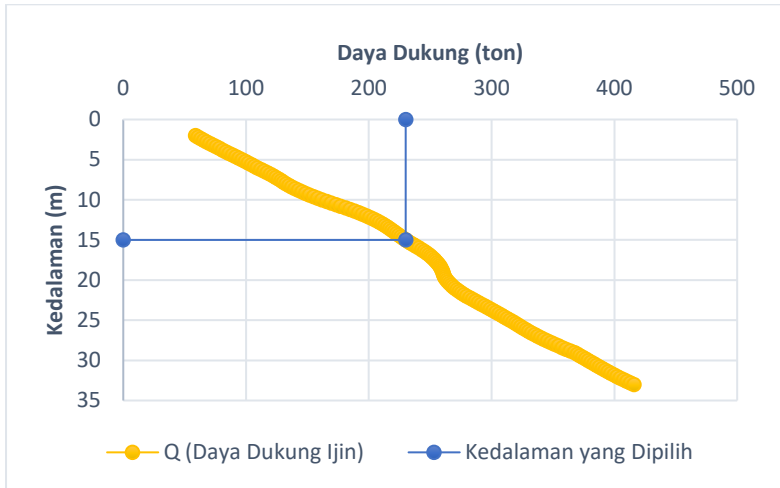
Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
20	21.7	18.3	18.0	18.5	25	1	703.7167544	1	222.9549744	926.6717288	308.8905763
20.2	21.3	18.2	17.9	18.5	25	1	710.7539219	1	221.7768768	932.5307987	310.8435996
20.4	21.0	18.0	17.8	18.5	25	1	717.7910895	1	220.6156091	938.4066986	312.8022329
20.6	20.7	17.8	17.7	18.5	25	1	724.828257	1	219.4711714	944.2994285	314.7664762
20.8	20.3	17.7	17.7	18.5	25	1	731.8654246	1	218.3435637	950.2089883	316.7363294
21	20.0	17.5	17.6	18.5	25	1	738.9025921	1	217.232786	956.1353781	318.7117927
21.2	19.7	17.3	17.5	18.5	25	1	745.9397597	1	216.1388382	962.0785978	320.6928659
21.4	19.3	17.2	17.4	18.5	25	1	752.9769272	1	215.0617204	968.0386476	322.6795492
21.6	19.0	17.0	17.3	18.4	25	1	760.0140948	1	214.0014325	974.0155273	324.6718424
21.8	18.7	16.8	17.2	18.4	25	1	767.0512623	1	212.9579746	980.0092369	326.6697456
22	18.3	16.7	17.1	18.4	25	1	774.0884298	1	211.9313467	986.0197765	328.6732588
22.2	18.0	16.5	17.1	18.4	25	1	781.1255974	1	210.9215487	992.0471461	330.682382
22.4	17.7	16.3	17.0	18.4	25	1	788.1627649	1	209.8949208	998.0576857	332.6858952
22.6	17.3	16.2	16.9	18.4	25	1	795.1999325	1	208.8514629	1004.051395	334.6837985
22.8	17.0	16.0	16.8	18.3	25	1	802.2371	1	207.7911751	1010.028275	336.6760917
23	16.7	15.8	16.7	18.3	25	1	809.2742676	1	206.7140572	1015.988325	338.6627749
23.2	16.3	15.7	16.6	18.3	25	1	816.3114351	1	205.6621844	1021.973619	340.6578732
23.4	16.0	15.5	16.5	18.3	25	1	823.3486027	1	204.6355564	1027.984159	342.6613864
23.6	15.7	15.3	16.5	18.2	25	1	830.3857702	1	203.6341735	1034.019944	344.6733145
23.8	15.3	15.2	16.4	18.2	25	1	837.4229377	1	202.6580354	1040.080973	346.6936577
24	15.0	15.0	16.3	18.2	25	1	844.4601053	1	201.7071423	1046.167248	348.7224159
24.2	15.1	15.1	16.2	18.1	25	1	851.4972728	1	200.7814942	1052.278767	350.759589
24.4	15.3	15.1	16.2	18.1	25	1	858.5344404	1	199.881091	1058.415531	352.8051771

Tabel 4.55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	N	N Koreksi	Np	Ns	K (t/m ²)	β	Qs (ton)	α	Qp (ton)	QL (ton)	Qijin = QL/SF(3) (ton)
24.6	15.4	15.2	16.1	18.1	25	1	865.5716079	1	199.0059328	1064.577541	354.8591802
24.8	15.5	15.3	16.0	18.1	25	1	872.6087755	1	198.1560195	1070.764795	356.9215983
25	15.7	15.3	16.0	18.0	25	1	879.645943	1	197.3313512	1076.977294	358.9924314
25.2	15.8	15.4	15.9	18.0	25	1	886.6831105	1	196.5319278	1083.215038	361.0716795
25.4	15.9	15.5	15.9	18.0	25	1	893.7202781	1	196.0691037	1089.789382	363.2631273
25.6	16.1	15.5	15.8	18.0	25	1	900.7574456	1	195.942879	1096.700325	365.5667749
25.8	16.2	15.6	15.9	18.0	25	1	907.7946132	1	196.1532536	1103.947867	367.9826223
26	16.3	15.7	15.9	17.9	25	1	914.8317807	1	196.7002275	1111.532008	370.5106694
26.2	16.5	15.7	16.0	17.9	25	1	921.8689483	1	197.5838007	1119.452749	373.1509163
26.4	16.6	15.8	16.1	17.9	25	1	928.9061158	1	198.8039732	1127.710089	375.903363
26.6	16.7	15.9	16.2	17.9	25	1	935.9432834	1	200.3607451	1136.304028	378.7680095
26.8	16.9	15.9	16.4	17.9	25	1	942.9804509	1	202.2541162	1145.234567	381.7448557
27	17.0	16.0	16.5	17.9	25	1	950.0176184	1	204.4840867	1154.501705	384.8339017
27.2	16.9	15.9	16.7	17.8	25	1	957.054786	1	207.0506565	1164.105443	388.0351475
27.4	16.7	15.9	17.0	17.8	25	1	964.0919535	1	209.9538257	1174.045779	391.3485931
27.6	16.6	15.8	17.2	17.8	25	1	971.1291211	1	213.1935941	1184.322715	394.7742384
27.8	16.5	15.7	17.5	17.8	25	1	978.1662886	1	216.7699619	1194.936251	398.3120835
28	16.3	15.7	17.8	17.8	25	1	985.2034562	1	220.682929	1205.886385	401.9621284
28.2	16.2	15.6	18.2	17.8	25	1	992.2406237	1	224.9324954	1217.173119	405.724373
28.4	16.1	15.5	18.2	17.7	25	1	999.2777913	1	225.6241018	1224.901893	408.300631
28.6	15.9	15.5	18.3	17.7	25	1	1006.314959	1	226.3890036	1232.703962	410.9013208
28.8	15.8	15.4	18.4	17.7	25	1	1013.352126	1	227.231981	1240.584107	413.5280358
29	15.7	15.3	18.4	17.7	25	1	1020.389294	1	228.1582389	1248.547533	416.1825109

Tabel 4.55 Daya Dukung Tanah Abutment 1 (A1) (Lanjutan)

Kedalaman	N	N Koreksi	Np	Ns	K	β	Qs	α	Qp	QL	Qijin = QL/SF(3)
(m)					(t/m ²)		(ton)		(ton)	(ton)	(ton)
29.2	15.5	15.3	18.5	17.7	25	1	1027.426	1	229.1079	1256.534	418.8448
29.4	15.4	15.2	18.6	17.7	25	1	1034.464	1	230.0825	1264.546	421.5154
29.6	15.3	15.1	18.7	17.6	25	1	1041.501	1	231.0838	1272.585	424.1949
29.8	15.1	15.1	18.8	17.6	25	1	1048.538	1	232.114	1280.652	426.884
30	15.0	15.0	18.9	17.6	25	1	1055.575	1	233.175	1288.75	429.5834
30.2	17.3	16.2	18.9	17.6	25	1	1062.612	1	234.2692	1296.882	432.2938
30.4	19.7	17.3	19.0	17.6	25	1	1069.649	1	235.3994	1305.049	435.0163
30.6	22.0	18.5	19.1	17.6	25	1	1076.687	1	236.5684	1313.255	437.7517
30.8	24.3	19.7	19.2	17.6	25	1	1083.724	1	237.7794	1321.503	440.5011
31	26.7	20.8	19.3	17.6	25	1	1090.761	1	239.036	1329.797	443.2657
31.2	29.0	22.0	19.4	17.7	25	1	1097.798	1	240.3423	1338.14	446.0468
31.4	31.3	23.2	19.5	17.7	25	1	1104.835	1	241.7028	1346.538	448.846
31.6	33.7	24.3	19.7	17.7	25	1	1111.872	1	243.1225	1354.995	451.665
31.8	36.0	25.5	19.8	17.8	25	1	1118.91	1	244.6073	1363.517	454.5056
32	38.3	26.7	19.9	17.9	25	1	1125.947	1	246.1635	1372.11	457.3701
32.2	40.7	27.8	20.0	17.9	25	1	1132.984	1	247.8555	1380.839	460.2798
32.4	43.0	29.0	20.2	18.0	25	1	1140.021	1	249.6978	1389.719	463.2396
32.6	45.3	30.2	20.3	18.1	25	1	1147.058	1	251.7071	1398.765	466.2551
32.8	47.7	31.3	20.5	18.2	25	1	1154.095	1	253.9027	1407.998	469.3327
33	50.0	32.5	20.7	18.3	25	1	1161.133	1	256.3069	1417.44	472.4799



Gambar 4. 119 Grafik Daya Dukung Tanah Pilar 1

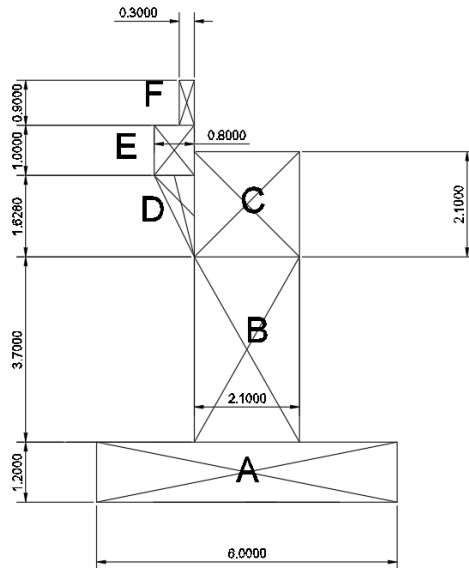


Gambar 4. 120 Grafik Daya Dukung Tanah Abutment 1

4.14.3. Desain Abutment dan Pilar Jembatan

4.14.3.1. Desain Abutment (A1) Jembatan

Pada perencanaan jembatan buol ini, terdapat dua abutment yang digunakan. Tetapi untuk perencanaan desain abutment, hanya meninjau satu abutment yaitu Abutment 1 (A1). Letak *Abutment* 1 (A1) dapat dilihat pada **Gambar 4.115**. Untuk desain *Abutment* 1 (A1) dapat dilihat pada **Gambar 4.121** sebagai berikut :



Gambar 4. 121 Desain *Abutment* 1 (A1) Jembatan Buol

Luas Abutment

$$A_A = 7200000 \text{ mm}^2$$

$$A_B = 7770000 \text{ mm}^2$$

$$A_C = 4410000 \text{ mm}^2$$

$$A_D = 1302400 \text{ mm}^2$$

$$A_E = 800000 \text{ mm}^2$$

$$A_F = 270000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas Total} = 21752400 \text{ mm}^2$$

Titik Berat *Abutment* :

Sumbu X = 2852.94 mm (dari kiri)

Sumbu Y = 3210.21 mm (dari bawah)

Berat *Abutment* dan Modulus Elastisitas Beton:

$W_{\text{Total}} = 627849.648 \text{ kg}$

$E (f_c' : 40 \text{ MPa}) = 4700\sqrt{f_c}$
 $= 4700\sqrt{29} = 25310.275 \text{ MPa}$

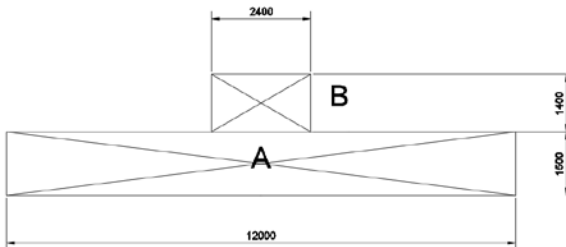
Momen Inersia *Abutment* :

$I_x = 1.33 \times 10^{14} \text{ mm}^4$

$I_y = 9.27 \times 10^{14} \text{ mm}^4$

4.14.3.2. Desain Pilar (P1) Jembatan

Pada perencanaan jembatan buol ini, terdapat dua pilar yang digunakan. Tetapi untuk perencanaan desain pilar, hanya meninjau satu pilar yaitu Pilar 1 (P1). Letak Pilar 1 (P1) dapat dilihat pada **Gambar 4.115**. Untuk desain Pilar 1 (P1) dapat dilihat pada **Gambar 4.122** sebagai berikut :



Gambar 4. 122 Desain Pilar 1 (P1) Jembatan Buol

Luas Pilar

$A_A = 18000000 \text{ mm}^2$

$A_B = 3177720 \text{ mm}^2$

Luas Total = 21177720 mm^2

Titik Berat Pilar :

Sumbu X = 6000 mm (dari kiri)

Sumbu Y = 964.42 mm (dari bawah)

Berat Pilar dan Modulus Elastisitas Beton:

$W_{Total} = 950484.8 \text{ kg}$

$E (f_c' : 40 \text{ MPa}) = 4700\sqrt{f_c}$
 $= 4700\sqrt{29} = 25310.275 \text{ MPa}$

Momen Inersia Pilar :

$I_x = 2.175 \times 10^{14} \text{ mm}^4$

$I_y = 1.165 \times 10^{15} \text{ mm}^4$

4.14.4. Pembebanan Struktur Bangunan Bawah Jembatan

4.14.4.1. Beban akibat Kombinasi Pembebanan

Beban total keseluruhan struktur bangunan atas yang diterima oleh perletakan pada pilar dan *abutment*, didapatkan dengan menggunakan kombinasi pembebanan yaitu kombinasi Kuat 1, Kuat 3 dan Ekstreme 1. Dengan menggunakan program bantu SAP2000, didapatkan beban akibat kombinasi pada *abutment* dan pilar yang dapat dilihat pada **Tabel 4.56** dan **Tabel 4.57** sebagai berikut :

Tabel 4. 56 Beban Struktur Atas Kombinasi pada *Abutment*

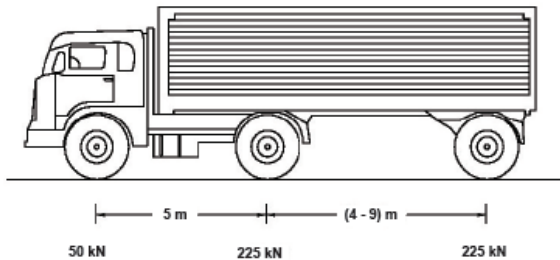
TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
193	Kuat 1	Combination	0	-121.14	335172.72
250	Kuat 1	Combination	0	0	335075.73
193	Ekstreme 1 Jembatan Penting	Combination	0	-552879.72	221324.23
250	Ekstreme 1 Jembatan Penting	Combination	0	0	221256.6
193	Kuat 3 Total	Combination	0	-13652.03	100258.66
250	Kuat 3 Total	Combination	0	0	302141.59

Tabel 4. 57 Beban Struktur Atas Kombinasi pada Pilar

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
34	Kuat 1	Combination	879.2	150.04	1768463.79
93	Kuat 1	Combination	-906.45	0	1768490.55
34	Ekstreme 1 Jembatan Penting	Combination	884607.56	-442303.7	1222498.84
93	Ekstreme 1 Jembatan Penting	Combination	884607.56	0	1222517.67
34	Kuat 3 Total	Combination	74349.62	-86196.15	1091949.02
93	Kuat 3 Total	Combination	-74367.64	0	1160376.21

4.14.4.2. Beban Rem

Menurut SNI 1725:2016 pasal 8.7 menyebutkan bahwa beban rem jembatan sebesar 25% dari berat gandar truk desain. Beban rem pada perencanaan ini diambil pada kondisi kritis ketika jembatan dirubah menjadi satu arah dan semua lajur rencana harus dibebani secara simultan. Beban gandar truk dapat dilihat pada **Gambar 4.123**.



Gambar 4. 123 Beban Gandar Truk
(Sumber : SNI 1725:2016 Gambar 26)

Berdasarkan gambar diatas, didapatkan besarnya beban gandar truk. Beban gandar ini akan diambil sebagai beban rem yang akan diterima oleh 2 perletakan pada pilar P1. Beban rem yang diterima oleh perletakan yaitu :

Rm = Jumlah Lajur x (50 + 225 + 225) x 25% x Beban Faktor

Untuk Kombinasi Kuat 1, Kuat 3 maka gaya rem sebesar :

$$R_m = 2 \times (500 \text{ KN}) \times 25\% \times 1.8 = 45 \text{ ton}$$

$$M_{Rm} = 45 \times 2.558 = 115.11 \text{ tm}$$

Untuk Kombinasi Ekstreme 1 maka gaya rem sebesar :

$$R_m = 2 \times (500 \text{ KN}) \times 25\% \times 0.3 = 7.5 \text{ ton}$$

$$M_{Rm} = 7.5 \times 2.558 = 19.185 \text{ tm}$$

4.14.4.3. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa bangunan bawah Jembatan Buol ini mengacu pada peraturan SNI 1725:2016 pasal 9.7 tentang pengaruh gempa. Beban rencana gempa diperoleh dari rumus sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t$$

Dimana :

$$C_{sm} = \frac{1,2 \times A \times S}{T^{\frac{2}{3}}} \leq 2,5 A, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{W}{g \times K_p}} \quad \text{dan} \quad K_p = \frac{3 \times E \times I_y}{H^3}$$

4.14.4.4. Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis

4.14.4.4.1. Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis pada Abutment Arah Melintang

$$I_Y = 9.27 \times 10^{14} \text{ mm}^4$$

$$K_p = \frac{3 \times 25310.275 \times 9.27 \times 10^{14}}{8428^3} \times 10^{-1} = 1692738.799 \text{ t/m}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{816.2045}{9.8 \times 17248733.9}} = 0.0167 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} C_{sm} &= \frac{1,2 \times 0,29 \times 1,2}{0,0167^{\frac{2}{3}}} \leq 2,5 \times 0,29 \\ &= 6.384 \leq 0.725 \\ &= 0.725 \end{aligned}$$

Untuk koefisien faktor modifikasi respons (R_d) dapat dilihat pada **Tabel 4.48**. Pada perencanaan ini, faktor modifikasi respons untuk abutment menggunakan Pilar Tipe Dinding untuk koefisien faktor modifikasi respons.

$$R_d = 2 \text{ (Sumbu Kuat)}$$

$$E_Q = \frac{0.725}{2} \times 816.204 \times 10 = 2958.74 \text{ kN}$$

Gaya gempa horizontal statis ini diterima oleh abutment pada titik pusat masa abutment atau titik berat abutment. Oleh karena terdapat jarak antara titik pusat massa dan dasar *pilecap*, maka dasar *pilecap* menerima momen akibat gaya gempa horizontal sebesar :

$$M_y = \frac{2958.74}{10} \times \frac{3210.21}{1000} = 949.82 \text{ tm}$$

4.14.4.4.2. Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis pada Abutment Arah Memanjang

$$I_x = 1.334 \times 10^{14} \text{ mm}^4$$

$$K_P = \frac{3 \times 25310.275 \times 1.334 \times 10^{14}}{8428^3} \times 10^{-1} = 1692738.799 \text{ t/m}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{816.204}{9.8 \times 1692738.799}} = 0.0440 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} C_{sm} &= \frac{1.2 \times 0.29 \times 1.2}{0.0440^{\frac{2}{3}}} \leq 2.5 \times 0.29 \\ &= 3.35 \leq 0.725 \\ &= 0.725 \end{aligned}$$

Untuk koefisien faktor modifikasi respons (R_d) dapat dilihat pada **Tabel 4.48**. Pada perencanaan ini, faktor modifikasi respons untuk abutment menggunakan Pilar Tipe Dinding untuk koefisien faktor modifikasi respons.

$$R_d = 3 \text{ (Sumbu Lemah)}$$

$$E_Q = \frac{0.725}{3} \times 816.204 \times 10 = 1972.494 \text{ kN}$$

Gaya gempa horizontal statis ini diterima oleh abutment pada titik pusat masa abutment atau titik berat abutment. Oleh karena terdapat jarak antara titik pusat massa dan dasar *pilecap*, maka dasar *pilecap* menerima momen akibat gaya gempa horizontal sebesar :

$$M_x = \frac{1972.494}{10} \times \frac{3210.21}{1000} = 633.212 \text{ tm}$$

4.14.4.4.3. Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis pada Pilar Arah Melintang

$$I_Y = 1.165 \times 10^{15} \text{ mm}^4$$

$$K_P = \frac{3 \times 25310.275 \times 1.165 \times 10^{15}}{2858^3} \times 10^{-1} = 378937695 \text{ t/m}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1235.63}{9.8 \times 378937695}} = 0.00362 \text{ s}$$

$$C_{sm} = \frac{1.2 \times 0.29 \times 1.2}{\frac{2}{0.00362^3}} \leq 2.5 \times 0.29$$

$$= 17.698 \leq 0.725$$

$$= 0.725$$

Untuk koefisien faktor modifikasi respons (R_d) dapat dilihat pada **Tabel 4.48** . Pada perencanaan ini, faktor modifikasi respons untuk abutment menggunakan Pilar Tipe Dinding untuk koefisien faktor modifikasi respons.

$$R_d = 2 \text{ (Sumbu Kuat)}$$

$$E_Q = \frac{0.725}{2} \times 1235.63 \times 10 = 4479.16 \text{ kN}$$

Gaya gempa horizontal statis ini diterima oleh abutment pada titik pusat masa abutment atau titik berat abutment. Oleh karena terdapat jarak antara titik pusat massa dan dasar *pilecap*, maka dasar *pilecap* menerima momen akibat gaya gempa horizontal sebesar :

$$M_y = \frac{4479.16}{10} \times \frac{964.422}{1000} = 431.98 \text{ tm}$$

4.14.4.4.4. Perhitungan Gaya Gempa Horizontal Statis pada Pilar Arah Memanjang

$$\begin{aligned}
 I_x &= 2.175 \times 10^{14} \text{ mm}^4 \\
 K_P &= \frac{3 \times 25310.275 \times 2.175 \times 10^{14}}{2858^3} \times 10^{-1} = 70727912.1 \text{ t/m} \\
 T &= 2\pi \sqrt{\frac{1235.63}{9.8 \times 70727912.1}} = 0.0084 \text{ s} \\
 C_{sm} &= \frac{1.2 \times 0.29 \times 1.2}{0.0084^{\frac{2}{3}}} \leq 2.5 \times 0.29 \\
 &= 10.11 \leq 0.725 \\
 &= 0.725
 \end{aligned}$$

Untuk koefisien faktor modifikasi respons (R_d) dapat dilihat pada **Tabel 4.48**. Pada perencanaan ini, faktor modifikasi respons untuk abutment menggunakan Pilar Tipe Dinding untuk koefisien faktor modifikasi respons.

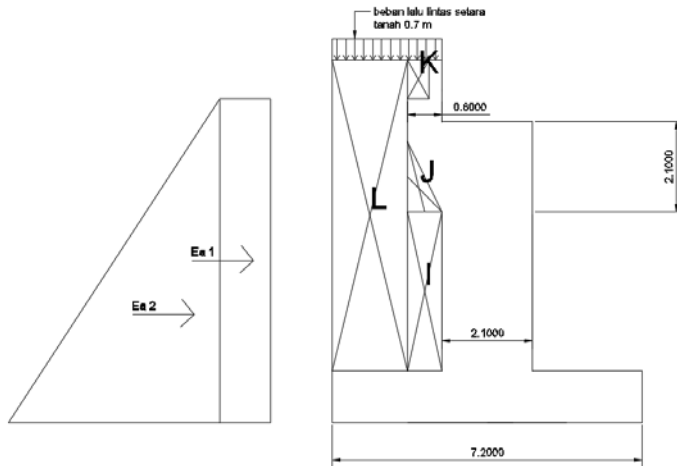
$$\begin{aligned}
 R_d &= 3 \text{ (Sumbu Lemah)} \\
 E_Q &= \frac{0.725}{3} \times 1235.63 \times 10 = 2986.11 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya gempa horizontal statis ini diterima oleh abutment pada titik pusat masa abutment atau titik berat abutment. Oleh karena terdapat jarak antara titik pusat massa dan dasar *pilecap*, maka dasar *pilecap* menerima momen akibat gaya gempa horizontal sebesar :

$$M_x = \frac{2986.11}{10} \times \frac{964.422}{1000} = 287.987 \text{ tm}$$

4.14.4.5. Beban Tekanan Tanah Aktif

Gaya yang diakibatkan oleh tekanan tanah dapat menimbulkan geser dan momen pada struktur bangunan bawah. Pada perencanaan ini, beban tekanan tanah aktif hanya diterima oleh *Abutment*. Gaya tekanan aktif tanah yang bekerja dapat dilihat pada **Gambar 4.124**.



Gambar 4. 124 Tekanan Tanah Aktif dan Beban Lalu Lintas (q)

Beban lalu lintas (q) setinggi 0.7 m setara dengan beban 1.19 t/m^2 . Untuk sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dibelakang *abutment* dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\gamma_t &= 1.7 \text{ t/m}^3 \\ \emptyset &= 30 \text{ derajat} \\ C &= 0 \\ K_{EA} &= \text{Tan}(45 - 30)^2 = 0.333\end{aligned}$$

Gaya horizontal akibat tekanan tanah aktif dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}E_{a1} &= q \times ka \times H_{tanah} \\ &= 1.19 \times 0.333 \times 8.428 = 3.343 \text{ t/m} \\ E_{a2} &= 0.5 \times 1.7 \times 0.333 \times 8.428^2 = 20.1255 \text{ t/m} \\ T_a &= (3.343 + 20.1255) \times 11.050 \times 1.25 = 324.160 \text{ t} \\ M_{TA} &= \left(80.234 \times \frac{8.428}{2}\right) + \left(277.98 \times \frac{8.428}{3}\right) = 1119.056 \text{ tm}\end{aligned}$$

Beban tanah diatas *pilecap* menambah beban vertikal dan momen pada dasar *pilecap*. Nilai beban vertikal dan momen akibat tanah vertikal dengan faktor beban 1.25 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W_k &= 18.36 \text{ ton} \\
 W_J &= 15.29 \text{ ton} \\
 W_I &= 69.50 \text{ ton} \\
 W_L &= 303.58 \text{ ton} \\
 W_{\text{total}} &= 406.73 \text{ ton} \\
 M_{TV} &= 600.52 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

4.14.4.6. Beban Tekanan Tanah Aktif akibat Gempa

Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dibelakang *abutment* untuk tekanan tanah aktif akibat gempa, dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \gamma_t &= 1.7 \text{ t/m}^3 \\
 \emptyset &= 30 \text{ derajat} \\
 C &= 0 \\
 K_h &= 0.2 \\
 \delta_E &= 20 \text{ derajat} \\
 \theta &= 0 \text{ derajat} \\
 \alpha &= 0 \text{ derajat} \\
 \theta_0 &= \tan^{-1}(0.2) = 4.933 \text{ derajat}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_{EA} &= \frac{\cos^2(\emptyset - \theta_0 + \theta)}{\cos \theta_0 \cos^2 \theta \cos(\theta - \theta_0 + \delta_E) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\emptyset - \delta_E) \sin(\theta + \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta - \theta_0 + \delta_E) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} \\
 K_{EA} &= \frac{\cos^2(30 - 4.933 + 0)}{\cos(4.933) \cos^2(0) \cos(0 - 4.933 + 20) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(30 - 20) \sin(30 + 0 - 4.933)}{\cos(0 - 4.933 + 20) \cos(0 - 0)}} \right]^2} \\
 &= 0.183
 \end{aligned}$$

Gaya horizontal akibat tekanan tanah aktif dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 E_{a1} &= q \times ka \times H_{\text{tanah}} \\
 &= 1.19 \times 0.183 \times 8.428 = 0.184 \text{ t/m} \\
 E_{a2} &= 0.5 \times 1.7 \times 0.183 \times 8.428^2 = 1.108 \text{ t/m} \\
 T_a &= (0.184 + 1.108) \times 11.050 \times 0.3 = 4.29 \text{ t}
 \end{aligned}$$

$$M_{TA} = \left(4.42 \times \frac{8.428}{2}\right) + \left(15.316 \times \frac{8.428}{3}\right) = 61.66 \text{ tm}$$

Beban tanah diatas *pilecap* menambah beban vertikal dan momen pada dasar *pilecap*. Nilai beban vertikal dan momen akibat tanah vertikal dengan faktor beban 0.3 sebagai berikut :

$$W_k = 4.41 \text{ ton}$$

$$W_J = 3.67 \text{ ton}$$

$$W_I = 16.68 \text{ ton}$$

$$W_L = 72.86 \text{ ton}$$

$$W_{total} = 97.616 \text{ ton}$$

$$M_{TV} = 144.124 \text{ tm}$$

4.14.5. Perencanaan Tiang Pancang

Dalam perencanaan tiang pancang ini, digunakan tiang pancang dengan diameter 1200 mm tipe C untuk pilar dan tipe B untuk *abutment* dengan mutu beton 52 MPa dari PT Wika Beton. Untuk Brosur Tiang Pancang PT. Wika Beton dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

4.14.5.1. Kombinasi Pembebanan

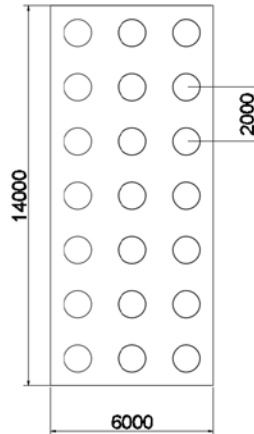
Kombinasi pembebanan untuk tiang pancang diambil dari salah satu yang paling kritis. Kombinasi yang digunakan yaitu Kombinasi Kuat 1, Kuat 3 dan Ekstreme 1. Beban akibat gaya rem, tekanan tanah aktif, beban gempa dan beban sendiri pilar telah dimasukkan kedalam ketiga kombinasi tersebut dengan faktor beban yang telah diatur pada SNI 1725:2016. Ketiga kombinasi pembebanan pilar dapat dilihat pada **Tabel 4.58**.

Tabel 4. 58 Kombinasi Pembebanan Pilar dan Abutment

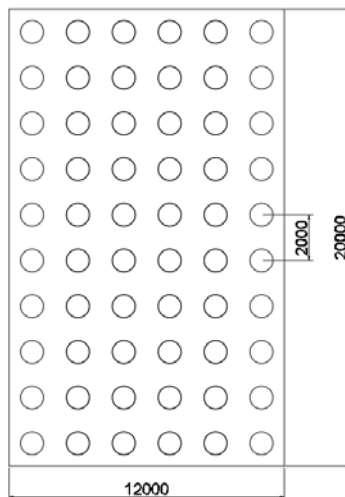
Kombinasi Pembebanan Pilar					
Kombinasi	P (t)	M _x (tm)	M _y (tm)	H _x (t)	H _y (t)
Kuat 1	5126.28	128.61	0.13	45.00	0.00
Kuat 3	3487.96	128.61	554.27	45.00	86.20
Kuat 5	3487.96	128.61	260.65	45.00	39.81
Ekstreme 1	3680.65	5365.84	1696.08	2075.33	890.22
Daya Layan 1	3089.83	71.45	221.06	25.00	33.65
Kombinasi Pembebanan Abutment					
Kombinasi	P (t)	M _x (tm)	M _y (tm)	H _x (t)	H _y (t)
Kuat 1	1816.43	549.11	-0.48	324.16	-
Kuat 3	1296.39	549.11	1004.04	324.16	13.65
Kuat 5	1481.56	549.11	304.40	324.16	6.45
Ekstreme 1	1521.74	512.05	4879.59	206.20	855.75
Daya Layan 1	1230.06	443.45	232.69	259.33	5.48

4.14.5.2. Repartisi Beban-beban di atas Tiang Kelompok

Perencanaan jumlah tiang pancang perlu memperhatikan kedalaman, diameter dan daya dukung tanah. Rencana tiang pancang *Abutment* dan Pilar dapat dilihat pada **Gambar 4.125** dan **Gambar 4.126**.



Gambar 4. 125 Rencana Tiang Pancang *Abutment*



Gambar 4. 126 Rencana Tiang Pancang Pilar

Jika tiang pancang disatukan menjadi sebuah kelompok yang disatukan oleh kepala tiang (poer) dan bekerja beban vertikal (V), horizontal (H) dan momen (M), maka beban vertikal ekuivalen (P_v) yang bekerja pada sebuah tiang sebagai berikut :

$$P_v = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_x \times x_{max}}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_y \times y_{max}}{\Sigma y^2}$$

Keterangan :

- P_v = Beban vertikal ekuivalen sebuah tiang pancang
 ΣP = Total beban aksial yang bekerja pada tiang
 M_x = Momen terhadap sumbu X
 M_y = Momen terhadap sumbu Y
 X_{max} = Koordinat tiang pancang terjauh terhadap garis netral
 Y_{max} = Koordinat tiang pancang terjauh terhadap garis netral
 Σx^2 = Jumlah kuadrat koordinat tiang pancang terhadap garis netral kelompok tiang
 Σy^2 = Jumlah kuadrat koordinat tiang pancang terhadap garis netral kelompok tiang
 n = Banyaknya tiang pancang

Hasil perhitungan P_v tiang pancang dapat dilihat pada **Tabel 4.59**.

Tabel 4. 59 Beban Vertikal Ekuivalen Tiang Pancang

Beban Vertikal Ekuivalen Tiang Pancang Pilar				
Kombinasi	P/n (t)	$M_x X/X^2$ (t)	$M_y Y/Y^2$ (t)	P_v (t)
Kuat 1	85.44	0.92	0.00	86.36
Kuat 3	58.13	0.92	2.24	61.29
Kuat 5	58.13	0.92	1.05	60.10
Ekstreme 1	61.34	38.33	6.85	106.52
Daya Layan 1	51.50	0.51	0.89	52.90
Beban Vertikal Ekuivalen Tiang Pancang Abutment				
Kombinasi	P/n (t)	$M_x X/X^2$ (t)	$M_y Y/Y^2$ (t)	P_v (t)
Kuat 1	81.54	28.11	0.01	109.66
Kuat 3	59.69	28.11	20.92	108.72
Kuat 5	65.59	28.11	6.34	100.04
Ekstreme 1	67.51	19.63	100.41	187.55
Daya Layan 1	54.64	22.62	4.85	82.10

4.14.5.3. Kontrol Kekuatan Tiang Pancang

4.14.5.3.1. Kontrol Daya Dukung Tiang Pancang Group

Kedalaman tiang pancang yang direncanakan untuk *abutment* ialah 18 meter sedangkan untuk pilar ialah 15 meter. Kontrol dilakukan dengan menggunakan data Q_{ijin} 1 tiang pada kedalaman 15 meter untuk pilar dan kedalaman 18 meter untuk *abutment* yang dapat dilihat pada **Tabel 4.54** dan **Tabel 4.55**. Kontrol daya dukung ini dilakukan dengan membandingkan daya dukung tiang pancang akibat group tiang pondasi dengan nilai P_v . Metode yang digunakan untuk mendapatkan daya dukung akibat group tiang pondasi ialah metode Converse-Labarre. Kontrol daya dukung tiang panjang sebagai berikut :

Untuk *Abutment*:

$$\text{Jumlah baris (m)} = 7$$

$$\text{Jumlah kolom (n)} = 3$$

$$S = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Tiang } \emptyset = 1000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Ce &= 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\emptyset}{S}\right)}{90} \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right) \\ &= 1 - \frac{\arctan\left(\frac{1000}{2000}\right)}{90} \times \left(2 - \frac{1}{7} - \frac{1}{3}\right) \\ &= 0.550 \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = 254.876 \text{ ton}$$

$$Q_{dukung} = Q_{ijin} \times Ce = 254.876 \times 0.550 = 140.24 \text{ ton}$$

$$P_v = 82.10 \text{ ton (Pakai beban dari kombinasi Daya Layan 1)}$$

$$P_v = 82.10 \text{ ton} < Q_{dukung} = 140.24 \text{ ton} \quad \mathbf{OK}$$

Untuk Pilar:

$$\text{Jumlah baris (m)} = 10$$

$$\text{Jumlah kolom (n)} = 6$$

$$S = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Tiang } \emptyset = 1000 \text{ mm}$$

$$Ce = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\emptyset}{S}\right)}{90} \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$$

$$= 1 - \frac{\arctan\left(\frac{1000}{2000}\right)}{90} \times \left(2 - \frac{1}{10} - \frac{1}{6}\right)$$

$$= 0.488$$

$$Q_{ijin} = 230.01 \text{ ton}$$

$$Q_{dukung} = Q_{ijin} \times Ce = 230.01 \times 0.488 = 112.333 \text{ ton}$$

$$P_v = 52.90 \text{ ton}$$

$$P_v = 52.90 \text{ ton} < Q_{ijin} = 112.333 \text{ ton}$$

OK

4.14.5.3.2. Kontrol Kekuatan Horizontal Tiang Pancang

Tiang pancang pada pilar dan *abutment* perlu dikontrol untuk menahan gaya horizontal atau lateral. Gaya ultimate lateral resistance yang bekerja pada *fixed headed pile* dapat dihitung dengan metode menurut Tomlinson dan Terzaghi sebagai berikut:

$$H_u = \frac{2M_u}{(e + Zf)}$$

Keterangan :

Zf = Letak titik jepit tanah (m)

Untuk Silt, rumusan Zf = 1.8T

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{n_h}}$$

T = *Stiffness factor* (m)

$$E = 4700 \times \sqrt{52} = 3.389 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$I = 0.03589571 \text{ m}^4 \text{ (brosur tiang pancang)}$$

$$n_h = 150000 \text{ N/m}^3 \text{ (soft organic silts)}$$

Sehingga didapatkan nilai T sebagai berikut:

$$T = \sqrt[5]{\frac{3.389 \times 10^{10} \times 0.0359}{150000}} = 6.05 \text{ m}$$

Letak titik jepit tanah dari permukaan tanah didapatkan :

$$Zf = 1.8 \times T = 1.8 \times 6.05 = 10.89 \text{ m}$$

Kontrol gaya lateral pada tiang pancang *abutment* :

$$M_{break} = 240 \text{ tm} \quad (\text{tipe C})$$

$$H_{break} = \frac{2M_{break}}{Zf} = \frac{2 \times 240}{10.89} = 44.07 \text{ ton}$$

$$H_u = \frac{848.75}{n} = \frac{848.75}{21} = 40.42 \text{ ton}$$

$$H_{break} = 44.07 \text{ ton} > H_u = 40.42 \text{ ton}$$

OK

Kontrol gaya lateral pada tiang pancang pilar :

$$M_{break} = 240 \text{ tm} \quad (\text{tipe C})$$

$$H_{break} = \frac{2M_{break}}{Zf+e} = \frac{2 \times 240}{10.89+3} = 34.55 \text{ ton}$$

$$H_u = \frac{890.22}{n} = \frac{890.22}{60} = 34.55 \text{ ton}$$

$$H_{break} = 34.55 \text{ ton} > H_u = 34.55 \text{ ton}$$

OK

4.14.6. Penulangan *Abutment* Jembatan

4.14.6.1. Penulangan Dinding *Abutment* Jembatan

Besarnya gaya dalam pada *abutment* dari hasil kombinasi

Tabel 4.55 adalah sebagai berikut :

$$P_u = 1712.33 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 787.00 \text{ tm}$$

$$M_{uy} = 4819.67 \text{ tm}$$

$$H_x = 324.16 \text{ ton}$$

$$H_y = 848.75 \text{ ton}$$

Mutu bahan:

$$F_c' = 29 \text{ MPa}$$

$$F_y = 392 \text{ MPa}$$

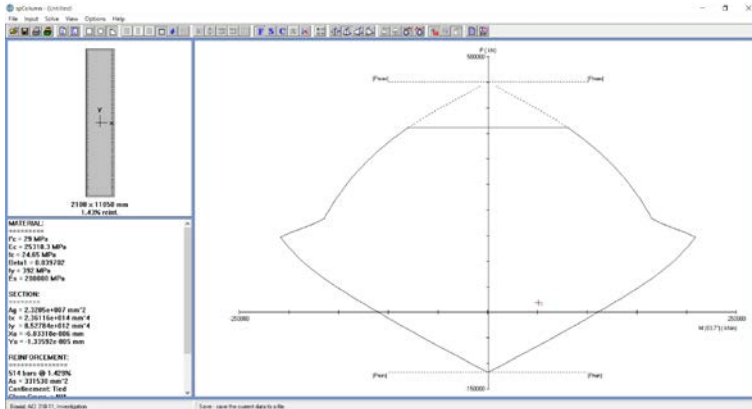
Penulangan Utama Dinding

Tulangan utama D29 mm, $A_s = 660.52 \text{ mm}^2$

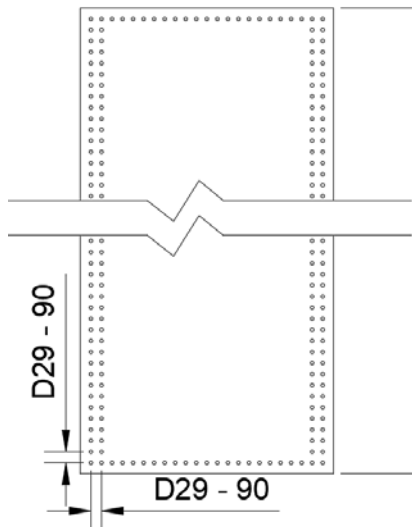
Selimit beton = 75 mm

$$d' = 2100 - 75 - 35 - 0.5 \times 29 = 1985.5 \text{ mm}$$

Dengan menggunakan software spcolumn, didapatkan rasio tulangan utama (ρ) = 1.43% yang dapat dilihat pada **Gambar 4.127**



Gambar 4. 127 Hasil Analisis Abutment dengan *Software Spcolumn*



Gambar 4. 128 Rencana Penulangan Longitudinal Dinding Abutment

Jumlah tulangan butuh,

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d' \\ &= 0.0143 \times 11100 \times 1985.5 \\ &= 313738.783 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan utama 514D25 dengan jarak 90 mm

$$A_s = 514 \times 660.52 = 361964.881 \text{ mm}^2 \geq 313738.78 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

4.14.6.2. Penulangan Geser *Abutment* Jembatan

Kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} x \sqrt{f'c'} x b x d x \left[1 + \frac{Nu}{14Ag} \right] \\ &= \frac{1}{6} x \sqrt{29} x 7228 x 8840 x \left[1 + \frac{1712.33 x 10000}{14 x (15112400)} \right] \\ &= 5822.62 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 5822.62 = 4366.96 \text{ t} > 324.16 \text{ t OK}$$

Sehingga tidak perlu tulangan geser.

4.14.6.3. Penulangan *Pilecap* *Abutment* Jembatan

Penulangan lentur *pilecap* sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada dasar abutment. Beban yang bekerja adalah P_v dan berat dari *pilecap* sendiri. Berikut adalah data-data untuk perhitungan tulangan lentur pada *pilecap* abutment:

$$\text{Tulangan Utama D25 mm, } A_s = 491.07 \text{ mm}^2$$

$$\text{Selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$d' \text{ sisi panjang} = 1200 - 75 - 25 - 0.5 \times 25 = 1087.5 \text{ mm}$$

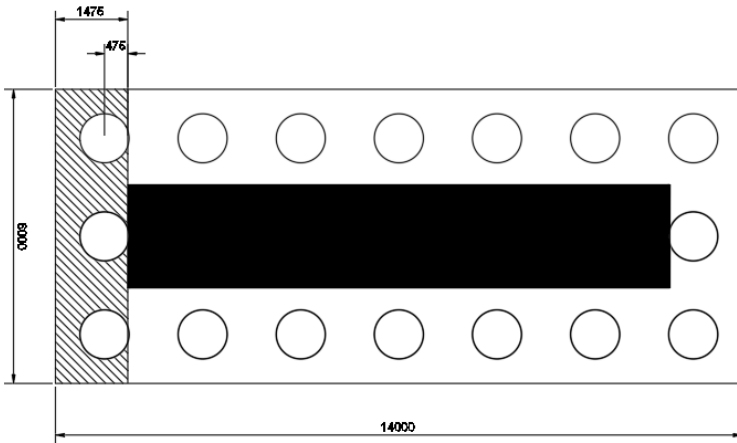
$$d' \text{ sisi pendek} = 1200 - 75 - 25 - 0.5 \times 25 = 1087.5 \text{ mm}$$

Mutu bahan:

$$F_c' = 29 \text{ MPa}$$

$$F_y = 392 \text{ MPa}$$

Penulangan lentur sisi panjang



Gambar 4. 129 Daerah Tulangan Lentur Sisi Panjang

$$P_v = 82.102 \text{ ton}$$

$$n = 3$$

$$W_u = 1.3 \times 2400 \times 6 \times 1.2 \\ = 22464 \text{ kg/m} = 0.0225 \text{ t/mm}$$

$$M_u = n \times p \times 475 - 0.5 \times W_u \times 1475^2 \\ = 3 \times 82.102 \times 475 - 24436.62 \\ = 9.255 \times 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{9.255 \times 10^8}{0.9} = 1.028 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'} = \frac{392}{0.85 \times 29} = 15.9$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{1.028 \times 10^9}{6000 \times 1087.5^2} = 0.17 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \times \frac{1}{m} \\ = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.9 \times 0.17}{392}} \right) \times \frac{1}{15.9} \\ = 0.00044$$

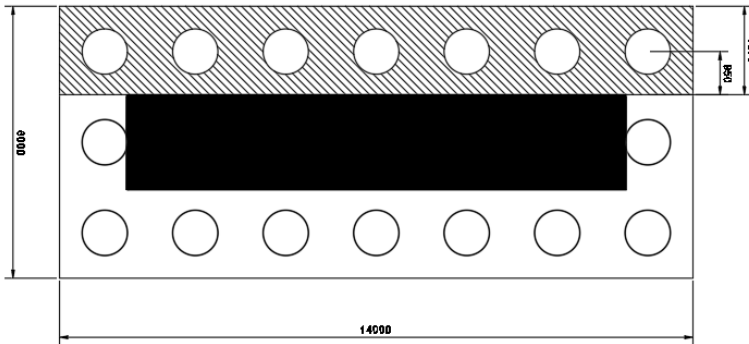
Tulangan butuh sisi bawah dan atas *pilecap*

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d' \\ &= 0.002 \times 6000 \times 1087.5 \\ &= 13050 \end{aligned}$$

Jarak tulangan

$$\text{Jarak} = \frac{491.07 \times (6000 - 75 \times 2)}{13050} = 220.05 \text{ mm, pakai D25-220 mm}$$

Penulangan lentur sisi pendek



Gambar 4.130 Daerah Tulangan Lentur Sisi Pendek

$$P_v = 82.102 \text{ ton}$$

$$n = 7$$

$$\begin{aligned} W_u &= 1.3 \times 2400 \times 14 \times 1.2 \\ &= 52416 \text{ kg/m} = 0.0524 \text{ t/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= n \times p \times 950 - 0.5 \times W_u \times 1950^2 \\ &= 3 \times 82.102 \times 950 - 99655.9 \\ &= 5.83 \times 10^9 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5.243 \times 10^9}{0.9} = 5.83 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'} = \frac{392}{0.85 \times 29} = 15.9$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{5.83 \times 10^9}{14000 \times 1087.5^2} = 0.414 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{fy}}\right) \times \frac{1}{m} \\ &= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.9 \times 0.414}{392}}\right) \times \frac{1}{15.9} \\ &= 0.001\end{aligned}$$

Tulangan butuh sisi bawah dan atas *pilecap*

$$\begin{aligned}\text{As} &= \rho \times b \times d' \\ &= 0.002 \times 14000 \times 1087.5 \\ &= 30450\end{aligned}$$

Jarak tulangan

$$\text{Jarak} = \frac{491.07 \times (14000 - 75 \times 2)}{30450} = 225.69 \text{ mm, pakai D25-220 mm}$$

Penulangan geser *pilecap*

Penulangan geser pada *pilecap* dihitung sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.11.2.1 yaitu V_c harus diambil terkecil dari :

- $V_{c1} = 0.17 \times \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times b_0 \times d$
- $V_{c2} = 0.083 \times \left(2 + \frac{\alpha \times d}{b_0}\right) \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times b_0 \times d$
- $V_{c3} = 0.33 \times \lambda \times \sqrt{f'c'} \times b_0 \times d$

Berikut adalah data *pilecap* :

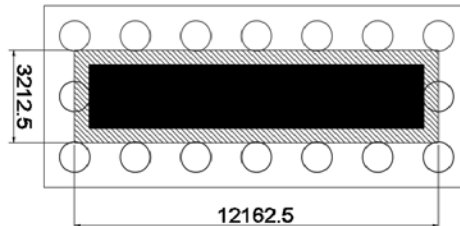
Dimensi abutment (b x h)	= 2100 x 11100
Dimensi <i>pilecap</i>	= 14000 x 6000 x 1200 mm
Tulangan utama	= 25 mm
Selimut beton	= 75 mm
F_c'	= 29 MPa
F_y	= 392 MPa
α	= 40 (interior)
	= 30 (tepi)
	= 20 (sudut/pojok)

Kontrol geser akibat pedestal:

$$\beta = 11100/2100 = 5.262$$

$$d' = 1200 - 75 - (25 \times 0.5) = 1112.5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} b_0 &= 2 \times (b + d') + 2 \times (h + d') \\ &= 2 \times (11100 + 1112.5) + 2 \times (2100 \times 1112.5) \\ &= 30750 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 4. 131 Penampang Kritis *Pilecap* Akibat Dinding Abutment

Koefisien V_{c1}

$$\text{Koef } V_{c1} = 0.17 \times \left(1 + \frac{2}{5.262}\right) = 0.235$$

Koefisien V_{c2}

$$\text{Koef } V_{c2} = 0.083 \times \left(2 + \frac{20 \times 1112.5}{30750}\right) = 0.226$$

Koefisien V_{c3}

$$\text{Koef } V_{c3} = 0.33$$

$$V_c = 0.083 \times \left(2 + \frac{20 \times 1112.5}{30750}\right) \times 1 \times \sqrt{29} \times 30750 \times 1112.5$$

$$= 41644909.89 \text{ N}$$

$$= 4164.491 \text{ ton}$$

$$\emptyset V_c = 0.75 \times 4164.491$$

$$= 3123.368 \text{ ton}$$

$$V_u = P_u + W_{\text{beton}} - n \times P_v$$

$$= 1123.2 + 2.4 \times 1.2 \times 3.212 \times 12.162 - 7 \times 82.102 \text{ ton}$$

$$= 661.02 \text{ ton} \leq \emptyset V_c = 3123.368 \text{ ton} \quad \text{OK}$$

Jadi ketebalan dan ukuran *pilecap* memenuhi untuk menahan gaya geser akibat reaksi aksial dinding abutment.

4.14.7. Penulangan Pilar Jembatan

4.14.7.1. Penulangan Dinding Pilar Jembatan

Besarnya gaya dalam pada pilar dari hasil kombinasi

Tabel 4.55 adalah sebagai berikut :

$$P_u = 5126.28 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 5365.84 \text{ tm}$$

$$M_{uy} = 1696.08 \text{ tm}$$

$$H_x = 2075.33 \text{ ton}$$

$$H_y = 890.22 \text{ ton}$$

Mutu bahan:

$$F_c' = 29 \text{ MPa}$$

$$F_y = 392 \text{ MPa}$$

Penulangan Utama Dinding

Tulangan utama D25 mm, $A_s = 491.07 \text{ mm}^2$

Tulangan susut D25 mm, $A_s = 491.07 \text{ mm}^2$

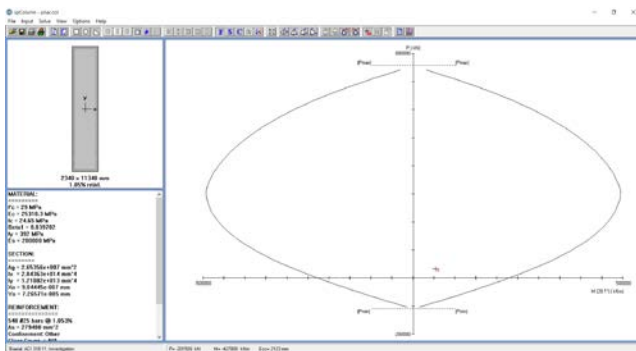
Tulangan Transversal D19 mm, $A_s = 283.53 \text{ mm}^2$

Selimut beton = 75 mm

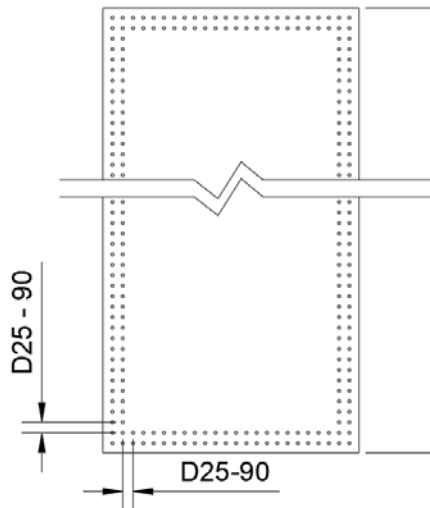
$$d' = 2400 - 75 - 25 - 0.5 \times 25 = 2227.5 \text{ mm}$$

Dengan menggunakan software spcolumn, didapatkan rasio tulangan utama (ρ) = 1.43% yang dapat dilihat pada **Gambar 4.132**

4.132



Gambar 4. 132 Hasil Analisis Pilar dengan *Software Spcolumn*



Gambar 4. 133 Rencana Penulangan Longitudinal Dinding Pilar

Jumlah tulangan butuh,

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d' \\ &= 0.0105 \times 11400 \times 2227.5 \\ &= 265228.43 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan utama 548D25 dengan jarak 90 mm

$$A_s = 548 \times 491.07 = 269106.36 \text{ mm}^2 \geq 265228.43 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

4.14.7.2. Penulangan Geser Pilar Jembatan

Kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} x \sqrt{f'c'} x b x L x \left[1 + \frac{Nu}{14Ag} \right] \\ &= \frac{1}{6} x \sqrt{29} x 1358 x 9072 x \left[1 + \frac{5126.38 x 10000}{14 x (15399720)} \right] \\ &= 1368.65 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 1368.65 = 1026.49 \text{ t} < H_x = 2075.33 \text{ t}$$

Diperlukan perencanaan penulangan Geser

$$As_{D19} = 283.53 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak } D19 = 70 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{A \times f_y \times d'}{s} = \frac{283.53 \times 392 \times 9072}{70}$$

$$= 14404167 \text{ N} = 1440.42 \text{ ton}$$

$$\phi V_n = 0.75 \times (V_c + V_s)$$

$$= 0.75 \times (1368.65 + 1440.42)$$

$$= 2106.79 \text{ ton}$$

$$\phi V_n = 2106.79 \text{ ton} > H_x = 2075.33 \text{ t}$$

OK

Jadi digunakan tulangan geser D19-70 mm

4.14.7.3. Penulangan *Pilecap* Pilar Jembatan

Penulangan lentur *pilecap* sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada dasar pilar. Beban yang bekerja adalah P_v dan berat dari *pilecap* sendiri. Berikut adalah data-data untuk perhitungan tulangan lentur pada *pilecap* pilar:

$$\text{Tulangan Utama } D29 \text{ mm, } As = 660.52 \text{ mm}^2$$

$$\text{Selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$d' \text{ sisi panjang} = 1200 - 75 - 29 - 0.5 \times 29 = 1081.5 \text{ mm}$$

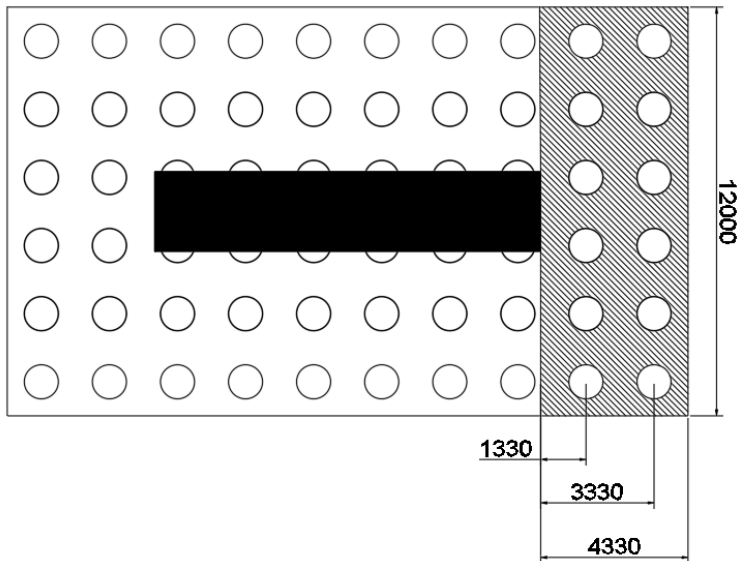
$$d' \text{ sisi pendek} = 1200 - 75 - 29 - 0.5 \times 29 = 1081.5 \text{ mm}$$

Mutu bahan:

$$F_c' = 29 \text{ MPa}$$

$$F_y = 392 \text{ MPa}$$

Penulangan lentur sisi panjang



Gambar 4. 134 Daerah Tulangan Lentur Sisi Panjang

$$P_v = 52.9 \text{ ton}$$

$$n = 12$$

$$W_u = 1.3 \times 2400 \times 12 \times 1.5 \\ = 56160 \text{ kg/m} = 0.0562 \text{ t/mm}$$

$$M_u = n \times p \times 1330 + n \times p \times 3330 - 0.5 \times W_u \times 4330^2 \\ = 6 \times 52.9 \times 1330 + 6 \times 52.9 \times 3330 - 526469.1 \\ = 9.53 \times 10^9 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{9.53 \times 10^9}{0.9} = 1.058 \times 10^{10} \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f_c'} = \frac{392}{0.85 \times 29} = 15.9$$

$$\rho_{\min} = 0.002$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{1.058 \times 10^{10}}{12000 \times 1081.5^2} = 0.543 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{fy}}\right) \times \frac{1}{m} \\ &= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.9 \times 0.543}{392}}\right) \times \frac{1}{15.9} \\ &= 0.0014\end{aligned}$$

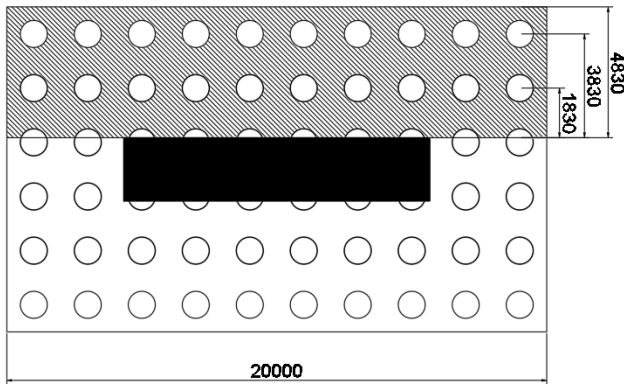
Tulangan butuh sisi bawah dan atas *pilecap*

$$\begin{aligned}\text{As} &= \rho \times b \times d' \\ &= 0.002 \times 12000 \times 1081.5 \\ &= 23254.05 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak tulangan

$$\text{Jarak} = \frac{660.52 \times (12000 - 75 \times 2)}{23254.05} = 330 \text{ mm, pakai D29-250 mm}$$

Penulangan lentur sisi pendek



Gambar 4.135 Daerah Tulangan Lentur Sisi Pendek

$$P_v = 52.9 \text{ ton}$$

$$n = 20$$

$$\begin{aligned}W_u &= 1.3 \times 2400 \times 20 \times 1.5 \\ &= 93600 \text{ kg/m} = 0.0936 \text{ t/mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_u &= n \times p \times 1830 + n \times p \times 3830 - 0.5 \times W_u \times 4830^2 \\ &= 10 \times 52.9 \times 1830 + 10 \times 52.9 \times 3830 - 877448.5 \\ &= 1.9 \times 10^9 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{1.9 \times 10^9}{0.9} = 2.113 \times 10^{10} \text{ Nmm} \\
 m &= \frac{f_y}{0.85 \times f_c'} = \frac{392}{0.85 \times 29} = 15.9 \\
 \rho_{\min} &= 0.002 \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{5.482 \times 10^{10}}{20000 \times 1081.5^2} = 0.651 \text{ N/mm}^2 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}}\right) \times \frac{1}{m} \\
 &= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.9 \times 0.651}{392}}\right) \times \frac{1}{15.9} \\
 &= 0.00168
 \end{aligned}$$

Tulangan butuh sisi bawah dan atas *pilecap*

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d' \\
 &= 0.002 \times 20000 \times 1081.5 \\
 &= 46543.22 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan

$$\text{Jarak} = \frac{660.52 \times (20000 - 75 \times 2)}{46543.22} = 281.7 \text{ mm, pakai D29-200 mm}$$

Penulangan geser *pilecap*

Penulangan geser pada *pilecap* dihitung sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.11.2.1 yaitu V_c harus diambil terkecil dari :

- $V_{c1} = 0.17 \times \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_0 \times d$
- $V_{c2} = 0.083 \times \left(2 + \frac{\alpha \times d}{b_0}\right) \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_0 \times d$
- $V_{c3} = 0.33 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_0 \times d$

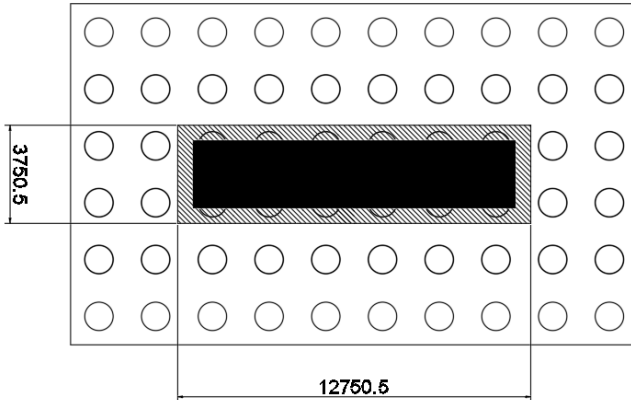
Berikut adalah data *pilecap* :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi abutment (b x h)} &= 2400 \times 11400 \\
 \text{Dimensi } \textit{pilecap} &= 20000 \times 12000 \times 1500 \text{ mm} \\
 \text{Tulangan utama} &= 25 \text{ mm} \\
 \text{Selimut beton} &= 75 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

F_c'	= 29 MPa
F_y	= 392 MPa
α	= 40 (interior)
	= 30 (tepi)
	= 20 (sudut/pojok)

Kontrol geser akibat pedestal:

$$\begin{aligned}\beta &= 11400/2400 = 4.846 \\ d' &= 1500 - 75 - (29 \times 0.5) = 1410.5 \text{ mm} \\ b_0 &= 2 \times (b + d') + 2 (h + d') \\ &= 2 \times (11400 + 1410.5) + 2 \times (2400 + 1410.5) \\ &= 33002 \text{ mm}\end{aligned}$$



Gambar 4. 136 Penampang Kritis *Pilecap* Akibat Dinding Abutment

Koefisien V_{c1}

$$\text{Koef } V_{c1} = 0.17 \times \left(1 + \frac{2}{4.846}\right) = 0.240$$

Koefisien V_{c2}

$$\text{Koef } V_{c2} = 0.083 \times \left(2 + \frac{20 \times 1110.5}{33002}\right) = 0.237$$

Koefisien V_{c3}

$$\text{Koef } V_{c3} = 0.33$$

Menggunakan perumusan V_{c2}

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.083 \times \left(2 + \frac{20 \times 1410.5}{33002} \right) \times 1 \times \sqrt{29} \times 33002 \times 1410.5 \\
 &= 59397152.4 \text{ N} \\
 &= 5939.72 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset V_c &= 0.75 \times 5939.72 \\
 &= 4454.786 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= P_u + W_{\text{beton}} - n \times P_v \\
 &= 4003.08 + 2.4 \times 1.2 \times 3.7505 \times 12.750.5 - 12 \times 52.9 \\
 &= 3540.43 \text{ ton} > \emptyset V_c = 4454.786 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tidak diperlukan perencanaan penulangan Geser

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari berbagai kontrol dan analisa perhitungan yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan tugas akhir ini antara lain :

1. Perencanaan pelat lantai kendaraan merupakan pelat beton yang memiliki ketebalan 20 cm dan dilapisi aspal dengan ketebalan 5 cm.
2. Profil struktur sekunder Jembatan Buol menggunakan produk dari 3 sumber yaitu *JFE Steel Corporation* untuk profil WF dengan mutu baja ASTM A36 ($f_u = 390$ Mpa dan $f_y = 250$ Mpa), PT. Gunung Garuda untuk profil siku dengan mutu baja ASTM A36 ($f_u = 390$ Mpa dan $f_y = 250$ Mpa) dan *Steel Tube Institute of North America* untuk profil *Circular hollow* dengan mutu ASTM A500 GrB ($f_u = 400$ Mpa dan $f_y = 290$ Mpa). Dari hasil perhitungan struktur sekunder jembatan busur didapatkan :
 - Gelagar memanjang WF 434 x 299 x 10 x 15
 - Gelagar melintang WF 786 x 384 x 19.7 x 33.4
 - Ikatan angin lantai kendaraan L 200 x 200 x 20
 - Ikatan angin tepi atas O 8.625"
 - Ikatan silang angin rangka O 7"
 - Ikatan angin tepi bawah O 8.625"
3. Pada permodelan Jembatan Busur Menerus Buol dengan menggunakan SAP2000, digunakan permodelan 2 dimensi untuk memperoleh gaya aksial batang maksimum sesuai dengan garis pengaruh yang diberi beban berjalan 1 ton yang kemudian dijadikan acuan untuk mendesain dimensi profil rangka utama dari

Jembatan Busur Menerus Buol. Untuk desain profil rangka utama dari Jembatan Buol, dibagi menjadi 6 segmen utama dengan asumsi setiap batang mewakili dari seluruh batang yang ada pada segmen.

4. Profil rangka utama menggunakan brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business* yang memiliki mutu SN490 B ($f_y = 345$ Mpa dan $f_u = 490$ Mpa)

Berikut merupakan rekap profil rangka utama jembatan :

- Batang tepi atas segmen 1 - 2 Box 550 x 550 x 32
 - Batang tepi atas segmen 3 & 5 Box 350 x 350 x 19
 - Batang tepi atas segmen 4 & 6 Box 400 x 400 x 22
 - Batang tepi bawah segmen 1 & 6 Box 350 x 350 x 19
 - Batang tepi bawah segmen 2 Box 500 x 500 x 28
 - Batang tepi bawah segmen 3 & 4 Box 650 x 650 x 36
 - Batang tepi bawah segmen 5 Box 450 x 450 x 25
 - Batang vertikal segment 1 & 3 Box 350 x 350 x 19
 - Batang vertikal segment 4 Box 450 x 450 x 25
 - Batang vertikal segment 5 & 6 Box 350 x 350 x 19
 - Batang diagonal segmen 1 - 3 Box 350 x 350 x 19
 - Batang diagonal segmen 4 & 5 Box 400 x 400 x 22
 - Batang diagonal segmen 6 Box 350 x 350 x 19
 - Batang tarik Box 500 x 500 x 28
 - Kolom portal akhir Box 500 x 500 x 22
 - Balok portal akhir Box 500 x 500 x 22
 - Batang penggantung *Full Locked Cables* berdiameter 50 mm ($f_y = 734$ Mpa dan $f_u = 1211.64$ Mpa)
5. Berat total keseluruhan struktur dari perhitungan SAP200 seberat 1127.397 ton, sedangkan perhitungan manual sebesar 1088.356 ton. Perbedaan berat memiliki selisih sebesar 3.46 % < 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa permodelan struktur yang telah dikerjakan sudah sesuai.
 6. Perletakan yang digunakan menggunakan *POT Bearing*

dari perusahaan *Freyssinet* dengan tipe GG 30000, GG 20000, FX 30000 dan GL 4000

7. *Abutment* jembatan memiliki tinggi 7.3 meter dan panjang 11.1 meter dengan lebar poer 6 meter, panjang 14 meter dan tebal 1.2 meter. Mutu beton yang digunakan adalah $f'c$ 29 Mpa dan mutu tulangan adalah f_y 392 MPa.
8. Pilar jembatan memiliki tinggi 1.4 meter, lebar 2.1 dan panjang 11.4 meter dengan lebar poer 12 meter, panjang 20 meter tebal 1.5 meter. Mutu beton yang digunakan adalah $f'c$ 29 Mpa dan mutu tulangan adalah f_y 392 MPa.
9. Pondasi struktur menggunakan tiang pancang *spun pile* PT. WIKA BETON dengan diameter 100 cm Tipe C untuk *abutment* yang memiliki kedalaman 18 meter dan diameter 100 cm Tipe C untuk pilar yang memiliki kedalaman 15 meter sesuai dengan penyelidikan tanah SPT (*Standard Penetration Test*). Jumlah tiang pancang yang dibutuhkan untuk *abutment* sebanyak 21 buah dan untuk pilar sebanyak 60 buah

5.2. Saran

Dalam laporan Tugas Akhir ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan dalam pengerjaannya. Berikut merupakan saran untuk memperbaiki perencanaan jembatan busur sehingga untuk kedepannya didapatkan hasil yang lebih baik dan maksimal.

1. Dalam perhitungan desain jembatan busur disarankan menggunakan software MIDAS CIVIL daripada SAP2000. Karena dalam MIDAS CIVIL lebih khusus dalam perhitungan jembatan sehingga hasil yang didapatkan lebih baik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Steel Construction. 2010. **ANSI/AISC 360-10 Specification for Structural Steel Buildings**. AISC. United States of America
- Amon, Rene, dkk. 2000. **Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek**. Cetakan Ketiga. Diterjemahkan oleh Ridwan Handoyo. Pradnya Paramita. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. **Bridge Management System (BMS) Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan**. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. **RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan**. BSN. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. **SNI 2833:2008 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan**. BSN. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. **SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung**. BSN. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. **SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan**. BSN. Jakarta
- Barker, Richard M dan Jay A. Puckett. 2013. **Design of Highway Bridges : An LRFD Approach**. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.
- Bina Marga. 2005. **Laporan Final Engineering Jilid B: Penyidikan Tanah Paket-01 Perencanaan Teknis Jembatan Buol**. Bina Marga. Jakarta
- Bowles, joseph E. 1988. **Analisis dan Desain Pondasi**. Erlangga. Jakarta.
- Chen, Wf dan J.Y. Richard Liew. 2002. **The Civil Engineering Handbook Second Edition**. CRC Press LLC. United States of America

- Civeng, Mas. 2015. **Artikel Jembatan Abutment Teknik Sipil**, <URL:<http://www.ilmutekniksipilindonesia.com/2015/04/artikel-jembatan-abutment-tekniksipil.html>>
- Corus UK Limited. 2003. **Jumbo Structural Hollow Section**. Eikon Ltd. United Kingdom
- Departemen Pekerjaan Umum. 1992. **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan**. PU. Jakarta
- Harwijono, Ir., Dr. Ir. Hidajat Sugihardjo, MS., dan Ir. Djoko Irawan, MS. 2007. **Diktat Kuliah Jembatan Bentang Panjang**. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- JFE Steel Corporation. 2011. **Wide Flange Shapes**. JFE Steel Corporation. Jepang
- Marwan dan Isdarmanu. 2006. **Buku Ajar Struktur Baja I**. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- PFEIFER. 2007. **PFEIFER Tension Members**. PFEIFER SEIL-UND HEBETECHNICK GMBH. Jerman
- PT. Gunung Garuda. 2016. **Angle (Hot Rolled)**. Gunung Garuda. Bekasi
- PT. Wijaya Karya Beton. 2017. **Brochure The Precast Concrete Manufacturer**. PT. Wijaya Karya Beton. Bekasi.
- Soletanche Freyssinet. 2016. **Freyssinet Mechanical Bearings**. Freyssinet. France
- Steel Tube Institute. 2002. **Hollow Structural Section Dimensions and Section Properties**. Steel Tube Institute. United States of America.
- Steen, George Perry. 1993. "Design study of a three span continuous tied-arch bridge". **Master Theses**. Paper 4754
- Wahyudi, Herman. 2013. **Daya Dukung Pondasi Dalam**. ITS Press. Surabaya.

Lampiran 1 : Brosur JFE STEEL



WIDE FLANGE SHAPES



JFE Steel Corporation

4 Specifications

(1) Specifications

ASTM	ASTM A36, A572
BS	BS EN10025-2
JIS	JIS G 3136 (SN400A, B, C, SN490B, C) JIS G 3101 (SS400) JIS G 3106 (SM400A, B, C, SM490A, B, C, SM490YA, YB)
KS	KS D 3503 (SS400) KS D 3515 (SM400A, SM400B, SM490A, SM490B)

(2) Corresponding Specifications

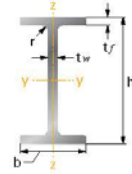
Specification		Inch H ASTM A6	JIS H JIS G 3192	Fixed Dimension	Heavy Wide Flange	Special Type		
						J grip-H	Stripe-H	Embossed H
ASTM	A36	○	○					
	A572 Gr.50	○	○					
	A992	○	○					
BS EN10025-2	S275JR	○	○	△				△*
	S275J0	○	○	△				△*
	S355JR	○	○	△				△*
	S355J0	○	○	△				△*
JIS G 3101	SS400	○	○	○	○			△
JIS G 3106	SM400A	○	○	○	○		△	
	SM400B	○	○	○	○			
	SM490A	○	○	○	○	△	△	△
	SM490B	○	○	○	○			△*
	SM490YA	○	○				△	
	SM490YB	○	○					
JIS G 3136	SN400A		○	○	○			
	SN400B		○	○	○			
	SN490B		○	○	○			
KS D 3503	SS400		○		○			
KS D 3515	SM400A		○		○			
	SM400B		○		○			
	SM490A		○		○			
	SM490B		○		○			

Some sizes are not manufacturable ; consult us in advance.

Please consult us in advance about the tolerances of the shapes and dimensions marked with △.

* : Test pieces for Charpy V-notch testing applies 1/2 size specimens.

5 Sizes and Section Properties



Wide Flange Shapes (ASTM A 6 Inch Series)

Nominal Size		Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm ²)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm ⁴)		Elastic Modulus (cm ³)		Plastic Modulus (cm ³)	
h x b	lbs/ft	h	b	t _w	t _f	r			Axis y-y I _y	Axis z-z I _z	Axis y-y Wel. y	Axis z-z Wel. z	Axis y-y Wpl. y	Axis z-z Wpl. z
W920 x 420 (W36 x 16 ^{1/2})	x 393	960	427	31.0	55.9	18	746	585	1,140,000	73,000	23,800	3,410	27,300	5,310
	x 359	950	425	28.4	51.1	18	680	534	1,030,000	65,500	21,600	3,080	24,700	4,790
	x 328	942	422	25.9	47.0	18	622	488	932,000	59,200	19,800	2,800	22,500	4,340
	x 300	933	423	24.0	42.7	18	570	447	843,000	54,000	18,100	2,550	20,500	3,950
	x 280	928	422	22.5	39.9	18	532	417	782,000	49,900	16,900	2,370	19,100	3,660
	x 260	921	420	21.3	36.6	18	494	387	715,000	45,400	15,500	2,160	17,500	3,330
	x 245	916	419	20.3	34.3	18	465	365	668,000	42,200	14,600	2,010	16,500	3,110
x 230	912	418	19.3	32.0	18	436	342	621,000	39,100	13,600	1,870	15,400	2,880	
W920 x 310 (W36 x 12)	x 210	932	309	21.1	34.5	18	399	313	548,000	17,100	11,800	1,110	13,600	1,750
	x 194	927	308	19.4	32.0	18	368	289	505,000	15,700	10,900	1,020	12,600	1,610
	x 182	923	307	18.4	30.0	18	346	271	470,000	14,500	10,200	944	11,800	1,490
	x 170	919	306	17.3	27.9	18	323	253	436,000	13,300	9,500	872	10,900	1,370
	x 160	915	305	16.5	25.9	18	303	238	405,000	12,300	8,860	805	10,200	1,270
	x 150	911	304	15.9	23.9	18	285	224	376,000	11,200	8,250	739	9,520	1,160
W840 x 400 (W33 x 15 ^{3/4})	x 387	913	411	32.0	57.9	18	736	577	1,010,000	67,500	22,200	3,280	25,600	5,110
	x 354	903	409	29.5	53.1	18	672	527	914,000	60,700	20,200	2,970	23,200	4,620
	x 318	893	406	26.4	48.0	18	603	474	813,000	53,700	18,200	2,650	20,800	4,100
	x 291	885	404	24.4	43.9	18	552	434	736,000	48,400	16,600	2,400	18,900	3,710
	x 263	877	401	22.1	39.9	18	499	392	659,000	43,100	15,000	2,150	17,000	3,320
	x 241	868	403	21.1	35.6	18	457	359	590,000	38,800	13,600	1,930	15,400	2,980
	x 221	862	401	19.7	32.4	18	419	329	535,000	35,000	12,400	1,740	14,000	2,690
x 201	855	400	18.2	29.2	18	381	299	480,000	31,200	11,200	1,560	12,600	2,410	
W760 x 380 (W30 x 15)	x 326	823	390	29.0	52.1	18	617	485	698,000	51,800	17,000	2,650	19,500	4,120
	x 292	813	387	25.9	47.0	18	553	434	619,000	45,700	15,200	2,360	17,400	3,660
	x 261	803	385	23.6	41.9	18	495	388	544,000	40,000	13,600	2,080	15,400	3,210
	x 235	795	382	21.1	38.1	18	445	349	487,000	35,600	12,200	1,860	13,900	2,870
	x 211	786	384	19.7	33.4	18	400	314	428,000	31,500	10,900	1,640	12,300	2,530
	x 191	779	382	18.0	30.1	18	362	284	382,000	28,000	9,810	1,470	11,000	2,260
x 173	773	381	16.6	27.1	18	328	257	342,000	24,900	8,840	1,310	9,930	2,010	
W690 x 360 (W27 x 14)	x 194	714	356	19.0	34.0	18	368	289	326,000	25,800	9,140	1,440	10,300	2,230
	x 178	706	358	18.4	30.2	18	337	265	292,000	23,100	8,260	1,290	9,320	1,990
	x 161	701	356	16.8	27.4	18	306	240	262,000	20,700	7,480	1,160	8,420	1,790
x 146	696	355	15.4	24.8	18	277	217	235,000	18,500	6,760	1,040	7,590	1,600	

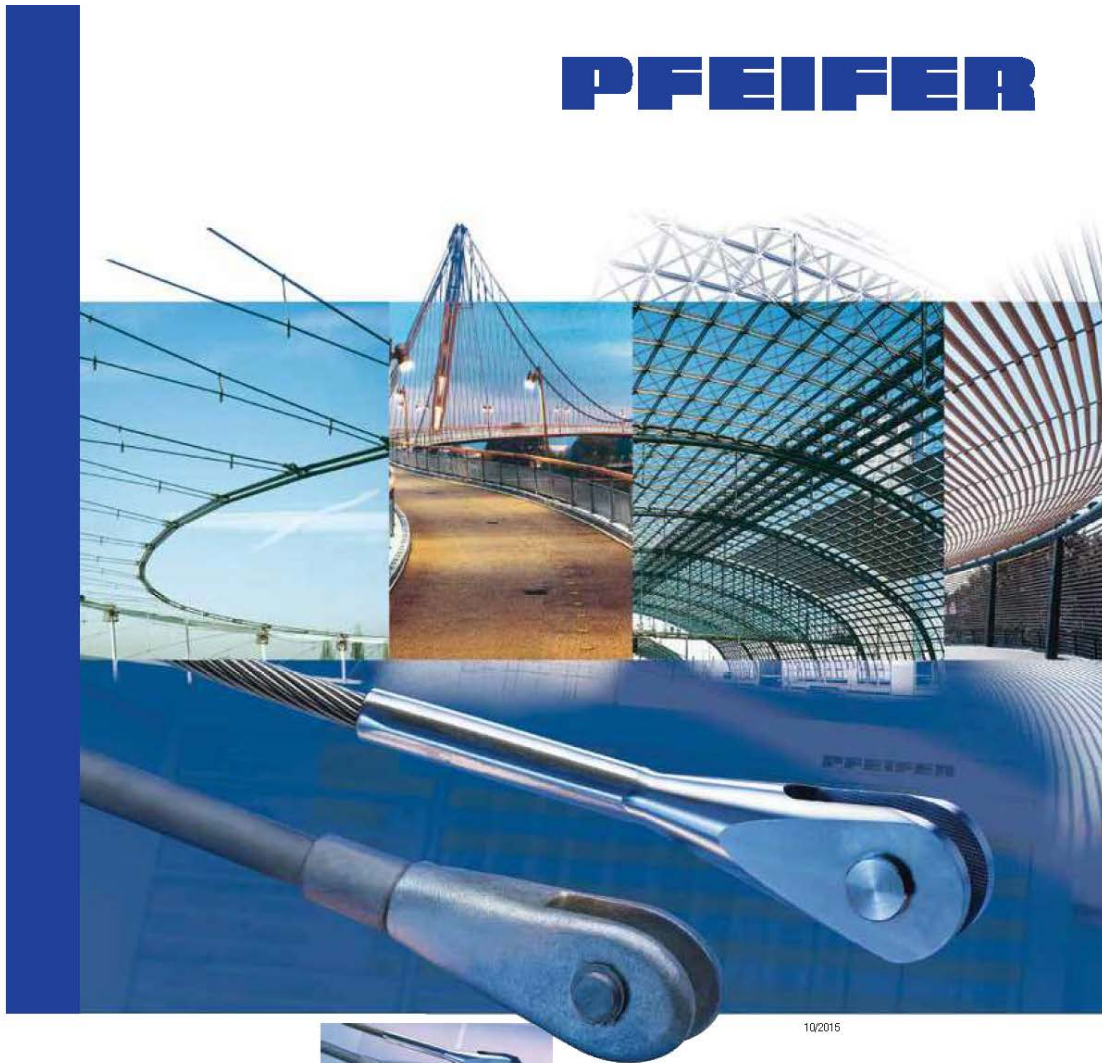
Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

Lampiran 1 : Brosur JFE STEEL

	Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm ²)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm ⁴)		Elastic Modulus (cm ³)		Plastic Modulus (cm ³)	
	h x b	h	b	t _w	t _f	r			Axis y-y I _y	Axis z-z I _z	Axis y-y W _{el.y}	Axis z-z W _{el.z}	Axis y-y W _{pl.y}	Axis z-z W _{pl.z}
Medium Width	600 x 300	*594	302	14	23	13	217.1	170	134,000	10,600	4,500	700	5,060	1,080
		588	300	12	20	13	187.2	147	114,000	9,010	3,890	601	4,350	921
		*582	300	12	17	13	169.2	133	98,900	7,660	3,400	511	3,820	786
	500 x 300	*494	302	13	21	13	187.0	147	81,700	9,650	3,310	639	3,700	978
		488	300	11	18	13	159.2	125	68,900	8,110	2,820	540	3,130	825
		*482	300	11	15	13	141.2	111	58,300	6,760	2,420	450	2,700	690
	450 x 300	*446	302	13	21	13	180.8	142	65,000	9,650	2,920	639	3,250	976
		440	300	11	18	13	153.9	121	54,700	8,110	2,490	540	2,760	976
		*434	299	10	15	13	131.6	103	45,500	6,690	2,090	447	2,320	682
	400 x 300	390	300	10	16	13	133.3	105	37,900	7,200	1,940	480	2,140	730
		*386	299	9	14	13	117.4	92.2	32,900	6,240	1,700	417	1,870	634
	350 x 250	340	250	9	14	13	99.53	78.1	21,200	3,650	1,250	292	1,380	445
*336		249	8	12	13	86.17	67.6	18,100	3,090	1,070	248	1,190	378	
300 x 200	*298	201	9	14	13	82.03	64.4	13,100	1,900	878	189	982	289	
	294	200	8	12	13	71.05	55.8	11,100	1,600	756	160	842	245	
250 x 175	244	175	7	11	13	55.49	43.6	6,040	984	495	112	550	172	
200 x 150	194	150	6	9	8	38.11	29.9	2,630	507	271	67.6	301	103	
Small Width	600 x 200	*612	202	13	23	13	168.0	132	101,000	3,170	3,310	314	3,820	495
		*606	201	12	20	13	149.8	118	88,300	2,720	2,910	270	3,360	426
		600	200	11	17	13	131.7	103	75,600	2,270	2,520	227	2,900	358
		*596	199	10	15	13	117.8	92.4	66,600	1,980	2,240	199	2,580	312
	500 x 200	*506	201	11	19	13	129.3	102	55,500	2,580	2,190	256	2,500	399
		500	200	10	16	13	112.3	88.2	46,800	2,140	1,870	214	2,130	333
		*496	199	9	14	13	99.29	77.9	40,800	1,840	1,650	185	1,870	288
	450 x 200	*456	201	10	17	13	112.0	87.9	39,800	2,310	1,750	229	1,980	355
		450	200	9	14	13	95.43	74.9	32,900	1,870	1,460	187	1,650	290
		*446	199	8	12	13	82.97	65.1	28,100	1,580	1,260	159	1,420	245
	400 x 200	*404	201	9	15	13	95.41	74.9	27,200	2,030	1,350	202	1,510	312
		400	200	8	13	13	83.37	65.4	23,500	1,740	1,170	174	1,310	267
		*396	199	7	11	13	71.41	56.1	19,800	1,450	999	145	1,110	223
	350 x 175	*354	176	8	13	13	73.45	57.7	16,000	1,180	906	134	1,020	208
		350	175	7	11	13	62.91	49.4	13,500	984	771	112	864	173
		*346	174	6	9	13	52.45	41.2	11,000	791	638	91.0	712	140
	300 x 150	300	150	6.5	9	13	46.78	36.7	7,210	508	481	67.7	542	105
		*298	149	5.5	8	13	40.80	32.0	6,320	442	424	59.3	475	91.8

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.
Standard of sizes marked with * are SS and SM.

PFEIFER



PFEIFER-Zugglieder
PFEIFER Tension Members

PFEIFER
SEIL- UND HEBETECHNIK
GMBH

DR.-KARL-LENZ-STRASSE 66
DE-87700 MEMMINGEN
TELEFON + 49 (0) 8331-937-523
TELEFAX + 49 (0) 8331-937-350
E-MAIL cablestructures@pfeifer.de
INTERNET www.pfeifer.info

Lampiran 2 : Brosur PFEIFER Cable Structures

PFEIFER
Seilbau Cable Structures

Vollverschlossenes Seil – GALFAN Full Locked Cable – GALFAN

CE 0769 EOTA
ETA-11/0160

PV

VVS-1



VVS-2



VVS-3



Technische Daten

Material:
unlegierter Qualitätsstahl

Elastizitätsmodul:
160 ± 10 kN/mm²

Toleranz d_s:
+ 3%

Korrosionsschutz:
innere Lagen: feuerverzinkt
mit Innenverfüllung
äußere Lagen: GALFAN verzinkt
ohne Innenverfüllung

Technical Data

Material:
unalloyed quality steel

Modulus of Elasticity:
160 ± 10 kN/mm²

Tolerance d_s:
+ 3%

Corrosion Protection:
inner layers: Hot dip galvanised
with inner filling
outer layers: GALFAN coated
without inner filling



Die Seilsysteme – Datenblätter
The Cable Systems – Data Sheets

Größe size	Charakt. Bruchkraft charact. breaking load Z _{b,k} DIN 18800* kN	Grenzzugkraft limit tension Z _{R,d} DIN 18800 kN	Metall. Querschnitt metallic cross section ca. / approx. mm	Gewicht* weight* ca. / approx. kg	Konstruktion construction **	Seil-Nenn Durchmesser nomin. strand dia. d _s mm
PV 40	405	245	281	2,4	VVS-1	21
PV 60	621	376	430	3,6	VVS-1	26
PV 90	916	555	634	5,3	VVS-2	31
PV 115	1170	709	808	6,8	VVS-2	35
PV 150	1520	921	1060	8,9	VVS-2	40
PV 195	1930	1170	1340	11,2	VVS-2	45
PV 240	2380	1442	1650	13,8	VVS-2	50
PV 300	3020	1830	2090	17,2	VVS-3	55
PV 360	3590	2176	2490	20,5	VVS-3	60
PV 420	4220	2558	2920	24,1	VVS-3	65
PV 490	4890	2964	3390	27,9	VVS-3	70
PV 560	5620	3406	3890	32,1	VVS-3	75
PV 640	6390	3873	4420	36,4	VVS-3	80
PV 720	7210	4370	4990	41,1	VVS-3	85
PV 810	8090	4903	5600	46,2	VVS-3	90
PV 910	9110	5521	6310	52,0	VVS-3	95
PV 1010	10100	6121	6990	57,6	VVS-3	100
PV 1110	11100	6727	7710	63,5	VVS-3	105
PV 1220	12200	7394	8460	69,7	VVS-3	110
PV 1340	13400	8121	9240	76,2	VVS-3	115
PV 1450	14500	8788	10100	83,2	VVS-3	120
PV 1580	15800	9576	10900	89,8	VVS-3	125
PV 1730	17300	10485	11900	96,7	VVS-3	130
PV 1860	18600	11273	12900	104,8	VVS-3	135
PV 2000	20000	12121	13900	112,9	VVS-3	140

**VVS-1 = 1, VVS-2 = 2, VVS-3 = 3 und mehr Lagen Profildrähte

*nach EC 3 = F_{tk} und nach ASCE 19-96 = S_d

Unter Vorspannung und / oder Witterungseinflüssen ist der Austritt von Innenverfüllung möglich.

Konstruktionsänderungen vorbehalten

Größere Abmessungen und Zwischengrößen auf Anfrage

**VVS-1 = 1, VVS-2 = 2, VVS-3 = 3 and more layers z-profiled wires

*according EC 3 = F_{tk} and according ASCE 19-96 = S_d

Due to prestressing and / or differing weather conditions inner filling may escape to the surface.

Subject to technical modifications

Bigger dimensions and intermediate dimensions upon request

88

10/2015

Lampiran 2 : Brosur PFEIFER Cable Structures

Gabelseilhülse Open Spelter Socket



PV Typ Type 802



Technische Daten

Material:
gemäß Zulassung ETA-11/0160

Korrosionsschutz:
feuerverzinkt 80 µm DIN EN ISO 1461
altern. spritzverzinkt

Seilverguss:
gemäß Zulassung ETA-11/0160

Dimensionierung der Anschlussbleche
gemäß Typ 842 empfohlen

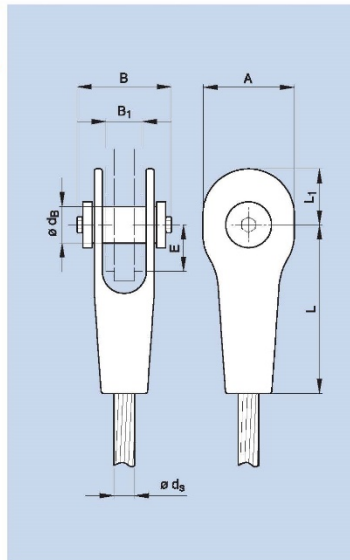
Technical Data

Material:
According to technical approval ETA-11/0160

Corrosion Protection:
Hot dip galvanised 80 µm DIN EN ISO 1461
altern. spray galvanised

Socketing:
According to technical approval ETA-11/0160

Dimensioning of connection plates
according to Type 842 recommended



Die Seilsysteme – Datenblätter
The Cable Systems – Data Sheets

Größe size	Ges.-Gewicht* tot.-weight									
	A mm	B mm	min. B ₁ mm	max. B ₁ mm	d ₈ mm	max. E mm	L ₁ mm	L mm	kg	max. d ₉ mm
PV 40	90	103	40	42	39	48	55	170	3	21
PV 60	110	120	50	53	44	58	68	210	5	26
PV 90	135	146	60	64	54	72	83	255	9	31
PV 115	160	165	70	74	64	82	98	295	15	35
PV 150	160	165	70	74	64	82	98	295	15	40
PV 195	180	190	80	85	73	96	110	340	23	45
PV 240	200	210	90	96	83	106	123	380	31	50
PV 300	230	235	100	107	88	120	140	425	44	55
PV 360	250	251	110	118	98	130	153	465	58	60
PV 420	270	281	120	129	108	144	165	510	76	65
PV 490	290	296	130	139	118	154	178	550	95	70
PV 560	320	335	140	150	128	168	195	595	149	75
PV 640	340	359	150	161	138	178	208	635	183	80
PV 720	360	374	160	172	142	192	220	680	215	85
PV 810	380	401	170	183	153	202	233	720	262	90
PV 910	410	434	180	194	162	231	260	780	324	95
PV 1010	430	451	190	205	172	226	263	805	369	100
PV 1110	450	466	200	216	182	240	275	850	424	105
PV 1220	480	498	205	222	187	262	295	900	527	110
PV 1340	503	520	218	237	202	264	317	935	625	115
PV 1450	530	544	230	251	207	302	335	1015	749	120
PV 1580	550	555	238	259	217	288	350	1020	808	125
PV 1730	570	590	247	269	227	300	365	1063	913	130
PV 1860	590	605	256	280	237	315	380	1105	1015	135
PV 2000	620	622	267	290	247	324	395	1148	1132	140

10/2015 *ohne Vergussmaterial
Maßangaben ohne Korrosionsschutz
Konstruktionsänderungen vorbehalten
Größere Abmessungen auf Anfrage

*without molten zinc
Dimensions without corrosion protection
Subject to technical modifications
Bigger dimensions upon request

Lampiran 2 : Brosur PFEIFER Cable Structures

Vergusschülse mit Augenstab Open Bridge Socket



PV Typ Type 804



Technische Daten

Material:
gemäß Zulassung ETA-11/0160

Korrosionsschutz:
Vergusschülse: feuerverzinkt
Gewindestangen: Zink/Nickel-beschichtet
(inkl. Außengewinde)
Augenstab: feuerverzinkt

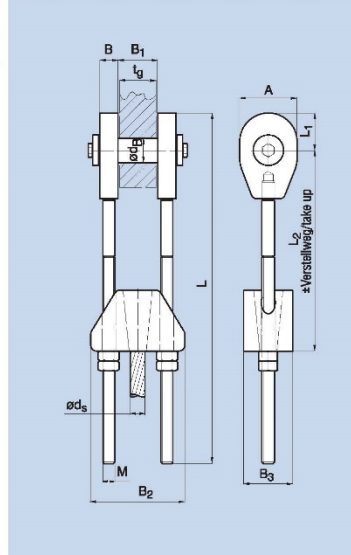
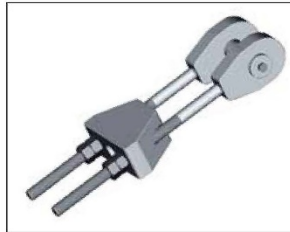
Seilverguss:
gemäß Zulassung ETA-11/0160

Technical Data

Material:
According to technical approval ETA-11/0160

Corrosion Protection:
Socket: Hot dip galvanised
Threaded Bar: Zinc/Nickel-coated
(incl. external thread)
Eye bar: Hot dip galvanised

Socketing:
according Technical Approval ETA-11/0160



Die Seilsysteme – Datenblätter
The Cable Systems – Data Sheets

Größe size													Verstellweg take up		Ges.-Gewicht* tot.-weight	
	d _B mm	A mm	B ₁ mm	B mm	B ₂ mm	B ₃ mm	M mm	L mm	L ₁ mm	L ₂ mm	t _g mm	t _g mm	mm	kg	d _S mm	
PV 40	39	94	65	30	155	80	20	576	61	330	60	65	±150	17	21	
PV 60	44	110	75	40	190	90	27	646	71	375	70	75	±150	30	26	
PV 90	54	127	85	50	220	110	30	704	84	415	80	85	±150	48	31	
PV 115	64	148	95	70	260	130	42	813	96	495	90	95	±150	92	35	
PV 150	64	148	95	70	260	130	42	813	96	495	90	95	±150	92	40	
PV 195	73	165	120	70	290	150	48	881	108	540	110	120	±150	126	45	
PV 240	83	200	130	80	325	160	52	945	128	575	120	130	±150	176	50	
PV 300	88	215	150	80	350	180	56	1108	137	670	140	150	±200	224	55	
PV 360	98	230	160	90	380	200	60	1172	147	715	150	160	±200	293	60	
PV 420	108	250	175	100	420	220	68	1243	160	760	165	175	±200	388	65	
PV 490	118	270	180	110	450	240	72 x 6	1310	173	805	175	180	±200	493	70	
PV 560	128	290	210	110	480	250	76 x 6	1364	187	845	205	210	±200	573	75	
PV 640	138	310	230	120	510	280	80 x 6	1531	201	940	225	230	±250	732	80	
PV 720	142	330	255	120	550	300	85 x 6	1592	215	980	250	255	±250	862	85	
PV 810	153	350	270	130	580	320	90 x 6	1654	229	1020	265	270	±250	1037	90	
PV 910	162	370	285	140	630	340	100 x 6	1743	243	1075	280	285	±250	1309	95	
PV 1010	172	390	290	150	650	350	105 x 6	1809	257	1120	285	290	±250	1463	100	

*ohne Vergussmaterial
Maßangaben ohne Korrosionsschutz
Konstruktionsänderungen vorbehalten
Größere Abmessungen auf Anfrage

*without molten zinc
Dimensions without corrosion protection
Subject to technical modifications
Bigger dimensions upon request

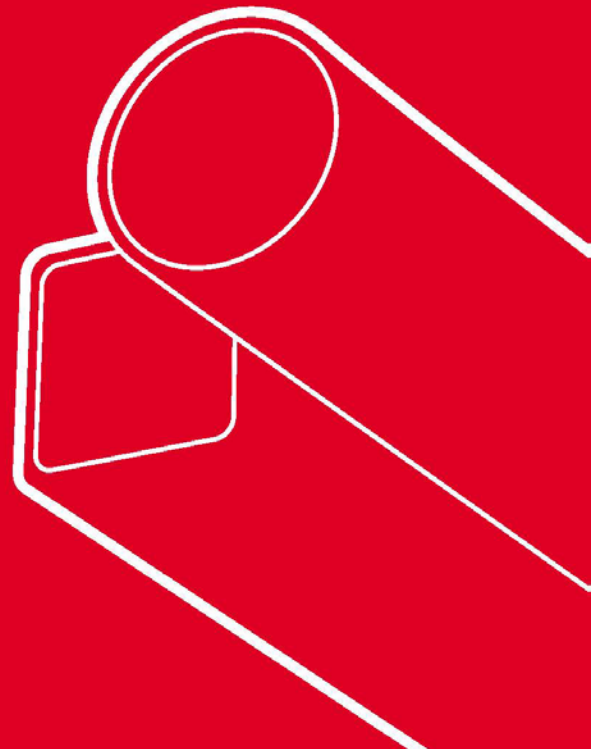
Lampiran 3 : Brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business*



Corus Tubes

Jumbo structural hollow sections

Structural & Conveyance Business



Lampiran 3 : Brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business*

Technical data

Jumbo SHS Specification

- Heat treated after forming
- Fine grain structure
- Uniform mechanical properties
- Negligible stress

Corus Tubes in association with Nakajima Steel Pipe Company can supply large square, rectangular and circular hot finished structural hollow sections (Nakajima Super Hot Columns). All sections are supplied with an inspection certificate in accordance with JIS G 0303 and JIS G 3136 in English.

Jumbo hot finished square hollow sections in sizes from 350 mm to 550 mm square with thickness < 25 mm are produced from hot rolled coil and welded by the electric resistance weld (ERW) process. Sections with thickness ≥ 25 mm are produced by pressing and roll forming hot rolled plate and welded by the submerged arc welded (SAW) process. SAW sizes are manufactured from either a single plate and have one longitudinal weld or from two plates and will have two longitudinal welds. Refer to tables for which applies.

Jumbo hot finished rectangular hollow sections are produced by pressing and roll forming hot rolled plate by the submerged arc welded (SAW) process in sizes from 500 x 300 mm to 750 x 500 mm. Sections are manufactured from two plates and will have two longitudinal welds on the short faces.

Jumbo hot finished circular hollow sections are produced by pressing and roll forming hot rolled plate by the submerged arc welded (SAW) process in sizes from 457 mm up to and including 711 mm outside diameter. These sections are manufactured from a single plate and have one longitudinal weld.

All sections are supplied to a modified SN490 B grade to JIS G 3136. The standard yield strength is 355 N/mm² and standard Charpy impact minimum average energy value is 27J at -20°C. This grade corresponds to EN 10210 S355J2H. Other grades are available on request.

Chemical Composition and Mechanical Properties

Chemical composition

	SN490 B modified (355J2) % maximum
Carbon	0.20
Silicon	0.55
Manganese	1.60
Sulphur	0.030
Phosphorus	0.015
Carbon equivalent value (CEV)	0.44

Mechanical properties

	SN490 B modified (355J2)
Tensile strength R _m N/mm ²	490 – 610
Yield strength R _{eH} min. N/mm ² : 0 < T ≤ 16 mm	355
16 < T ≤ 40 mm	345
40 < T ≤ 63 mm	335
Yield ratio	≤ 80%
Min. elongation % 9 < T ≤ 16 mm	17
16 < T ≤ 40 mm	21
40 < T ≤ 60 mm	23
Impact properties Minimum Ave energy (Joules) 10 x 10 mm specimen at -20°C	27

Inspection and testing

Jumbo hot finished hollow sections are submitted to inspection and testing, and supplied with an inspection certificate to JIS G 0303 in English.

Sections produced by the electric resistance weld (ERW) process are not subjected to ultrasonic testing of the weld line. Additional testing and acceptance criteria are subject to agreement at the time of order.

Sections produced by the submerged arc welded (SAW) process have 500 mm of weld line at both ends and a 500 mm portion of central weld line ultrasonically tested. Acceptance criteria and additional testing are subject to agreement at the time of order.

Designation

Jumbo hot finished hollow sections are designated by their outside dimensions and thickness in millimetres and the material grade.

Examples:

- Jumbo 355J2 600 x 600 x 40
- Jumbo 355J2 650 x 450 x 32
- Jumbo 355J2 610 x 36

Lampiran 3 : Brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business*

JUMBO HOLLOW SECTION

Jumbo hot finished square hollow sections

H mm	B mm	T mm	Mass	Section	Moment Of	Radius Of	Elastic	Plastic	Torsional		Surface	Nominal	Current
			M kg/m	Area cm ²	Inertia cm ⁴	Gyration cm	Modulus cm ²	Modulus cm ³	Constants cm ⁴	C _t cm ³	Area /m m ² /m	Length /tonne m	Length Range m
350	350	19 *	190	242	43358	13.4	2478	2967	70931	3738	1.33	5.26	7 - 15
		22 *	217	276	48355	13.2	2763	3343	80178	4178	1.32	4.61	7 - 15
		25 #	242	309	52893	13.1	3022	3695	88883	4581	1.31	4.12	7 - 12
400	400	22 *	251	320	74707	15.3	3735	4476	122354	5637	1.52	3.98	7 - 15
		25 #	282	359	82151	15.1	4108	4967	136141	6210	1.51	3.55	7 - 12
		28 ~	311	396	88996	15.0	4450	5430	149220	6742	1.50	3.21	7 - 12
450	450	12 *	162	207	65433	17.8	2908	3371	102445	4367	1.76	6.17	7 - 15
		16 *	213	271	84067	17.6	3736	4376	133503	5617	1.75	4.70	7 - 15
		19 *	250	318	97055	17.5	4314	5092	155773	6492	1.73	4.00	7 - 15
		22 *	286	364	109220	17.3	4854	5775	177161	7315	1.72	3.50	7 - 15
		25 #	321	409	120583	17.2	5359	6427	197663	8088	1.71	3.12	7 - 12
		28 ~	355	452	131166	17.0	5830	7047	217274	8813	1.70	2.82	7 - 12
		32 ~	399	509	144099	16.8	6404	7826	242029	9707	1.69	2.50	7 - 12
500	500	12 *	181	231	90752	19.8	3630	4196	141480	5449	1.96	5.53	7 - 15
		16 *	238	303	117050	19.6	4682	5461	184830	7035	1.95	4.20	7 - 15
		19 *	280	356	135538	19.5	5422	6368	216081	8153	1.93	3.58	7 - 15
		22 *	320	408	152993	19.4	6120	7239	246247	9213	1.92	3.12	7 - 15
		25 #	360	459	169439	19.2	6778	8074	275323	10216	1.91	2.78	7 - 13
		28 ~	399	508	184900	19.1	7396	8874	303304	11163	1.90	2.51	7 - 13
		32 ~	450	573	204023	18.9	8161	9886	338901	12343	1.89	2.22	7 - 13
		36 ~	498	635	221491	18.7	8860	10838	372530	13431	1.88	2.01	7 - 13
550	550	16 *	263	335	157695	21.7	5734	6666	247855	8613	2.15	3.80	7 - 15
		19 *	309	394	183044	21.5	6656	7787	290214	10004	2.13	3.23	7 - 15
		22 *	355	452	207126	21.4	7532	8868	331264	11330	2.12	2.82	7 - 15
		25 ~	399	509	229968	21.3	8362	9909	370998	12593	2.11	2.50	7 - 13
		28 ~	443	564	251597	21.1	9149	10911	409411	13793	2.10	2.26	7 - 13
		32 ~	500	637	278592	20.9	10131	12187	458566	15299	2.09	2.00	7 - 13
		36 ~	555	707	303537	20.7	11038	13395	505351	16701	2.08	1.80	7 - 13
		40 ~	608	775	326492	20.5	11872	14536	549754	18003	2.06	1.64	7 - 13
600	600	16 ~	288	367	206801	23.7	6893	7992	323778	10351	2.35	3.47	7 - 13
		19 ~	339	432	240522	23.6	8017	9348	379597	12046	2.33	2.95	7 - 13
		22 ~	389	496	272719	23.4	9091	10661	433860	13668	2.32	2.57	7 - 13
		25 ~	439	559	303422	23.3	10114	11931	486561	15219	2.31	2.28	7 - 13
		28 ~	487	620	332658	23.2	11089	13158	537694	16702	2.30	2.05	7 - 13
		32 ~	550	701	369408	23.0	12314	14727	603425	18574	2.29	1.82	7 - 13
		36 ~	611	779	403671	22.8	13456	16222	666346	20330	2.28	1.64	7 - 13
		40 ~	671	855	435511	22.6	14517	17643	726443	21973	2.26	1.49	7 - 13
		45 ~	743	947	472005	22.3	15734	19317	797572	23875	2.25	1.35	7 - 12
		50 ~	813	1036	504944	22.1	16831	20879	864237	25612	2.23	1.23	7 - 12
650	650	16 ~	313	399	265169	25.8	8159	9437	413800	12248	2.55	3.19	7 - 13
		19 ~	369	470	308923	25.6	9505	11052	485654	14277	2.53	2.71	7 - 13
		22 ~	424	540	350873	25.5	10796	12620	555686	16225	2.52	2.36	7 - 13
		25 ~	478	609	391049	25.3	12032	14141	623887	18096	2.51	2.09	7 - 13

* manufactured by ERW process
manufactured by SAW process with one seam weld
~ manufactured by SAW process with two seam welds

Lampiran 3 : Brosur *Corus Tubes Structural & Conveyance Business*

JUMBO HOLLOW SECTION

Jumbo hot finished square hollow sections

H mm	B mm	T mm	Mass	Section Area	Moment Of Inertia	Radius Of Gyration	Elastic Modulus	Plastic Modulus	Torsional Constants		Surface Area /m	Nominal Length /tonne	Current Length Range		
			M kg/m	A cm ²	I _{xx} cm ⁴	i _{xx} cm	W _{el,xx} cm ³	W _{pl,xx} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	A _s m ² /m	m	m		
650	650	28	531	676	429482	25.2	13215	15615	690254	19890	2.50	1.88	7 - 13		
		32	600	765	478071	25.0	14710	17508	775879	22168	2.49	1.67	7 - 13		
		36	668	851	523691	24.8	16114	19319	858215	24317	2.48	1.50	7 - 13		
		40	734	935	566414	24.6	17428	21050	937249	26342	2.46	1.36	7 - 13		
		45	814	1037	615855	24.4	18949	23102	1031373	28704	2.45	1.23	7 - 12		
		50	891	1136	661020	24.1	20339	25031	1120282	30883	2.43	1.12	7 - 12		
		55	966	1231	702048	23.9	21601	26839	1203946	32885	2.41	1.03	7 - 12		
		60	1039	1323	739072	23.6	22741	28528	1282334	34718	2.39	0.963	7 - 12		
700	700	16	338	431	333598	27.8	9531	11002	519120	14306	2.75	2.95	7 - 13		
		19	399	508	389198	27.7	11120	12899	609812	16698	2.73	2.51	7 - 13		
		22	459	584	442687	27.5	12648	14744	698391	19002	2.72	2.18	7 - 13		
		25	517	659	494100	27.4	14117	16538	784853	21222	2.71	1.93	7 - 13		
		28	575	732	543470	27.2	15528	18281	869191	23359	2.70	1.74	7 - 13		
		32	651	829	606180	27.0	17319	20528	978326	26082	2.69	1.54	7 - 13		
		36	724	923	665398	26.9	19011	22686	1083657	28664	2.68	1.38	7 - 13		
		40	797	1015	721203	26.7	20606	24757	1185170	31110	2.66	1.26	7 - 13		
		45	885	1127	786278	26.4	22465	27224	1306665	33981	2.65	1.13	7 - 12		
		50	970	1236	846292	26.2	24180	29557	1422135	36651	2.63	1.03	7 - 12		
		55	1053	1341	901394	25.9	25754	31759	1531546	39126	2.61	0.950	7 - 12		
		60	1133	1443	951730	25.7	27192	33832	1634867	41413	2.59	0.883	7 - 12		
750	750	16	364	463	412889	29.9	11010	12687	640939	16524	2.95	2.75	7 - 13		
		19	429	546	482294	29.7	12861	14887	753494	19309	2.93	2.33	7 - 13		
		22	493	628	549261	29.6	14647	17033	863627	21999	2.92	2.03	7 - 13		
		25	556	709	613824	29.4	16369	19123	971332	24598	2.91	1.80	7 - 13		
		28	619	788	676022	29.3	18027	21158	1076603	27107	2.90	1.62	7 - 13		
		32	701	893	755335	29.1	20142	23789	1213166	30315	2.89	1.43	7 - 13		
		36	781	995	830591	28.9	22149	26323	1345373	33370	2.88	1.28	7 - 13		
		40	859	1095	901876	28.7	24050	28764	1473207	36277	2.86	1.16	7 - 13		
		45	955	1217	985524	28.5	26281	31683	1626822	39706	2.85	1.05	7 - 12		
		50	1048	1336	1063259	28.2	28354	34459	1773543	42916	2.83	0.954	7 - 12		
		55	1139	1451	1135241	28.0	30273	37092	1913335	45913	2.81	0.878	7 - 12		
				60	1227	1563	1201629	27.7	32043	39585	2046163	48704	2.79	0.815	7 - 12
		800	800	16	389	495	503842	31.9	12596	14492	780456	18902	3.15	2.57	7 - 13
19	459			584	589164	31.8	14729	17019	918125	22110	3.13	2.18	7 - 13		
22	528			672	671695	31.6	16792	19486	1053042	25216	3.12	1.90	7 - 13		
25	596			759	751473	31.5	18787	21895	1185200	28224	3.11	1.68	7 - 13		
28	663			844	828537	31.3	20713	24245	1314593	31135	3.10	1.51	7 - 13		
32	751			957	927137	31.1	23178	27289	1482801	34868	3.09	1.33	7 - 13		
36	837			1067	1021072	30.9	25527	30230	1646062	38436	3.08	1.19	7 - 13		
40	922			1175	1110434	30.7	27761	33071	1804359	41843	3.06	1.08	7 - 13		
45	1026			1307	1215843	30.5	30396	36480	1995219	45881	3.05	0.975	7 - 12		
50	1127			1436	1314421	30.3	32861	39735	2178258	49680	3.03	0.887	7 - 12		
55	1225			1561	1406339	30.0	35158	42837	2353437	53249	3.01	0.816	7 - 12		
				60	1321	1683	1491769	29.8	37294	45788	2520720	56592	2.99	0.757	7 - 12

All sections on this page manufactured by SAW process with two seam welds

Lampiran 4 : Brosur *Steel Tube Institute of North America*

HOLLOW STRUCTURAL SECTIONS

DIMENSIONS AND SECTION PROPERTIES



**Steel Tube
Institute**
OF NORTH AMERICA

Lampiran 4 : Brosur Steel Tube Institute of North America

FOREWORD

This publication presents tables of dimensions and section properties for rectangular, square, and round Hollow Structural Sections (HSS). HSS with a maximum periphery of 64 inches are manufactured by the electric-resistance welding (ERW) process. HSS with peripheries greater than 64 inches are manufactured by the submerged arc welding (SAW) process. See HSS Manufacturing Methods inside front cover in this publication.

The dimensions including nominal width, nominal depth, nominal diameter and nominal wall thickness are subject to the permissible variations stipulated in ASTM A500 "Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes".

With today's manufacturing methods, HSS are produced with more precision than in the past. The strip used to produce HSS is now ordered to thicknesses with tighter tolerances. As a result, ERW HSS manufactured to A500 will often have a wall thickness close to the Specification allowable value.

In a change from past practice, section property data is now based upon the design wall thickness. The design wall thickness, t , for ERW HSS is less than the specified nominal wall thickness. For SAW HSS, the design wall thickness, t , is equal to the specified nominal wall thickness. The design wall thickness for each HSS size is included in the tabulated data.

The section property data based upon the design wall thickness, t , results in variations in the published area data that do not exceed 3.50% of the data based upon the minimum permissible wall thickness stipulated in ASTM A500. This is consistent with the similar section property data published for hot-rolled structural shapes and the manufacturing tolerances associated with those products.

The section property data for rectangular and square ERW HSS are based upon outside corner radii equal to 2.0 times the design wall thickness. The section property data for rectangular and square SAW HSS are based upon outside corner radii equal to 3.6 times the design wall thickness for SAW sections with 5/8 inch nominal wall thicknesses and 3.0 times the design wall thickness for SAW sections with nominal wall thicknesses equal to 1/2 inch and 3/8 inch.

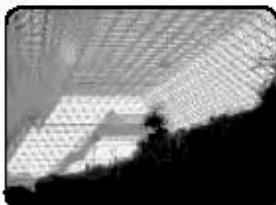
General availability information for each size of HSS manufactured to ASTM A500 Grade B is contained in The Steel Tube Institute's companion publication "Principal Producers and Capabilities". Tables summarizing the capabilities of principal producers by specific size and wall thickness are included for rectangular, square and round HSS.

NOTE: The more universal terms "Hollow Structural Section" and "HSS" are used in this publication to designate rectangular, square and round structural steel tubing. These terms replace "structural tubing" and "pipe", which had been used previously. The round Hollow Structural Sections include typical "pipe" size diameters and wall thicknesses, as well as typical HSS sizes.

The information presented in this publication has been prepared in accordance with recognized engineering principles and is for general information only. While it is believed to be accurate, this information should not be used or relied upon for any specific application without competent professional examination and verification of its accuracy, suitability and applicability by a licensed professional engineer, designer or architect. The publication of the material contained herein is not intended as a representation or warranty on the part of The Steel Tube Institute of North America or of any other person named herein, that this information is suitable for any general or particular use or of freedom from infringement of any patent or patent in process. Anyone making use of this information assumes all liability arising from such use.

Caution must be exercised when relying upon other specifications and codes developed by other bodies and incorporated by reference herein since such material may be modified or amended from time to time subsequent to the printing of this edition. The Institute bears no responsibility for such material other than to refer to it and incorporate it by reference at the time of the initial publication of this edition.

"Designs for the 21st Century"



Lampiran 4 : Brosur *Steel Tube Institute of North America*



DIMENSIONS AND SECTION PROPERTIES OF *ROUND HSS*

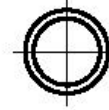


Nominal Size		Weight per Foot	Wall Thickness t	D/t	Cross Sectional Area	I	S	r	Z	Torsional Stiffness Constant J	Torsional Shear Constant C	Surface Area Per Foot
Outside Diameter	Wall											
in.	in.	lb.	in.		in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ⁴	in. ³	ft. ²
11.250	x 0.625	70.99	0.581	19.4	19.5	278	49.4	3.78	66.2	556	98.8	2.95
	0.500	57.46	0.465	24.2	15.8	229	40.8	3.82	54.1	459	81.6	2.95
	0.375	43.60	0.349	32.2	12.0	178	31.6	3.86	41.5	355	63.2	2.95
	0.312	36.48	0.291	38.7	10.0	151	26.8	3.88	35.0	301	53.5	2.95
	0.250	29.40	0.233	48.3	8.06	122	21.8	3.90	28.3	245	43.5	2.95
	0.188	22.23	0.174	64.7	6.05	92.9	16.5	3.92	21.3	186	33.0	2.95
10.750	x 0.500	54.79	0.465	23.1	15.0	199	37.0	3.64	49.2	598	74.1	2.81
	0.365	40.52	0.340	31.6	11.1	151	28.1	3.68	36.9	302	56.1	2.81
	0.250	28.06	0.233	46.1	7.70	106	19.8	3.72	25.8	213	39.6	2.81
10.000	x 0.625	62.64	0.581	17.2	17.2	191	38.3	3.34	51.6	383	76.6	2.62
	0.500	50.78	0.465	21.5	13.9	159	31.7	3.38	42.3	317	63.5	2.62
	0.375	38.58	0.349	28.7	10.6	123	24.7	3.41	32.5	247	49.3	2.62
	0.312	32.31	0.291	34.4	8.88	105	20.9	3.43	27.4	209	41.9	2.62
	0.250	26.06	0.233	42.9	7.15	85.3	17.1	3.45	22.2	171	34.1	2.62
	0.188	19.72	0.174	57.5	5.37	64.8	13.0	3.47	16.8	130	25.9	2.62
9.625	x 0.500	48.77	0.465	20.7	13.4	141	29.2	3.24	39.0	281	58.5	2.52
	0.375	37.08	0.349	27.6	10.2	110	22.8	3.28	30.0	219	45.5	2.52
	0.312	31.06	0.291	33.1	8.53	93.0	19.3	3.30	25.4	186	38.7	2.52
	0.250	25.05	0.233	41.3	6.87	75.9	15.8	3.32	20.6	152	31.5	2.52
	0.188	18.97	0.174	55.3	5.17	57.7	12.0	3.34	15.5	115	24.0	2.52
8.750	x 0.500	44.10	0.465	18.8	12.1	104	23.8	2.93	32.0	208	47.6	2.29
	0.375	33.57	0.349	25.1	9.21	81.4	18.6	2.97	24.6	163	37.2	2.29
	0.312	28.14	0.291	30.1	7.73	69.3	15.8	2.99	20.8	139	31.7	2.29
	0.250	22.72	0.233	37.6	6.23	56.6	12.9	3.01	16.9	113	25.9	2.29
	0.188	17.21	0.174	50.3	4.69	43.1	9.86	3.03	12.8	86.2	19.7	2.29
8.625	x 0.500	43.43	0.465	18.5	11.9	99.5	23.1	2.89	31.0	199	46.2	2.26
	0.375	33.07	0.349	24.7	9.07	77.8	18.0	2.93	23.9	156	36.1	2.26
	0.322	28.58	0.300	28.7	7.85	68.1	15.8	2.95	20.8	136	31.6	2.26
	0.250	22.38	0.233	37.0	6.14	54.1	12.5	2.97	16.4	108	25.1	2.26
	0.188	16.96	0.174	49.6	4.62	41.3	9.57	2.99	12.4	82.5	19.1	2.26

Lampiran 4 : Brosur *Steel Tube Institute of North America*



DIMENSIONS AND SECTION PROPERTIES OF *ROUND HSS*



Nominal Size		Weight per Foot	Wall Thickness <i>t</i>	D/t	Cross Sectional Area	I	S	r	Z	Torsional Stiffness Constant <i>J</i>	Torsional Shear Constant <i>C</i>	Surface Area Per Foot
Outside Diameter	Wall											
in.	in.	lb.	in.		in. ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ⁴	in. ³	ft. ²
7.625	x 0.375	29.06	0.349	21.8	7.98	62.9	13.9	2.58	18.5	106	27.8	2.00
	0.328	26.69	0.305	25.0	7.01	47.1	12.3	2.59	16.4	94.1	24.7	2.00
	0.125	10.02	0.116	66.7	2.74	19.3	5.06	2.66	6.64	38.6	10.1	2.00
7.500	x 0.500	37.42	0.466	16.1	10.3	63.9	17.0	2.49	23.0	128	34.1	1.96
	0.375	28.66	0.349	21.5	7.84	60.2	13.4	2.53	17.9	100	26.8	1.96
	0.312	23.97	0.291	25.8	6.99	42.9	11.4	2.56	15.1	85.8	22.9	1.96
	0.250	19.38	0.233	32.2	6.32	35.2	9.37	2.57	12.3	70.3	18.7	1.96
	0.188	14.70	0.174	43.1	4.00	26.9	7.17	2.59	9.94	53.8	14.3	1.96
7.000	x 0.500	34.74	0.466	15.1	9.66	61.2	14.6	2.32	19.9	102	29.3	1.83
	0.375	26.66	0.349	20.1	7.29	40.4	11.6	2.35	15.5	80.9	23.1	1.83
	0.312	22.31	0.291	24.1	6.13	34.6	9.88	2.37	13.1	69.1	19.8	1.83
	0.250	18.04	0.233	30.0	4.95	28.4	8.11	2.39	10.7	56.8	16.2	1.83
	0.188	13.69	0.174	40.2	3.73	21.7	6.21	2.41	8.11	43.5	12.4	1.83
	0.125	9.19	0.116	60.3	2.51	14.9	4.25	2.43	5.60	29.7	8.49	1.83



Freysinet Mechanical Bearings



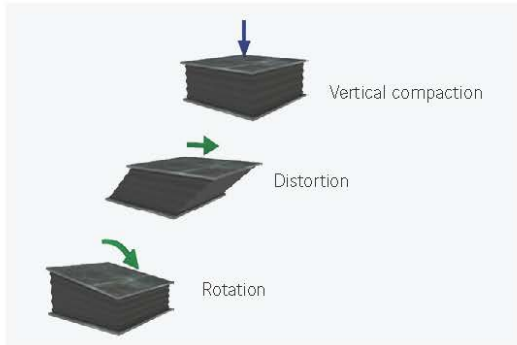
DESIGN , BUILD , MAINTAIN



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

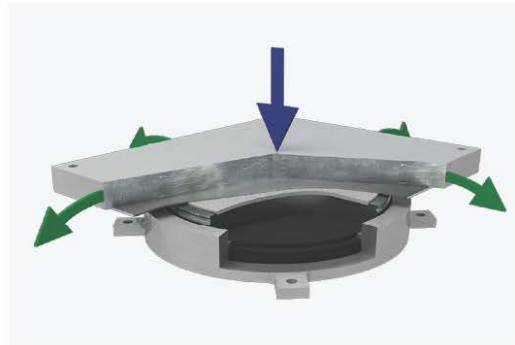
Lampiran 5 : Brosur *POT Bearing Freyssinet*

ELASTOMERIC BEARINGS



Elastomeric bearings are used for vertical loads generally less than 18,000 kN. The deformation capacity of the bearing determines the acceptable movements. The permissible load decreases as the movements increase. These bearings are made up of a series of elastomeric layers and steel plates.

POT BEARINGS

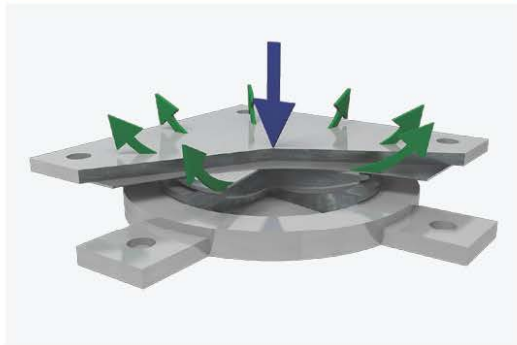


Pot bearings are used to take up very large vertical loads. They are made up of an elastomeric disc confined between a steel pot and a circular piston, and can withstand much greater loads than a conventional elastomeric bearing. The deformation of the elastomer defines the rotation capacity of the bearing (up to 30 mrad).

See Elastomeric Bearing Brochure for more information.

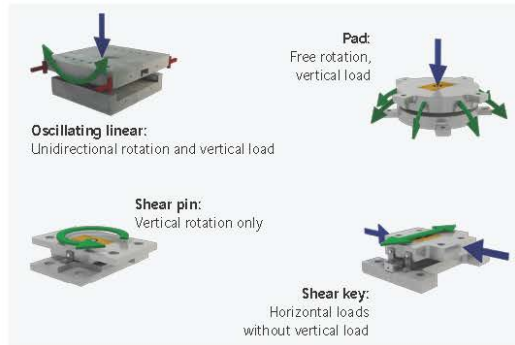


SPHERICAL BEARINGS



Spherical bearings can withstand both large vertical loads and significant rotation (up to 50 mrad). They do not contain any elastomeric components, and rotation takes place on a spherical face, by contact between a sliding material and a chrome steel surface.

SPECIAL BEARINGS



Special bearings do not contain any elastomeric components. All of the functions are provided by steel/steel contact or sliding surfaces. There are several types of special bearing (see above).

TETRON CD POT BEARINGS

There are three types of bearing, distinguished by the movements required:

Type	Free sliding bearing	Guided sliding bearing	Fixed bearing
	GL	GGL/GGT	FX
Symbol			
Vertical load			
Rotation	 Up to 30 mrad	 Up to 30 mrad	 Up to 30 mrad
Movement Horizontal	 Multidirectional	 Unidirectional	 Blocked

Design basis

The structure of the bearings is designed on the basis of the following parameters:

- Vertical load;
- Acceptable movement;
- Acceptable rotation;
- Exposure temperature;
- Acceptable stress on the supports;
- Horizontal load.

The design can be produced in accordance with various standards, the most common of which are:

- EN 1337 (European Standard);
- BS 5400 (British Standard);
- AASHTO LRFD 2012 (US Standard);
- AS 5100 (Australian Standard).

Designation

The designation of TETRON CD bearings identifies their main characteristics.

GL Free sliding bearing	20,000 Vertical load at ULS in kN	• 250 Total acceptable longitudinal movement in mm	• 40 Total acceptable transverse movement in mm
GGT Transverse guided bearing		- 800 Vertical load at ULS in kN	• 40 Total acceptable transverse movement in mm
GGL Longitudinal guided bearing		- 800 Transverse load at ULS in kN	• 40 Total acceptable longitudinal movement in mm
FX Fixed bearing		- 900 Horizontal load at ULS in kN (resultant of x/y*)	

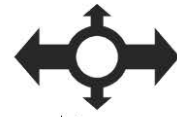
This gives the following designations, for example:

- TETRON CD GL 20,000.250.40
- TETRON CD GGL 20,000-800.40
- TETRON CD FX 20,000-900

* x: longitudinal axis
y: transverse axis

Lampiran 5 : Brosur POT Bearing Freyssinet

TETRON CD GL POT BEARINGS

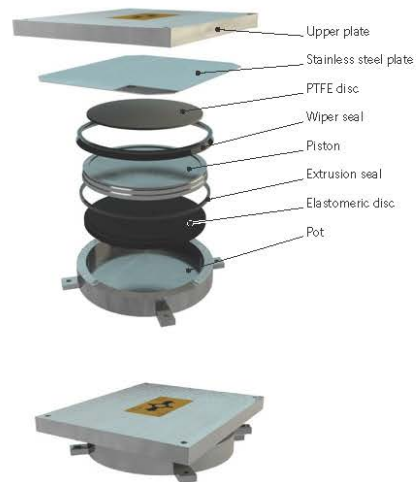


This free sliding pot bearing is made up of a pot, an elastomeric disc and a piston covered with a PTFE plate on which the upper plate can slide freely. The pot is fixed to the support (pier, abutment, column, etc.) and the upper plate is fixed to the superstructure. This model is designed to permit horizontal movements, without any constraint other than the internal stresses.

Bearings with ±50mm longitudinal and ±20mm transverse movement

	EN				BS				AASHTO				AS			
	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H
GL 500 . 100 . 40	160	350	260	88	150	315	230	81	180	350	265	86.5	155	295	230	81.5
GL 1,000 . 100 . 40	210	390	305	90	225	395	275	81	240	410	325	86.5	230	395	280	88.5
GL 1,500 . 100 . 40	265	370	335	100	280	365	310	95	280	455	370	98.5	295	370	315	100.5
GL 2,000 . 100 . 40	320	400	365	105	330	395	340	95	325	495	410	98.5	345	405	350	110.5
GL 3,000 . 100 . 40	400	450	415	124	405	445	405	109	405	560	475	104.5	425	460	425	124.5
GL 4,000 . 100 . 40	460	490	465	138	465	490	470	113	480	615	530	112.5	490	510	490	133.5
GL 5,000 . 100 . 40	515	525	520	147	520	580	525	123	540	670	585	124.5	545	590	550	142.5
GL 6,000 . 100 . 40	565	570	570	156	570	575	575	127	600	715	630	137.5	600	600	600	156.5
GL 8,000 . 100 . 40	655	655	655	175	660	660	660	147	700	785	730	161.5	690	695	695	171.5
GL 10,000 . 100 . 40	730	730	730	189.2	735	740	740	155	795	870	820	173	775	775	775	190.5
GL 12,000 . 100 . 40	800	805	805	213.2	805	810	810	164	875	940	895	201	845	845	845	204.5
GL 14,000 . 100 . 40	865	865	865	222.2	870	875	875	188	955	1,000	970	208	920	920	920	223.5
GL 16,000 . 100 . 40	955	960	950	228.2	980	985	985	193	1,025	1,060	1,040	216	980	980	980	234
GL 18,000 . 100 . 40	980	985	985	235.5	990	990	990	207	1,090	1,110	1,100	223	1,060	1,040	1,040	242
GL 20,000 . 100 . 40	1,050	1,040	1,040	255.5	1,040	1,045	1,045	208	1,155	1,185	1,165	235	1,120	1,100	1,100	251
GL 24,000 . 100 . 40	1,160	1,140	1,140	267.5	1,140	1,145	1,145	227	1,270	1,275	1,275	261	1,235	1,205	1,205	267
GL 28,000 . 100 . 40	1,255	1,230	1,230	285.5	1,230	1,235	1,235	243	1,375	1,375	1,375	274	1,330	1,300	1,300	290
GL 30,000 . 100 . 40	1,285	1,270	1,270	291.5	1,275	1,280	1,280	243	1,425	1,425	1,425	279	1,380	1,345	1,345	293
GL 35,000 . 100 . 40	1,400	1,375	1,375	295.5	1,375	1,380	1,380	260	1,535	1,535	1,535	301	1,480	1,450	1,450	314
GL 45,000 . 100 . 40	1,595	1,555	1,555	337.7	1,560	1,565	1,565	291	1,745	1,745	1,745	341	1,695	1,645	1,645	347

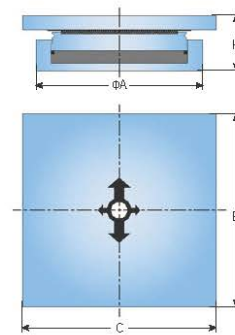
Dimensions in mm



Bearings with ±200mm longitudinal and ±20mm transverse movement

	EN				BS				AASHTO				AS			
	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H
GL 500 . 400 . 40	180	630	260	90	150	615	230	80	180	650	265	86.5	155	595	230	81.5
GL 1,000 . 400 . 40	210	650	305	94	225	635	275	80	240	710	325	90.5	230	635	280	90.5
GL 1,500 . 400 . 40	265	670	335	104	280	665	310	94	280	755	370	97.5	295	670	315	99.5
GL 2,000 . 400 . 40	320	700	365	104	330	695	340	99	325	795	410	97.5	345	705	350	109.5
GL 3,000 . 400 . 40	400	750	415	128	405	745	405	108	405	860	475	113.5	425	760	425	123.5
GL 4,000 . 400 . 40	460	790	465	137	465	790	470	112	480	915	530	117.5	490	810	490	132.5
GL 5,000 . 400 . 40	515	825	520	146	520	830	525	122	540	970	585	134.5	545	850	550	142.5
GL 6,000 . 400 . 40	565	855	570	155	570	860	575	126	600	1,015	630	137.5	600	885	600	156.5
GL 8,000 . 400 . 40	655	980	655	175	660	920	660	147	700	1,085	730	161.5	690	950	695	167.5
GL 10,000 . 400 . 40	730	990	730	189.2	735	975	740	155	795	1,170	820	173	775	1,005	775	191.5
GL 12,000 . 400 . 40	800	1,005	805	213.2	805	1,020	810	164	875	1,240	895	200	845	1,055	845	205.5
GL 14,000 . 400 . 40	865	1,075	865	222.2	870	1,065	875	188	955	1,300	970	202	920	1,105	920	224.5
GL 16,000 . 400 . 40	955	1,140	960	228.2	990	1,105	985	193	1,025	1,360	1,040	215	980	1,150	980	234
GL 18,000 . 400 . 40	980	1,170	985	235.5	990	1,145	990	207	1,090	1,410	1,100	222	1,060	1,130	1,040	242
GL 20,000 . 400 . 40	1,050	1,170	1,040	255.5	1,040	1,180	1,045	208	1,155	1,485	1,165	234	1,120	1,230	1,100	250
GL 24,000 . 400 . 40	1,160	1,275	1,140	266.5	1,140	1,250	1,145	226	1,270	1,555	1,275	261	1,235	1,300	1,205	267
GL 28,000 . 400 . 40	1,255	1,355	1,230	280.5	1,230	1,310	1,235	243	1,375	1,645	1,375	274	1,330	1,370	1,300	290
GL 30,000 . 400 . 40	1,285	1,400	1,270	291.5	1,275	1,340	1,280	243	1,425	1,685	1,425	279	1,380	1,400	1,345	293
GL 35,000 . 400 . 40	1,400	1,520	1,375	295.5	1,375	1,410	1,380	260	1,535	1,780	1,535	301	1,480	1,475	1,450	314
GL 45,000 . 400 . 40	1,595	1,640	1,555	337.7	1,560	1,585	1,585	291	1,745	1,960	1,745	340	1,695	1,645	1,645	347

Dimensions in mm



All of these bearings are designed with the following parameters:
 Rotation = 10 mrad
 Strength of concrete underneath bearing = min. 30 MPa
 Strength of concrete above bearing = min. 30 MPa

Bearings with larger loads or strokes, or with different bearing conditions, can be designed on request.

Lampiran 5 : Brosur POT Bearing Freyssinet



TETRON CD GG POT BEARINGS

This type of guided sliding pot bearing is designed like a free sliding bearing, but with a guide. The guide is secured to the piston, and slots into a groove in the upper sliding plate. In some cases, guidance can be provided by lateral guides.

This bearing model accepts horizontal movement along the axis of the guide and horizontal loads in the perpendicular direction.

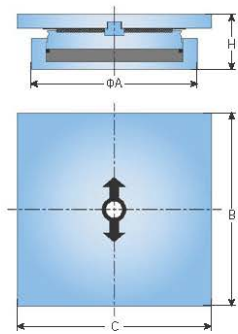
Bearings with horizontal load = 10% of vertical load and ±50mm movement



	EN				BS				AASHTO				AS			
	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H
GG 500 - 50 . 100	160	350	215	91	155	335	225	81	180	375	245	87.5	155	325	225	81.5
GG 1,000 - 100 . 100	215	380	260	95	225	370	270	81	240	485	305	88.5	235	375	275	86.5
GG 1,500 - 150 . 100	275	410	295	95	285	405	305	90	280	475	345	98.5	300	415	315	95.5
GG 2,000 - 200 . 100	330	440	335	105	330	435	340	90	330	515	385	97.5	350	445	355	100.5
GG 3,000 - 300 . 100	410	515	410	124	410	495	415	104	415	575	445	109.5	435	525	435	119.5
GG 4,000 - 400 . 100	470	570	475	132	470	550	475	114	485	630	515	112.5	500	580	500	128.5
GG 5,000 - 500 . 100	525	615	530	145	525	615	530	122	555	695	580	124.5	555	635	560	141.5
GG 6,000 - 600 . 100	575	655	580	168	580	675	580	126	615	735	640	131.5	610	685	615	150.5
GG 8,000 - 800 . 100	665	720	670	195	670	760	670	137	720	810	745	158	735	795	710	161.5
GG 10,000 - 1,000 . 100	740	755	745	210.2	745	825	750	180	815	885	840	165	820	865	795	180.5
GG 12,000 - 1,200 . 100	815	840	820	228.2	835	905	820	168	895	945	920	184	895	930	870	199.5
GG 14,000 - 1,400 . 100	880	910	885	242.2	895	960	885	177	975	1,020	990	191	960	980	935	218
GG 16,000 - 1,600 . 100	940	965	945	260.2	955	1,015	945	186	1,045	1,070	1,060	207	1,045	1,065	1,005	228
GG 18,000 - 1,800 . 100	995	1,000	1,000	273.5	1,020	1,075	1,005	197	1,105	1,125	1,125	214	1,115	1,120	1,065	242
GG 20,000 - 2,000 . 100	1,050	1,065	1,060	280.5	1,085	1,130	1,060	204	1,170	1,185	1,185	225	1,185	1,180	1,125	246
GG 24,000 - 2,400 . 100	1,150	1,155	1,155	300.5	1,175	1,210	1,160	225	1,290	1,300	1,300	248	1,305	1,285	1,230	267
GG 28,000 - 2,800 . 100	1,245	1,250	1,250	320.5	1,260	1,285	1,250	243	1,400	1,400	1,400	261	1,405	1,370	1,330	290
GG 30,000 - 3,000 . 100	1,285	1,290	1,290	313.5	1,320	1,345	1,295	246	1,450	1,450	1,450	270	1,455	1,415	1,375	308
GG 35,000 - 3,500 . 100	1,580	1,570	1,420	320.5	1,430	1,435	1,400	270	1,570	1,565	1,565	287	1,565	1,505	1,485	319
GG 45,000 - 4,500 . 100	1,670	1,620	1,590	333.7	1,635	1,620	1,585	286	1,775	1,775	1,775	323	1,780	1,680	1,680	360

Dimensions in mm

Bearings with horizontal load = 30% of vertical load and ±200mm movement



	EN				BS				AASHTO				AS			
	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H	ΦA	B	C	H
GG 500 - 150 . 400	180	655	225	89	185	635	225	85	180	690	260	91.5	170	640	240	85.5
GG 1,000 - 300 . 400	230	710	275	101	240	690	270	86	250	745	315	99.5	255	695	295	90.5
GG 1,500 - 450 . 400	300	730	320	105	295	745	315	98	300	790	360	99.5	325	740	340	106.5
GG 2,000 - 600 . 400	355	765	370	118	340	750	360	102	345	850	395	106.5	380	785	380	107.5
GG 3,000 - 900 . 400	445	840	445	130	430	805	435	109	420	920	475	127.5	460	855	465	125.5
GG 4,000 - 1,200 . 400	530	910	515	137	485	860	500	128	480	950	550	140.5	555	900	540	143.5
GG 5,000 - 1,500 . 400	600	970	575	150	555	910	555	136	540	1,005	620	153.5	620	950	600	165.5
GG 6,000 - 1,800 . 400	660	1,010	625	152	595	950	610	158	595	1,060	680	156.5	685	1,000	655	173.5
GG 8,000 - 2,400 . 400	775	1,095	720	177.2	685	1,010	705	181	700	1,160	795	180	775	1,060	755	203.5
GG 10,000 - 3,000 . 400	880	1,175	805	204.2	770	1,075	785	197	800	1,210	835	206	880	1,140	840	223
GG 12,000 - 3,600 . 400	960	1,290	880	216.2	835	1,185	860	225	870	1,315	970	224	995	1,240	925	230
GG 14,000 - 4,200 . 400	1,040	1,300	950	235.5	905	1,175	980	252	945	1,355	1,130	237	1,065	1,295	1,000	258
GG 16,000 - 4,800 . 400	1,115	1,355	1,020	254.5	970	1,220	990	269	1,025	1,445	1,185	245	1,140	1,355	1,130	267
GG 18,000 - 5,400 . 400	1,180	1,410	1,075	267.5	1,040	1,280	1,055	273	1,085	1,450	1,235	267	1,230	1,430	1,185	272
GG 20,000 - 6,000 . 400	1,245	1,460	1,140	291.5	1,110	1,340	1,115	286	1,150	1,540	1,335	284	1,295	1,475	1,275	295
GG 24,000 - 7,200 . 400	1,365	1,540	1,255	316.5	1,270	1,485	1,245	286	1,255	1,610	1,400	329	1,430	1,585	1,335	322
GG 28,000 - 8,400 . 400	1,475	1,630	1,345	346.5	1,360	1,560	1,340	303	1,375	1,740	1,505	331	1,545	1,675	1,440	340
GG 30,000 - 9,000 . 400	1,545	1,680	1,410	347	1,415	1,605	1,400	325	1,425	1,750	1,530	352	1,585	1,705	1,465	367
GG 35,000 - 10,500 . 400	1,665	1,775	1,500	374.5	1,515	1,680	1,465	354	1,550	1,850	1,655	384	1,725	1,820	1,585	384
GG 45,000 - 13,500 . 400	1,900	1,985	1,700	424	1,730	1,850	1,665	404.5	1,785	2,090	1,875	419	1,980	1,995	1,795	436

Dimensions in mm

Bearings with larger loads or strokes, or with different bearing conditions, can be designed on request.

All of these bearings are designed with the following parameters:
 Rotation = 10 mrad
 Strength of concrete underneath bearing = min. 30 MPa
 Strength of concrete above bearing = min. 30 MPa

Lampiran 5 : Brosur *POT Bearing Freyssinet*

TETRON CD FX POT BEARINGS



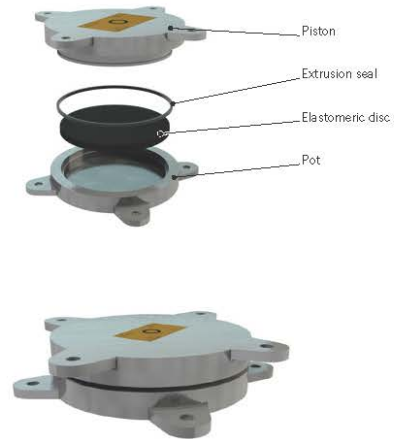
Fixed pot bearings are made up of a pot, an elastomeric disc and a piston. The pot is fixed to the support and the piston is fixed to the superstructure.

This model does not allow any horizontal movement. It therefore transfers the loads from the superstructure to its support in all directions.

Bearings with horizontal load = 10% of vertical load

	EN			BS			AASHTO			AS		
	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H
FX 500 - 50	160	160	54	155	155	54	180	180	59	155	155	54
FX 1,000 - 100	210	210	54	230	230	54	240	240	60	235	235	64
FX 1,500 - 150	275	275	68	280	280	68	280	280	65	300	300	68
FX 2,000 - 200	325	325	78	330	330	66	325	325	69	350	350	78
FX 3,000 - 300	405	405	82	410	410	67	410	410	81	430	430	82
FX 4,000 - 400	470	470	85	470	470	67	485	485	95	510	510	86
FX 5,000 - 500	525	525	98	530	530	70	550	550	112	575	575	90
FX 6,000 - 600	580	580	98	590	590	70	610	610	113	640	640	92
FX 8,000 - 800	675	675	113	685	685	76	715	715	141	780	790	110
FX 10,000 - 1,000	760	760	126	765	765	80	810	810	154	810	810	125
FX 12,000 - 1,200	825	825	140	825	825	98	895	895	162	885	885	138
FX 14,000 - 1,400	915	915	148	895	895	102	970	970	180	980	980	147
FX 16,000 - 1,600	985	985	150	970	970	106	1,045	1,045	180	1,040	1,040	151
FX 18,000 - 1,800	1,050	1,050	153	1,015	1,015	112	1,110	1,110	197	1,130	1,130	152
FX 20,000 - 2,000	1,110	1,110	161	1,070	1,070	119	1,175	1,175	213	1,190	1,190	160
FX 24,000 - 2,400	1,225	1,225	172	1,185	1,185	122	1,295	1,295	235	1,310	1,310	171
FX 28,000 - 2,800	1,315	1,315	192	1,265	1,265	138	1,395	1,395	268	1,410	1,410	186
FX 30,000 - 3,000	1,365	1,365	195	1,315	1,315	140	1,445	1,445	264	1,465	1,465	189
FX 35,000 - 3,500	1,490	1,490	211	1,430	1,430	142	1,560	1,560	286	1,575	1,575	210
FX 45,000 - 4,500	1,685	1,685	237	1,620	1,620	188	1,770	1,770	322	1,795	1,795	233

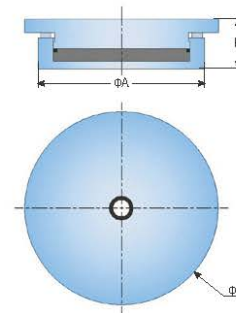
Dimensions in mm



Bearings with horizontal load = 30% of vertical load

	EN			BS			AASHTO			AS		
	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H	ΦA	ΦD	H
FX 500 - 150	160	160	53	160	160	59	180	180	59	165	165	54
FX 1,000 - 300	220	220	60	235	235	59	250	250	60	255	255	54
FX 1,500 - 450	295	295	64	290	290	67	300	300	65	315	315	67
FX 2,000 - 600	350	350	72	335	335	68	345	345	69	375	375	71
FX 3,000 - 900	440	440	84	415	415	78	415	415	81	475	475	84
FX 4,000 - 1,200	525	525	92	480	480	87	480	480	94	560	560	92
FX 5,000 - 1,500	590	590	109	545	545	95	535	535	111	630	630	108
FX 6,000 - 1,800	660	660	110	590	590	108	595	595	114	705	705	116
FX 8,000 - 2,400	770	770	127	695	695	123	690	690	134	800	800	138
FX 10,000 - 3,000	870	870	145	765	765	142	775	775	161	905	905	152
FX 12,000 - 3,600	955	955	157	835	835	160	845	845	169	1,025	1,025	161
FX 14,000 - 4,200	1,050	1,050	167	905	905	178	920	920	187	1,100	1,100	175
FX 16,000 - 4,800	1,120	1,120	181	980	980	186	990	990	205	1,190	1,190	180
FX 18,000 - 5,400	1,200	1,200	186	1,080	1,080	194	1,075	1,075	206	1,275	1,275	194
FX 20,000 - 6,000	1,270	1,270	208	1,100	1,100	196	1,125	1,125	231	1,350	1,350	198
FX 24,000 - 7,200	1,400	1,400	210	1,245	1,245	197	1,250	1,250	257	1,485	1,485	215
FX 28,000 - 8,400	1,580	1,580	226	1,355	1,355	201	1,365	1,365	271	1,605	1,605	235
FX 30,000 - 9,000	1,590	1,590	239	1,415	1,415	204	1,415	1,415	291	1,665	1,665	238
FX 35,000 - 10,500	1,710	1,710	260	1,540	1,540	206	1,545	1,545	295	1,805	1,805	255
FX 45,000 - 13,500	1,955	1,955	282	1,800	1,800	209	1,780	1,780	340	2,045	2,045	288

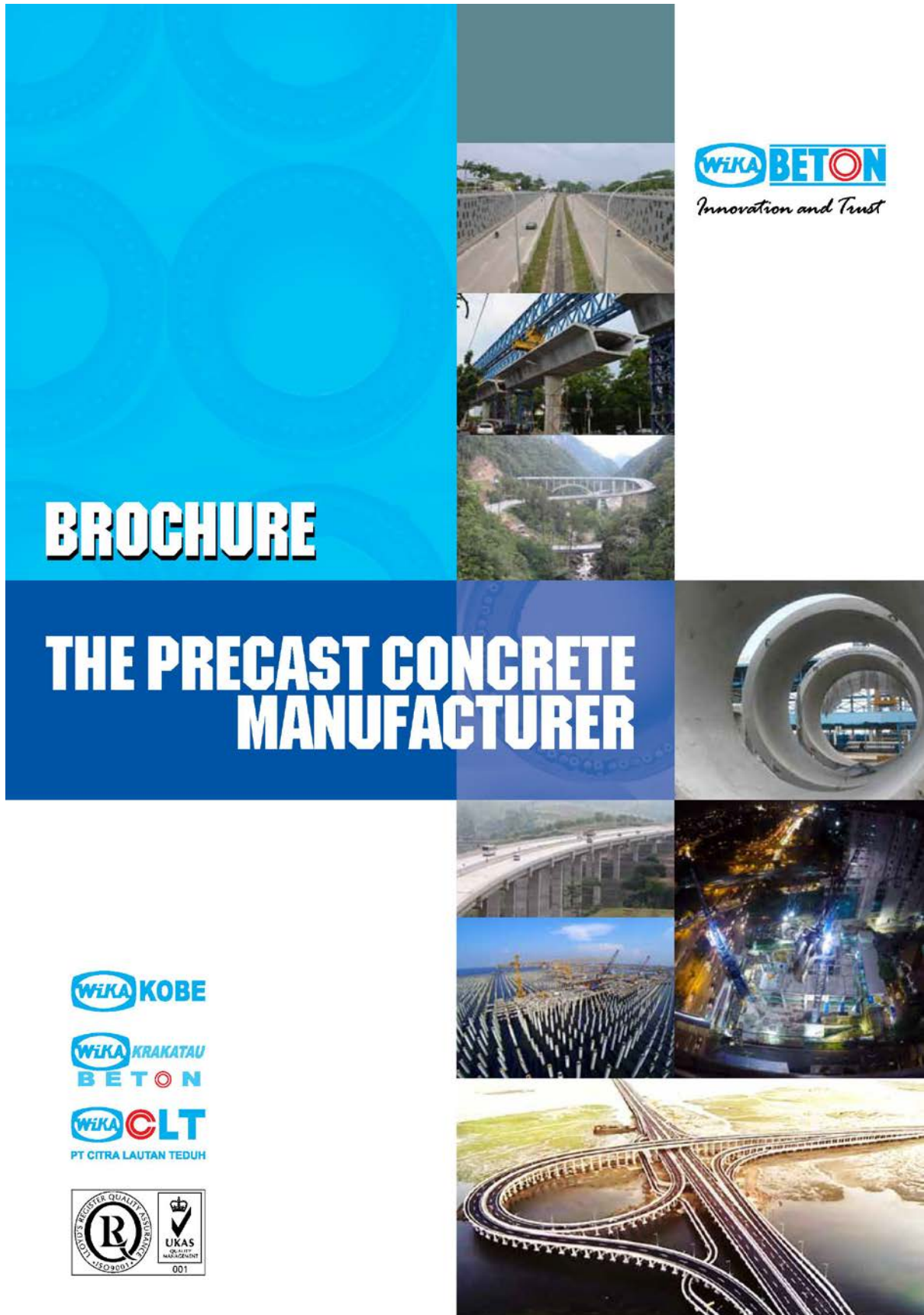
Dimensions in mm



All of these bearings are designed with the following parameters:
 Rotation = 10 mrad
 Strength of concrete underneath bearing = min. 30 MPa
 Strength of concrete above bearing = min. 30 MPa

Bearings with larger loads or strokes, or with different bearing conditions, can be designed on request.

Lampiran 6 : Brosur Tiang Pancang PT. Wika Beton



Lampiran 6 : Brosur Tiang Pancang PT. Wika Beton



PC PILES

PC PILES

DESCRIPTION

Type of Piles	Prestressed Concrete Square Piles Prestressed Concrete Spun Piles Prestressed Concrete Spun Square Piles Prestressed Concrete Triangular Piles
System of Joints	Welded at steel joint plate
Type of Shoe	Concrete Pencil Shoe (Standard) for PC Spun Piles, Spun Square Pile & Square Piles Mamira Shoe (Special Order) for PC Spun Pile
Method of Driving	Dynamic Pile Driving : Diesel Hammer and Hydraulic Hammer Static Pile Driving : Hydraulic Static Pile Driver (Jacking Pile)

DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design	ACI 543R	Design, Manufactured and Installation of Concrete Piles Chapter-4 Structural design requirement for piles with no seismic loading (In case pile is consider to seismic loading, piles detail should re-design refer to ACI 543R Chapter-5)
	SNI 2847 - 2013	Indonesian Standard Code for Concrete
Manufacturing	WB - PRD - PS - 16	Production Manufacturing Procedure

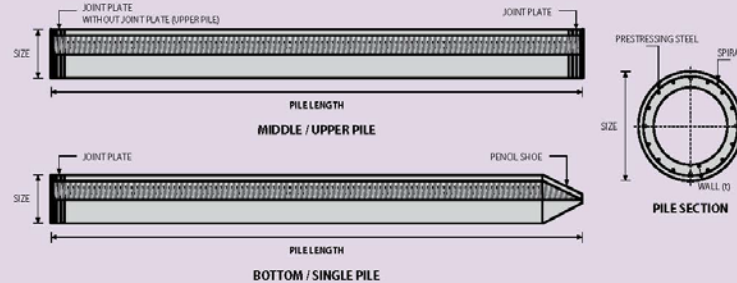
MATERIAL SPECIFICATION

ITEM	REFERENCE	DESCRIPTION	SPECIFICATION
Aggregate	ASTM C 33 / C 33M - 11a	Standard Specification for Concrete Aggregates	
Cement	SNI 2049 - 2015	Portland Cement	Standard Product Type I Special Order : Type II or V
Admixture	ASTM C 494 / C 494M - 99a	Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete	Type F : High Range Water Reducing Admixture
Concrete	SNI 2834 - 2000 SNI 2493 - 2011	Concrete Mix Design Making and Curing Concrete Sample	
PC Strand	ASTM A 416 / A 416M - 99	Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete	Grade 270 (Low Relaxation Type)
PC Wire	JIS G 3536 - 2014	Uncoated Stress-Relieved Steel Wires and Strands for Prestressed Concrete	SWPD1 (Deformed Wire Type)
PC Bar	JIS G 3137 - 2008	Small Size-Deformed Steel Bars for Prestressed Concrete	Grade D - Class 1 - SBPD 1275/1420
Rebar	SNI 2052 - 2014	Reinforcement Steel for Concrete	Steel Class : BJTS 40 (Deformed) Steel Class : BJTP 24 (Round)
Spiral Wire	JIS G 3532 - 2011	Low Carbon Steel Wires	SWM-P (Round Type) Cold-reduced steel wire for the reinforcement of concrete and the manufacture of welded fabric.
Joint Plate	JIS G 3101 - 2004	Rolled Steels for General Structure	SS400 (Tensile Strength 400 N/mm2) Applicable steel product for steel plates and sheets, steel strip in coil, sections, flats and bars.
Welding	ANSI / AWS D1.1 - 900	Structural Welding Code Steel	AWS A5.1/E6013 NIKKO STEEL RB 26 / RD 260, LION 26, or equivalent.

March - 2017

Lampiran 6 : Brosur Tiang Pancang PT. Wika Beton

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES



PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm^2)	Section Inertia (cm^4)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
					A2	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	169.00	122.04	6 - 19
					A2	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A3	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					B	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					A2	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
					A3	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
					B	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
1000***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					A2	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					A3	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24
					B	75.00	112.50	613.52	169.81	6 - 22
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	82.00	123.00	601.27	215.16	6 - 23
					A2	93.00	139.50	589.66	258.19	6 - 24
					A3	105.00	189.00	575.33	311.26	6 - 24
					B	120.00	240.00	555.23	385.70	6 - 24
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6 - 24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6 - 24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6 - 24
C	200.00	400.00	721.50	522.20	6 - 24					

Unit Conversion: 1 ton = 9.8060 kN

Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)

**) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

***) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamira Shoe

Lampiran 7 : Brosur Pelat PT. Gunung Steel Group

STEEL PLATE



At PT. Gunung Raja Paksi we understand the diverse demand for this form of flat steel as we produce steel plates from Mild Steel, High-Strength Low Alloy, Pressure Vessel, Ship Building Plates, and for general purpose uses.

We also understand the various uses and applications of steel plates, and as one of the leading steel mill, we can produce the majority of plate grades and standard as issued by the world's major third party certification entities such as BV, ABS, BIC, DNV, LR, GL, TUV, NK & CE Marked, and each with their different sub-grades.

To further enhance the performance of our steel product, we have recently added a normalizing facility. This process is to accommodate with a minimum thickness of 8mm and maximum 80mm steel plate and will provide the additional performance enhancement to our high tensile plate range.

With the combination of experience we have accumulate through the years in the Industry and the different type of cutting machine we have at our disposal, we are also able to fulfill the majority of sizes and dimensions required by our customers.

Standard & Specification : ASTM, JIS, EN 10025, A5 3678, DIN 17100, EN 10225, AM 5L, AM 2H, BS 4360, EN 10028, ASME, and Ship Building such: ABS, DNV, LR, BIC, GL, BV, NK.

Standard Size : Min. width 1200mm, max. width 3050mm,
Length as per request (15 meter)

Annual Capacity : 900.000 MT/year

Lampiran 7 : Brosur Pelat PT. Gunung Steel Group

CALCULATED PLATE WEIGHT (FROM THICKNESS & SIZE)

Width x Length (in mm)	1219 x 2438	1219 x 6096	1524 x 3048	1524 x 6096	1524 x 9144	1524 x 12192	1829 x 6096	1829 x 12192	2133 x 6096	2133 x 12192	2438 x 6096	2438 x 12192	2743 x 6096	2743 x 12192	3048 x 6096	3048 x 12192	3353 x 6096	3353 x 12192
Width x Length (in ft)	4' x 8'	4' x 20'	5' x 10'	5' x 20'	5' x 30'	5' x 40'	6' x 20'	6' x 40'	7' x 20'	7' x 40'	8' x 20'	8' x 40'	9' x 20'	9' x 40'	10' x 20'	10' x 40'	11' x 20'	11' x 40'
Width x Length (in inch)	48 x 96	48 x 240	60 x 120	60 x 240	60 x 360	60 x 480	72 x 240	72 x 480	84 x 240	84 x 480	96 x 240	96 x 480	108 x 240	108 x 480	120 x 240	120 x 480	132 x 240	132 x 480
Thickness (mm)																		
8	187	467	292	583	875	1.167	700	1.400	817	1.633	933	1.867	1.050	2.100	1.167	2.334	1.284	2.567
9	210	525	328	656	985	1.313	788	1.575	919	1.837	1.050	2.100	1.181	2.363	1.313	2.625	1.444	2.888
10	233	583	365	729	1.094	1.459	875	1.750	1.021	2.041	1.167	2.333	1.313	2.625	1.459	2.917	1.605	3.209
12	280	700	438	875	1.313	1.750	1.050	2.101	1.225	2.450	1.400	2.800	1.575	3.150	1.750	3.501	1.925	3.851
12.7	296	741	463	926	1.389	1.852	1.112	2.223	1.296	2.593	1.482	2.963	1.667	3.334	1.852	3.705	2.038	4.076
14	327	817	511	1.021	1.532	2.042	1.225	2.451	1.429	2.858	1.633	3.267	1.838	3.675	2.042	4.084	2.246	4.493
15	350	875	547	1.094	1.641	2.188	1.313	2.626	1.531	3.062	1.750	3.500	1.969	3.938	2.188	4.376	2.407	4.814
16	373	933	583	1.167	1.750	2.334	1.400	2.801	1.633	3.266	1.867	3.733	2.100	4.200	2.334	4.667	2.567	5.134
18	420	1.050	656	1.313	1.969	2.625	1.575	3.151	1.837	3.675	2.100	4.200	2.363	4.725	2.625	5.251	2.888	5.776
19	443	1.108	693	1.386	2.078	2.771	1.663	3.326	1.939	3.879	2.217	4.433	2.494	4.988	2.771	5.543	3.049	6.097
20	467	1.167	729	1.459	2.188	2.917	1.750	3.501	2.041	4.083	2.333	4.667	2.625	5.250	2.917	5.834	3.209	6.418
22	513	1.283	802	1.604	2.407	3.209	1.926	3.851	2.246	4.491	2.567	5.133	2.888	5.776	3.209	6.418	3.530	7.060
24	560	1.400	875	1.750	2.625	3.501	2.101	4.201	2.450	4.899	2.800	5.600	3.150	6.301	3.501	7.001	3.851	7.702
25	583	1.458	912	1.823	2.735	3.646	2.188	4.376	2.552	5.104	2.917	5.833	3.282	6.563	3.646	7.293	4.011	8.023
25.4	593	1.482	926	1.852	2.779	3.705	2.223	4.446	2.593	5.185	2.963	5.927	3.334	6.668	3.705	7.410	4.076	8.151
26	607	1.517	948	1.896	2.844	3.792	2.276	4.551	2.654	5.308	3.033	6.067	3.413	6.826	3.792	7.585	4.172	8.344
28	653	1.633	1.021	2.042	3.063	4.084	2.451	4.901	2.858	5.716	3.267	6.533	3.675	7.351	4.084	8.168	4.493	8.985
30	700	1.750	1.094	2.188	3.282	4.376	2.626	4.251	3.062	6.124	3.500	7.000	3.938	7.876	4.376	8.751	4.814	9.627
32	747	1.867	1.167	2.334	3.501	4.667	2.801	5.602	3.266	6.533	3.733	7.467	4.200	8.401	4.667	9.335	5.134	10.269
36	840	2.100	1.313	2.625	3.938	5.251	3.151	6.302	3.675	7.349	4.200	8.400	4.725	9.451	5.251	10.502	5.776	11.553
38	887	2.217	1.386	2.771	4.157	5.543	3.326	6.652	3.879	7.757	4.433	8.867	4.988	9.776	5.543	11.085	6.097	12.194
40	933	2.333	1.459	2.917	4.376	5.834	3.501	7.002	4.083	8.166	4.667	9.333	5.250	10.501	5.834	11.669	6.418	12.836
45	1.050	2.625	1.641	3.282	4.923	6.564	3.939	7.877	4.593	9.186	5.250	10.500	5.907	11.814	6.564	13.127	7.220	14.441
50	1.166	2.917	1.823	3.646	5.470	7.293	4.376	8.752	5.104	10.207	5.833	11.667	6.563	13.126	7.293	14.586	8.023	16.045
55	1.283	3.208	2.006	4.011	6.017	8.022	4.814	9.628	5.614	11.228	6.417	12.833	7.219	14.439	8.022	16.044	8.825	17.650
60	1.400	3.500	2.188	4.376	6.564	8.751	5.251	10.503	6.124	12.249	7.000	14.000	7.876	15.751	8.751	17.503	9.627	19.254
65	1.516	3.792	2.370	4.740	7.111	9.481	5.689	11.378	6.635	13.269	7.583	15.167	8.532	17.064	9.481	18.962	10.429	20.859
70	1.633	4.083	2.553	5.105	7.658	10.210	6.127	12.253	7.145	14.290	8.167	16.333	9.188	18.377	10.210	20.420	11.232	22.463
75	1.750	4.375	2.735	5.470	8.204	10.939	6.564	13.129	7.655	15.311	8.750	17.500	9.845	19.689	10.939	21.879	12.034	24.068
80	1.866	4.667	2.917	5.834	8.751	11.669	7.002	14.004	8.166	16.331	9.333	18.667	10.501	21.002	11.669	23.337	12.836	25.672
85	1.983	4.958	3.099	6.199	9.298	12.398	7.440	14.879	8.676	17.352	9.917	19.833	11.157	22.315	12.398	24.796	13.639	27.277
90	2.100	5.250	3.282	6.564	9.845	13.127	7.877	15.754	9.186	18.373	10.500	21.500	11.814	23.627	13.127	26.254	14.441	28.882
95	2.216	5.542	3.464	6.928	10.392	13.856	8.315	16.630	9.697	19.394	11.083	22.167	12.470	24.940	13.856	27.713	15.243	30.486
100	2.333	5.833	3.646	7.293	10.939	14.586	8.752	17.505	10.207	20.414	11.667	23.333	13.126	26.252	14.586	29.172	16.045	32.091

Calculated considering specific gravity of steel as 7.85 Kg/mm², and dimension in mm.

Not Available Sizes

Lampiran 7 : Brosur Pelat PT. Gunung Steel Group

MILD STEEL

Specification	Grade	Product Thickness (mm)	Mechanical Properties							Application	Remarks
			Thickness Range (mm)	Tensile Test (TR)			Bend Test	Impact Test (LG)			
				YS min. (N/mm ²)	UTS (N/mm ²)	E min. (%)		LG (Average Temp.)	TR (Average Temp.)		
AS 3678	250	5 - 150	≤ 8	280	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-	STRUCTURAL STEEL HOT ROLLED PLATES, FLOORPLATES AND SLABS	- For thickness below than 8mm, max width is 1,524mm (5'); above than 8mm, max width is 3,048mm (10'). - For thickness more than 80mm can be supplied without mill certificate. - Max. length is 15,000mm. However the final sizes are subject to reconfirm by our mill. - Shotblasting and primer shop are available, with max. width 3,048mm (10').
			> 8 ≤ 12	260	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 12 ≤ 20	250	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 20 ≤ 32	250	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 32 ≤ 50	250	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 50 ≤ 80	240	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-		
	> 80 ≤ 150	230	410 min	22 (5.65VSo)	-	-	-				
	300	5 - 150	≤ 8	320	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 8 ≤ 12	310	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 12 ≤ 20	300	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 20 ≤ 32	280	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-		
			> 32 ≤ 50	280	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-		
> 50 ≤ 80			270	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-			
> 80 ≤ 150	260	430 min	21 (5.65VSo)	-	-	-					
ASTM A 36 (2011) ASME SA 36 (2010, 2011a addenda)	-	2 - 150	≤ 20	250	400 - 550	-	-	-	FOR CARBON STRUCTURAL STEEL		
			> 20 ≤ 40	250	400 - 550	20 (200mm)	-	-			
			> 40 ≤ 65	250	400 - 550	-	-	-			
			> 65 ≤ 100	250	400 - 550	23 (50mm)	-	-			
			> 100	250	400 - 550	-	-	-			
ASTM A 131 (2011)	A	5 - 80	≤ 25	235	400 - 520	-	-	-	FOR STRUCTURAL STEEL FOR SHIPS		
			> 25 ≤ 35	235	400 - 520	21 (200mm)	-	-			
			> 35 ≤ 50	235	400 - 520	-	-	-			
			> 50 ≤ 70	235	400 - 520	24 (50mm)	-	20 °C [34]		20 °C [24]	
			> 70 ≤ 100	235	400 - 520	-	-	20 °C [41]		20 °C [27]	
			> 100	235	400 - 520	-	-	-		-	
	B	5 - 80	≤ 25	235	400 - 520	-	-	-			
			> 25 ≤ 35	235	400 - 520	21 (200mm)	-	0 °C [27]		0 °C [20]	
			> 35 ≤ 50	235	400 - 520	-	-	0 °C [27]		0 °C [20]	
			> 50 ≤ 70	235	400 - 520	24 (50mm)	-	0 °C [34]		0 °C [24]	
			> 70 ≤ 100	235	400 - 520	-	-	0 °C [41]		0 °C [27]	
			> 100	235	400 - 520	-	-	-		-	
D	5 - 80	≤ 25	235	400 - 520	-	-	-				
		> 25 ≤ 35	235	400 - 520	21 (200mm)	-	-20 °C [27]	-20 °C [20]			
		> 35 ≤ 50	235	400 - 520	-	-	-20 °C [27]	-20 °C [20]			
		> 50 ≤ 70	235	400 - 520	24 (50mm)	-	-20 °C [34]	-20 °C [24]			
		> 70 ≤ 100	235	400 - 520	-	-	-20 °C [41]	-20 °C [27]			
		> 100	235	400 - 520	-	-	-	-			
E	8 - 80	≤ 25	235	400 - 520	-	-	-				
		> 25 ≤ 35	235	400 - 520	21 (200mm)	-	-40 °C [27]	-40 °C [20]			
		> 35 ≤ 50	235	400 - 520	-	-	-40 °C [27]	-40 °C [20]			
		> 50 ≤ 70	235	400 - 520	24 (50mm)	-	-40 °C [34]	-40 °C [24]			
		> 70 ≤ 100	235	400 - 520	-	-	-40 °C [41]	-40 °C [27]			
		> 100	235	400 - 520	-	-	-	-			
ASTM 830 TO SAE (2011)	1010	≤ 80	-	-	-	-	-	FOR PLATES, CARBON STEEL, STRUCTURAL QUALITY.			
	1006	≤ 80	-	-	-	-	-				
	1008	≤ 80	-	-	-	-	-				
	1015	≤ 80	-	-	-	-	-				
	1020	≤ 80	-	-	-	-	-				
JIS G 3101 (2011)	SS 400	2 - 150	≤ 5	245	400 - 510	21 (50mm)	-	-	FOR GENERAL STRUCTURE		
			> 5 ≤ 16	245	400 - 510	17 (200mm)	Bending	-		-	
			> 16 ≤ 40	235	400 - 510	21 (200mm)	180°	-		-	
			> 40 ≤ 100	215	400 - 510	23 (50mm)	1.5 x t	-		-	
			> 100	205	400 - 510	23 (50mm)	-	-		-	
API 5L PSL 1 Welded Pipe	B	8 - 25	≤ 25	245 min	415 min	-	-	-	-		
API 5L PSL 2 Welded Pipe	BM	8 - 30	≤ 25	245 - 450	415 - 760	-	-	-	0 °C [27]		

Lampiran 7 : Brosur Pelat PT. Gunung Steel Group

HIGH STRENGTH

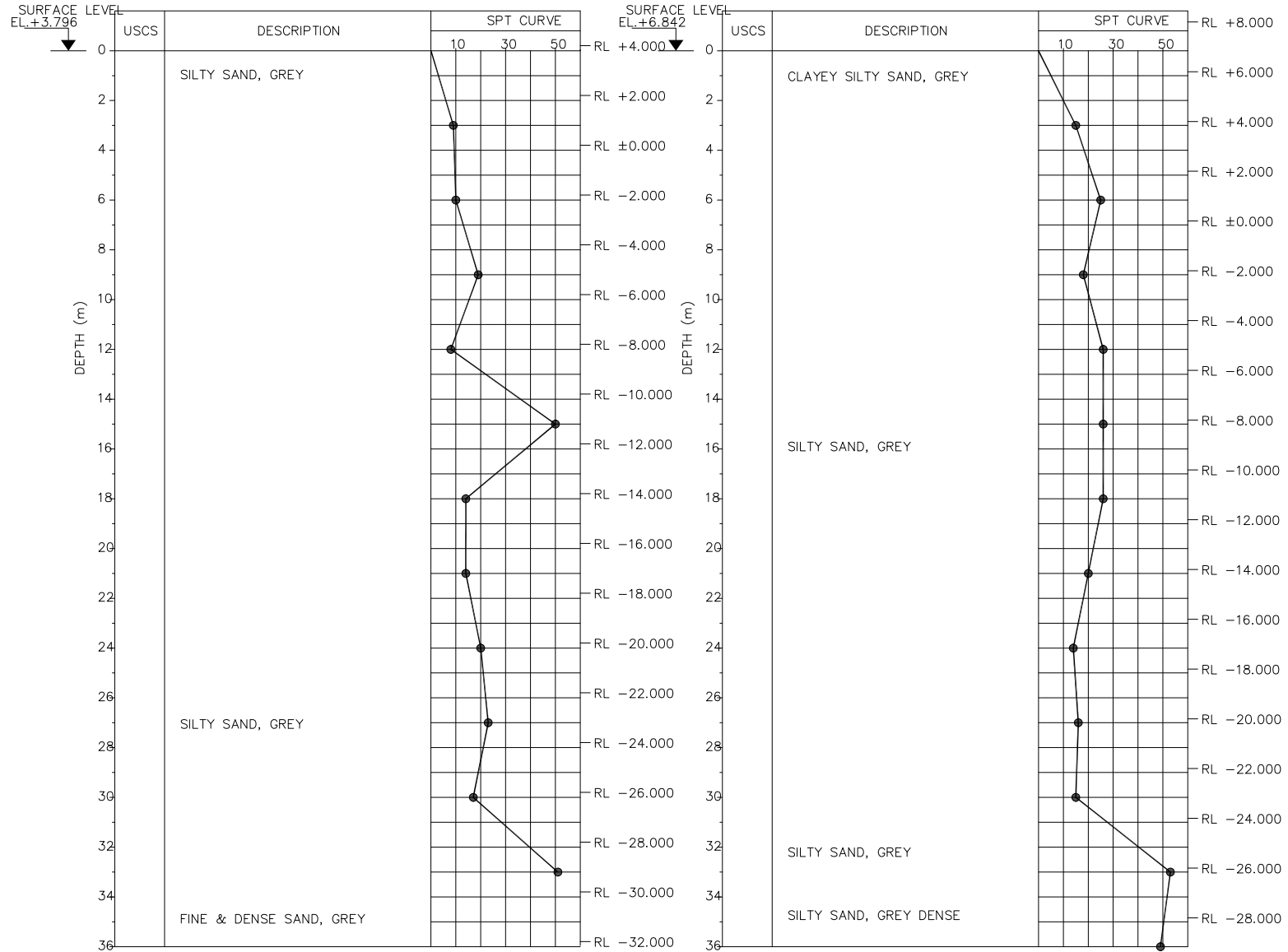
Specification	Grade	Product Thickness (mm)	Thickness Range (mm)	Mechanical Properties						Application	Remarks
				Tensile Test (TR)			Bend Test	Impact Test (LG)			
				YS min. (N/mm ²)	UTS (N/mm ²)	E min. (%)		LG (Average Temp.)	TR (Average Temp.)		
JIS G 3106 (2011)	SM 490 YA	6 - 100	≤ 5	365	490 - 610	19 (50mm)	-	-	-	FOR WELDED STRUCTURE	- For thickness below than 8mm, max width is 1,524mm (5"); above than 8mm, max width is 3,048mm (10").
			> 5 ≤ 16	365	490 - 610	15 (200mm)	-	-	-		
			> 16 ≤ 40	355	490 - 610	19 (200mm)	-	-	-		
			> 40 ≤ 75	335	490 - 610	21 (50mm)	-	-	-		
	SM 490 YB	6 - 100	> 75 ≤ 100	325	490 - 610	21 (50mm)	-	-	-		
			≤ 5	365	490 - 610	19 (50mm)	-	-	-		
			> 5 ≤ 16	365	490 - 610	15 (200mm)	-	0 °C [27]	-		
			> 16 ≤ 40	355	490 - 610	19 (200mm)	-	0 °C [27]	-		
	SM 520 B	6 - 25	> 40 ≤ 75	335	490 - 610	21 (50mm)	-	0 °C [27]	-		
			> 75 ≤ 100	325	490 - 610	21 (50mm)	-	0 °C [27]	-		
			≤ 5	365	520 - 640	19 (50mm)	-	-	-		
			> 5 ≤ 16	365	520 - 640	15 (200mm)	-	0 °C [27]	-		
JIS G 3106 (2011)	SM 520 C	6 - 25	> 16 ≤ 40	355	520 - 640	19 (200mm)	-	0 °C [27]	-		
			> 5 ≤ 16	365	520 - 640	19 (50mm)	-	-	-		
			> 16 ≤ 30	345	510 - 608	20 (200mm)	180°/2 x t	-20 °C [27]	-		
			> 30	335	510 - 608	20 (200mm)	180°/3 x t	-20 °C [27]	-		
DIN 17100 (1966)	ST 52.3	8 - 80	> 30	335	510 - 608	20 (200mm)	180°/3 x t	-20 °C [27]	-	- Max. length is 15,000mm. However the final sizes are subject to reconfirm by our mill.	
			≤ 25	290 min	415 min	-	-	-	-		
API 5L PSL 1 Welded Pipe (2007)	X 42	8 - 25	≤ 25	320 min	435 min	-	-	-	-	FOR GENERAL STRUCTURAL PURPOSES	- Shotblasting and primer shop are available, with max. width 3,048mm (10"). - Product below with NORMALIZED: 1. DIN 17100 (1966)
			≤ 25	360 min	460 min	-	-	-	-		
			≤ 25	390 min	490 min	-	-	-	-		
			≤ 25	415 min	520 min	-	-	-	-		
			≤ 25	450 min	535 min	-	-	-	-		
			≤ 25	485 min	570 min	-	-	-	-		
API 5L PSL 2 Welded Pipe	X 42M	8 - 30	≤ 25	290 - 495	415 - 760	-	-	0 °C [27]	-		
			≤ 25	320 - 525	435 - 760	-	-	0 °C [27]	-		
			≤ 25	360 - 530	460 - 760	-	-	0 °C [27]	-		
			≤ 25	390 - 545	490 - 760	-	-	0 °C [27]	-		
			≤ 25	415 - 565	520 - 760	-	-	0 °C [27]	-		
			≤ 25	450 - 600	535 - 760	-	-	0 °C [27]	-		
ASTM 830 TO SAE	1045	≤ 80	-	-	-	-	-	-	FOR PLATES, CARBON STEEL, STRUCTURAL QUALITY, FURNISHED TO CHEMICAL COMPOSITION REQUIREMENTS	-	

HIGH CARBON

Specification	Grade	Product Thickness (mm)	Thickness Range (mm)	Mechanical Properties						Application	Remarks
				Tensile Test (TR)			Bend Test	Impact Test (LG)			
				YS min. (N/mm ²)	UTS (N/mm ²)	E min. (%)		LG (Average Temp.)	TR (Average Temp.)		
ASTM 830 TO SAE	1045	≤ 80	-	-	-	-	-	-	-	FOR PLATES, CARBON STEEL, STRUCTURAL QUALITY, FURNISHED TO CHEMICAL COMPOSITION REQUIREMENTS	-

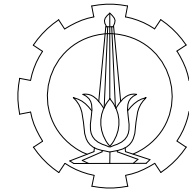
BOREHOLE NO. : DB-3

BOREHOLE NO. : DB-4



NOTES :

1. REFER TO SHEET ESH-02-B-101 FOR GENERAL NOTES
2. FOR BOREHOLE LOCATIONS REFER TO SHEET ESH-02-B-200
3. THE BOREHOLE DATA FOR BUOL BRIDGES HAS BEEN TAKEN FROM BINA MARGA REPORT:
LAPORAN FINAL ENGINEERING, JILID B: PENYIDIKAN TANAH, PAKET-01, PERENCANAAN TEKNIS JEMBATAN,
JEMBATAN BUOL, KONTRAK NO.: KU.08.08-007/SPK/P2JJ/2005, TANGGAL: 08 AGUSTUS 2005, TAHUN ANGGARAN: 2005
4. PRIOR TO STARTING CONSTRUCTION OF THE ABUTMENTS AND PIERS, THE CONTRACTOR SHALL DRILL ONE BOREHOLE AT EACH ABUTMENT AND ONE BOREHOLE AT EACH PIER LOCATION TO A DEPTH OF 40 M AND CARRY OUT SPT TESTING AT 3 M INTERVALS AS DIRECTED BY THE ENGINEER. THE BOREHOLE LOGS SHALL BE SUPPLIED TO THE ENGINEER FOR ASSESSMENT OF THE ADEQUACY OF THE PILING DESIGN. THE ENGINEER WILL ISSUE TO THE CONTRACTOR A REVISED PILING DESIGN IF THE SPT TESTING SHOWS SIGNIFICANT VARIATION FROM THE BOREHOLE DATA SHOWN ON THE DRAWINGS. THE CONTRACTOR SHALL NOT START CONSTRUCTION OF THE ABUTMENTS AND PIERS UNTIL APPROVAL TO START HAS BEEN GIVEN BY THE ENGINEER.

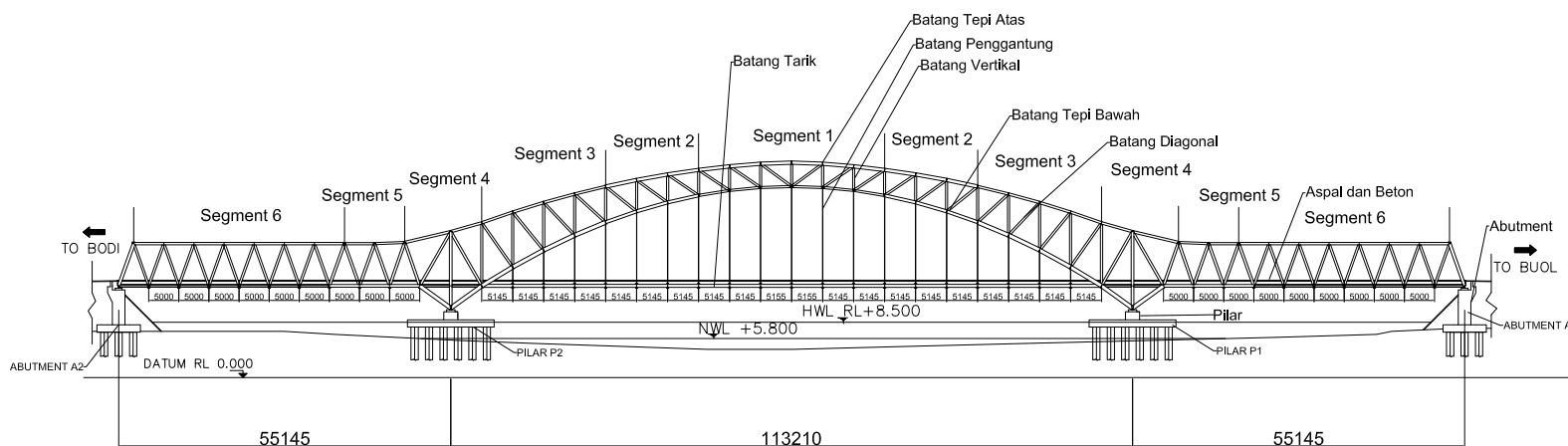


PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :
 POTONGAN MEMANJANG
 SETELAH MODIFIKASI

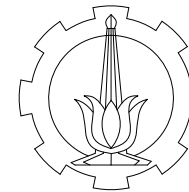
KETERANGAN :

- BATANG TEPI ATAS SEGMENT 1 BOX 550 X 550 X 32
- BATANG TEPI ATAS SEGMENT 2 BOX 550 X 550 X 32
- BATANG TEPI ATAS SEGMENT 3 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG TEPI ATAS SEGMENT 4 BOX 400 X 400 X 22
- BATANG TEPI ATAS SEGMENT 5 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG TEPI ATAS SEGMENT 6 BOX 400 X 400 X 22
- BATANG TEPI BAWAH SEGMENT 1 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG TEPI BAWAH SEGMENT 2 BOX 500 X 500 X 28
- BATANG TEPI BAWAH SEGMENT 3 BOX 650 X 650 X 36
- BATANG TEPI BAWAH SEGMENT 4 BOX 650 X 650 X 36
- BATANG TEPI BAWAH SEGMENT 5 BOX 450 X 450 X 25
- BATANG TEPI BAWAH SEGMENT 6 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG VERTIKAL SEGMENT 1-3 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG VERTIKAL SEGMENT 4 BOX 450 X 450 X 25
- BATANG VERTIKAL SEGMENT 5 - 6 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG DIAGONAL SEGMENT 1 - 3 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG DIAGONAL SEGMENT 4 - 5 BOX 400 X 400 X 22
- BATANG DIAGONAL SEGMENT 6 BOX 350 X 350 X 19
- BATANG TARIK BOX 500 X 500 X 28
- KOLOM PORTAL AKHIR BOX 500 X 500 X 22
- BALOK PORTAL AKHIR BOX 500 X 500 X 22
- BATANG PENGGANTUNG FULL LOCKED CABLES
 DIAMETER 50 MM
- UKURAN DALAM MM



POTONGAN MEMANJANG SETELAH MODIFIKASI
 SCALE 1:1250

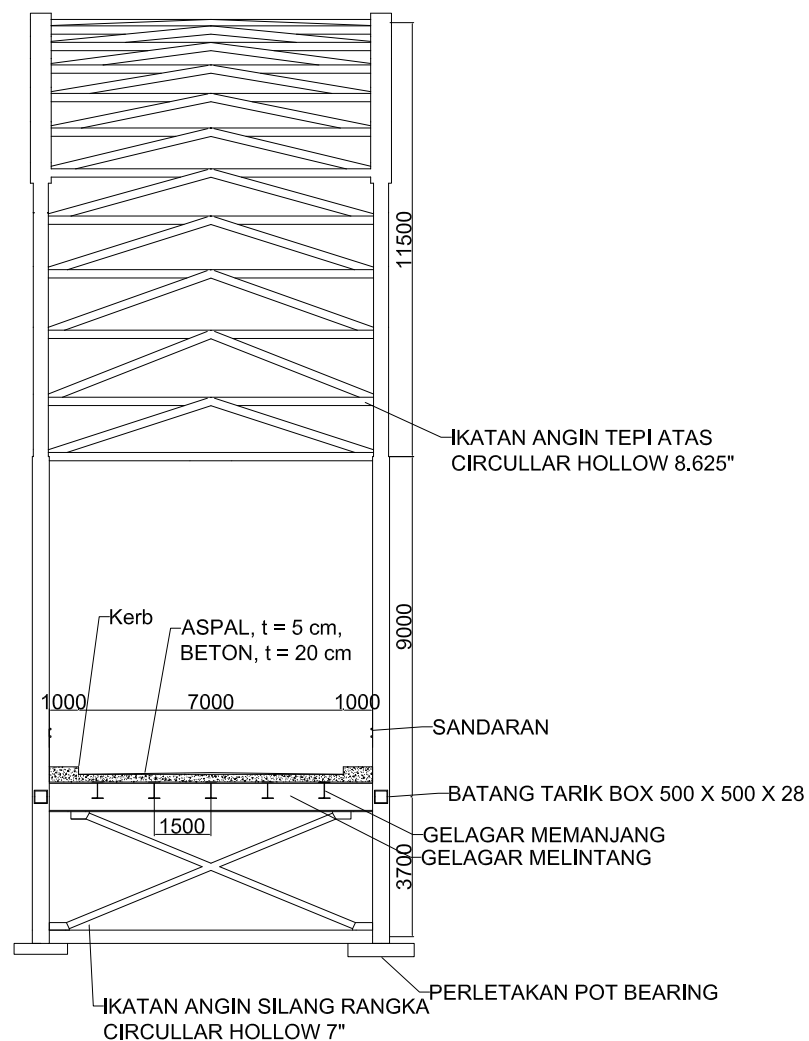
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI,ST.,M.Sc.,Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
1	28



PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

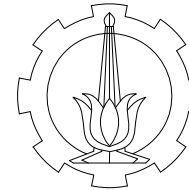
NAMA GAMBAR :
 POTONGAN MELINTANG SESUDAH
 MODIFIKASI

- KETERANGAN :
- GELAGAR MEMANJANG WF 434 X 299 X 10 X 15
 - GELAGAR MELINTANG WF 786 X 384 X 19.7 X 33.4
 - IKATAN ANGIN TEPI ATAS O 8,625"
 - IKATAN ANGIN SILANG RANGKA O 7"
 - IKATAN ANGIN TEPI BAWAH O 8,625"
 - UKURAN DALAM MM



POTONGAN MELINTANG SESUDAH MODIFIKASI
 SCALE 1:200

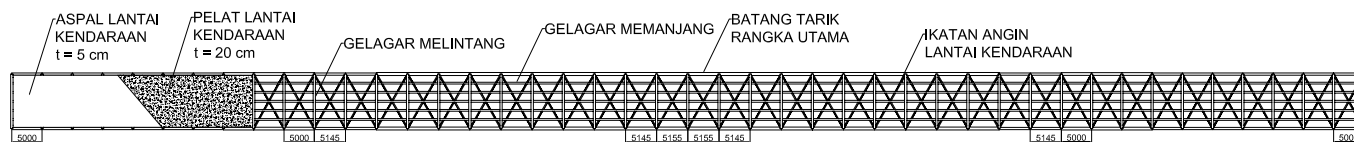
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
2	28



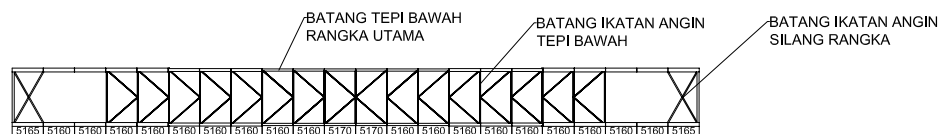
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :
 IKATAN ANGIN DAN DENAH LANTAI
 KENDARAAN SETELAH MODIFIKASI

- KETERANGAN :
- GELAGAR MEMANJANG WF 434 X 299 X 10 X 15
 - GELAGAR MELINTANG WF 786 X 384 X 19.7 X 33.4
 - IKATAN ANGIN LANTAI KENDARAAN L 200 X 200 X 20
 - IKATAN ANGIN TEPI ATAS O 8,625"
 - IKATAN ANGIN SILANG RANGKA O 7"
 - IKATAN ANGIN TEPI BAWAH O 8,625"
 - TEBAL ASPAL 5 CM DENGAN KEMIRINGAN 2 %
 - TEBAL PELAT LANTAI KENDARAAN 20 CM
 - UKURAN DALAM MM



DENAH LANTAI KENDARAAN JEMBATAN
 SCALE 1:1250

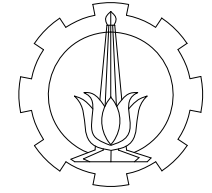


IKATAN ANGIN RANGKA TEPI BAWAH
 SCALE 1:1250



IKATAN ANGIN RANGKA TEPI ATAS
 SCALE 1:1250

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
3	28



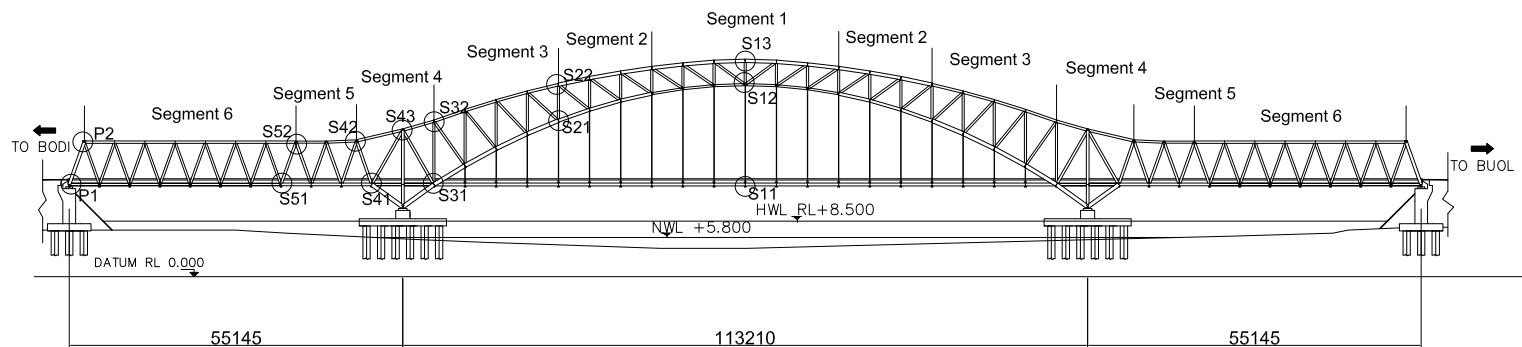
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

TITIK TINJAU SAMBUNGAN

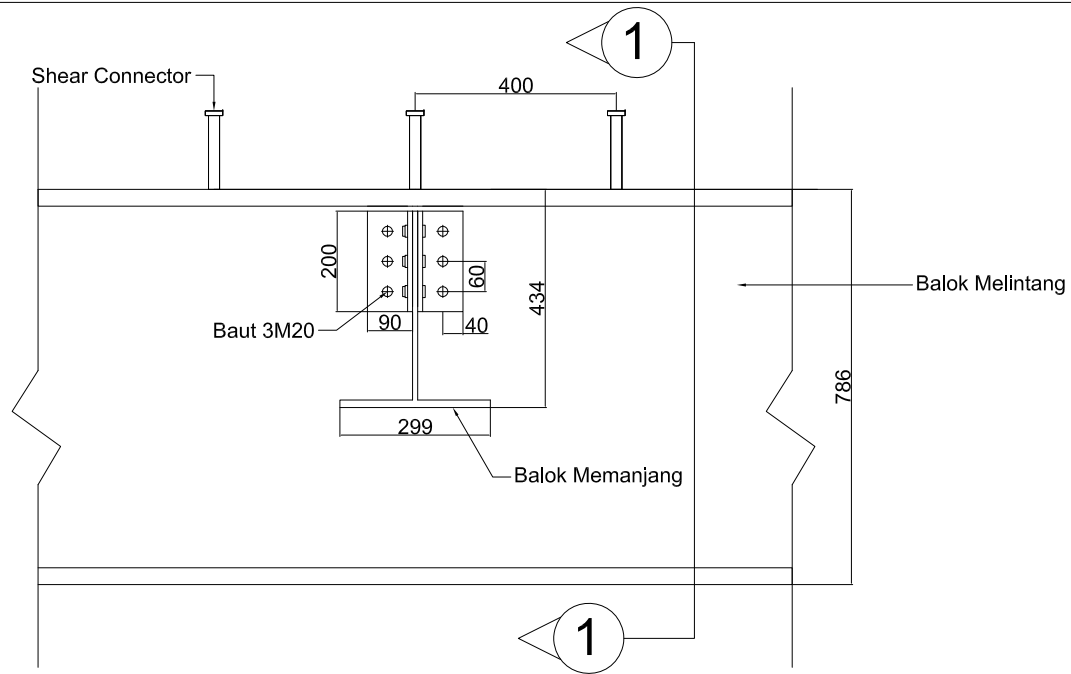
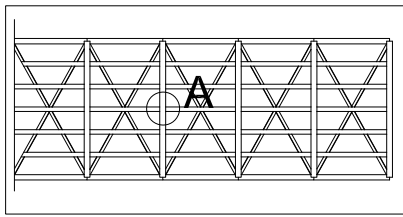
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM

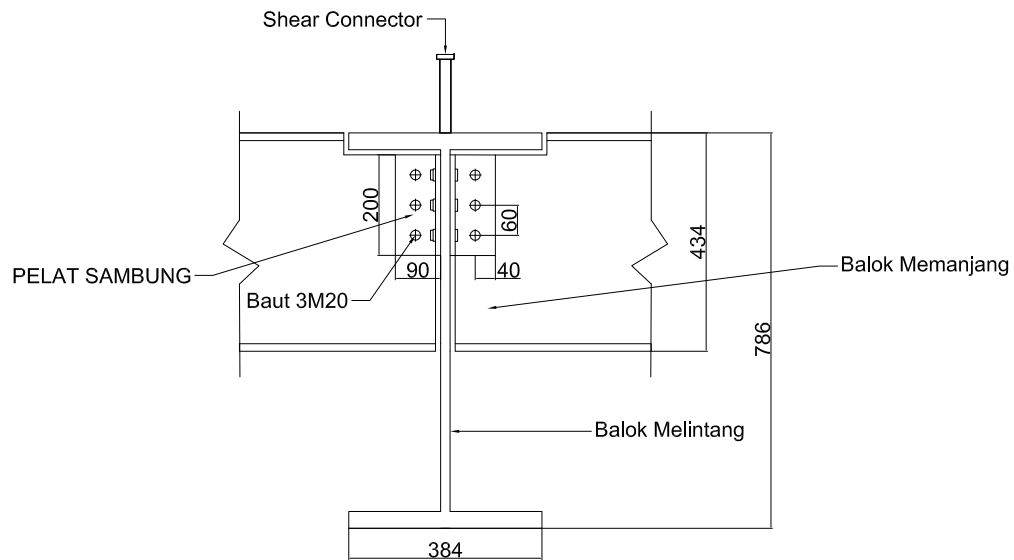


TITIK TINJAU SAMBUNGAN
 SCALE 1:1250

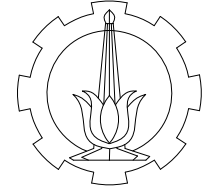
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
4	28



DETAIL A : SAMBUNGAN BALOK MEMANJANG DAN MELINTANG
SCALE 1:15



POTONGAN 1 - 1
SCALE 1:15

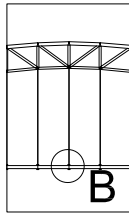
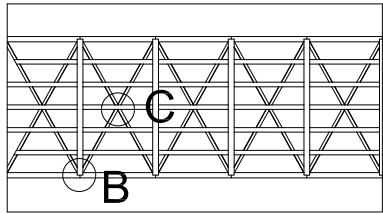


PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

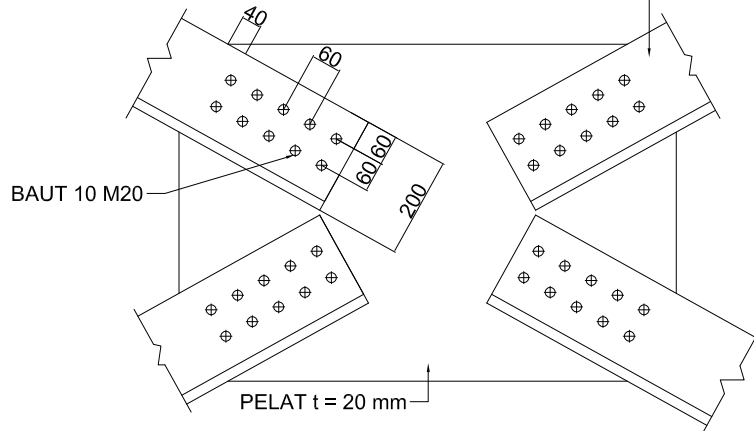
NAMA GAMBAR :
DETAIL SAMBUNGAN GELAGAR MEMANJANG
DAN GELAGAR MELINTANG

- KETERANGAN :
- GELAGAR MEMANJANG WF 434 X 299 X 10 X 15
 - GELAGAR MELINTANG WF 786 X 384 X 19,7 X 33,4
 - PELAT SAMBUNG SIKU L 90 X 90 X 10
 - UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADJKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI,ST.,M.Sc.,Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
5	28



IKATAN ANGIN LANTAI KENDARAAN
L 200 x 200 x 20



DETAIL C : SAMBUNGAN IKATAN ANGIN LANTAI KENDARAAN
SCALE 1:15

FULL LOCKED CABLE
PV 240 DIAMETER 50 MM

3
OPEN BRIDGE SOCKET
PV 240

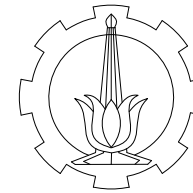
PELAT t = 36 mm

BAUT 50 M24

BATANG TARIK BOX 500 X 500 X 28

3

DETAIL B : SAMBUNGAN TITIK S11
SCALE 1:20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

SAMBUNGAN TITIK S11, GELAGAR
MELINTANG DAN IKATAN ANGIN

KETERANGAN :

- IKATAN ANGIN LANTAI KENDARAAN L 200 X 200 X 20
- BATANG TARIK BOX 500 X 500 X 28
- BATANG PENGGANTUNG FULL LOCKED CABLES
DIAMETER 50 MM
- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA

NRP

R. DARY WIRA MAHADIKA

3113 100 005

DOSEN PEMBIMBING

NIP

ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.

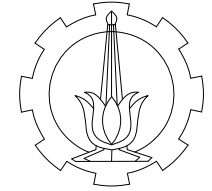
1970020111995122001

No. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

6

28



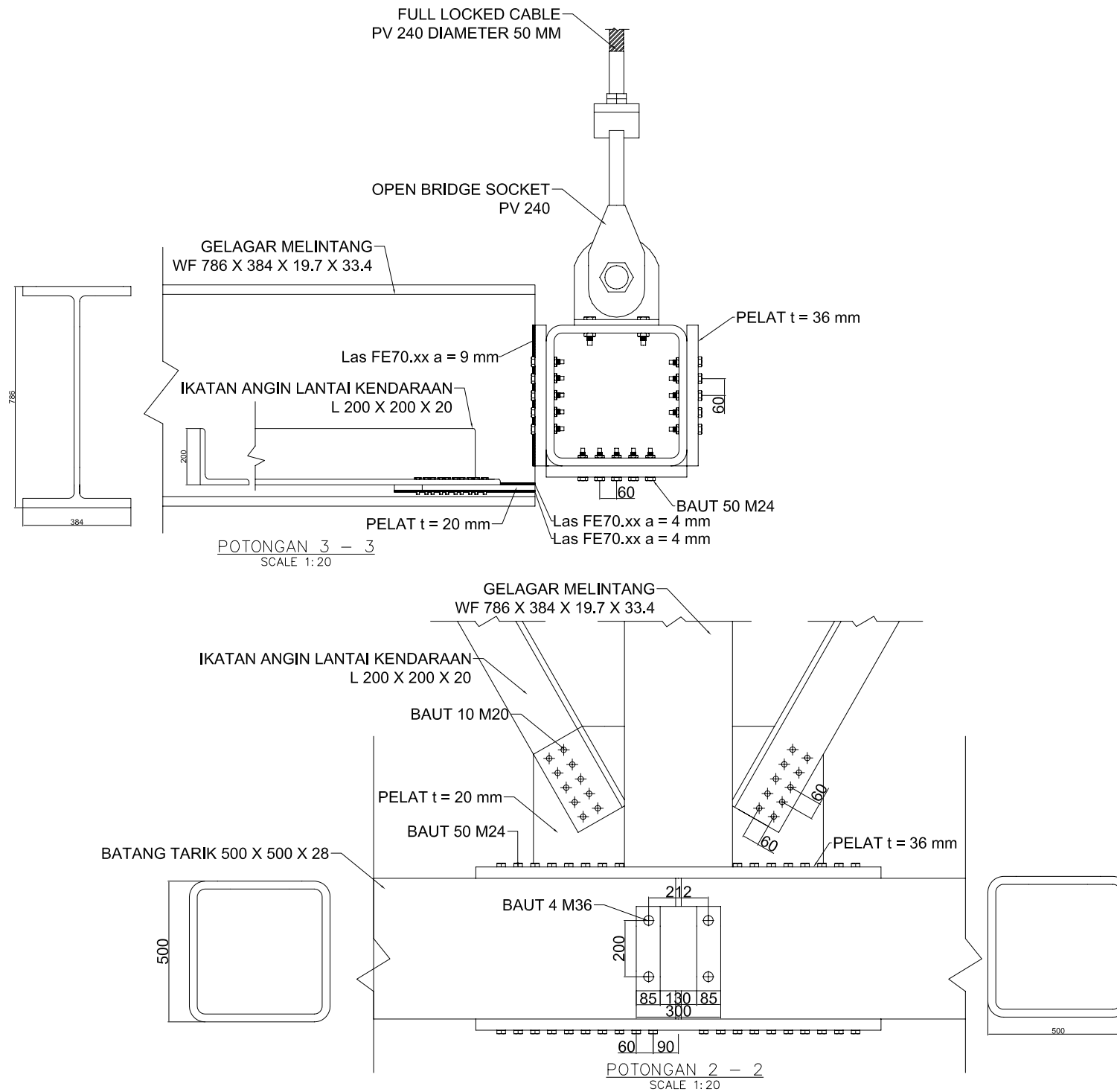
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

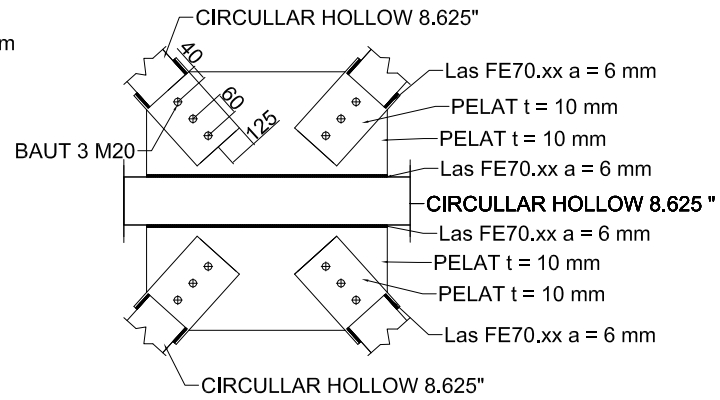
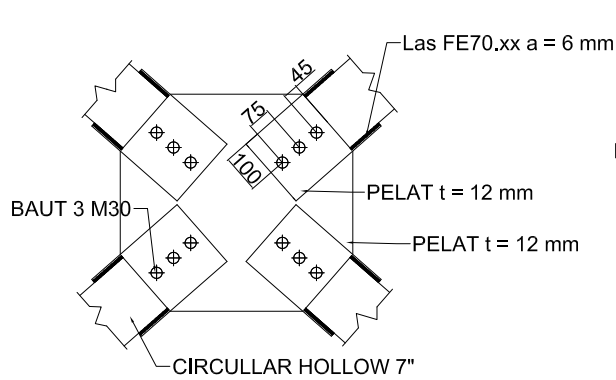
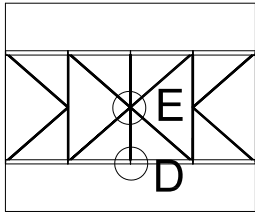
POTONGAN 3-3 DAN POTONGAN 2-2

KETERANGAN :

- GELAGAR MELINTANG WF 786 X 384 X 19.7 X 33.4
- IKATAN ANGIN LANTAI KENDARAAN L 200 X 200 X 20
- BATANG PENGGANTUNG FULL LOCKED CABLES
- DIAMETER 50 MM
- UKURAN DALAM MM

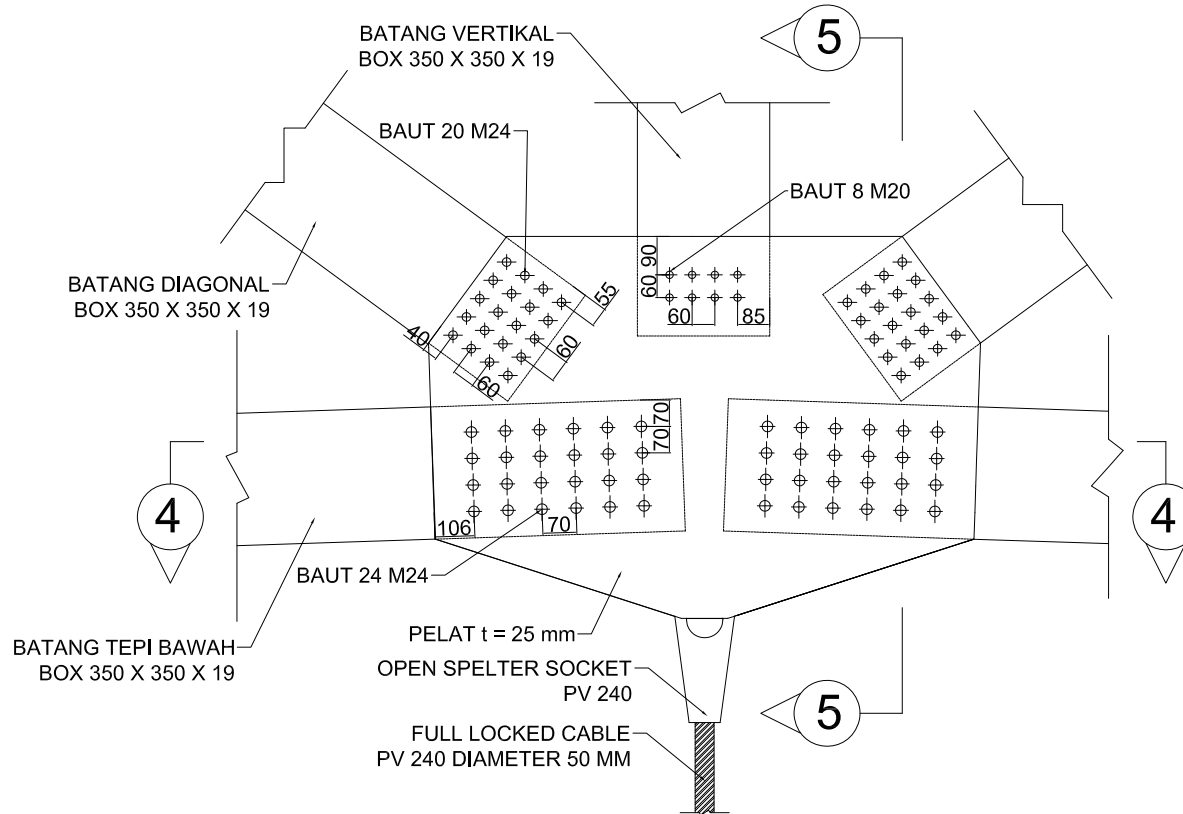
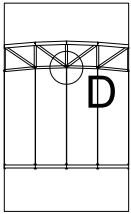
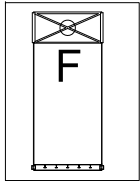


NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHAJIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
7	28

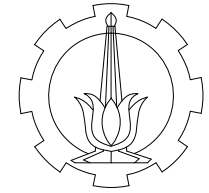


DETAIL F : SAMBUNGAN IKATAN ANGIN SILANG RANGKA
SCALE 1: 20

DETAIL E : SAMBUNGAN IKATAN ANGIN TEPI BAWAH
SCALE 1: 20



DETAIL D : SAMBUNGAN TITIK S12
SCALE 1: 20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

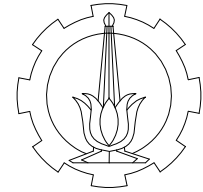
NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN D , E DAN F

KETERANGAN :

- BATANG VERTIKAL BOX 350 X 350 X 19
- IKATAN ANGIN SILANG RANGKA O 7"
- IKATAN ANGIN TEPI BAWAH O 8,625"
- BATANG DIAGONAL BOX 350 X 350 X 19
- BATANG TEPI BAWAH BOX 350 X 350 X 19
- BATANG PENGGANTUNG FULL LOCKED CABLES
DIAMETER 50 MM
- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADJIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
8	28



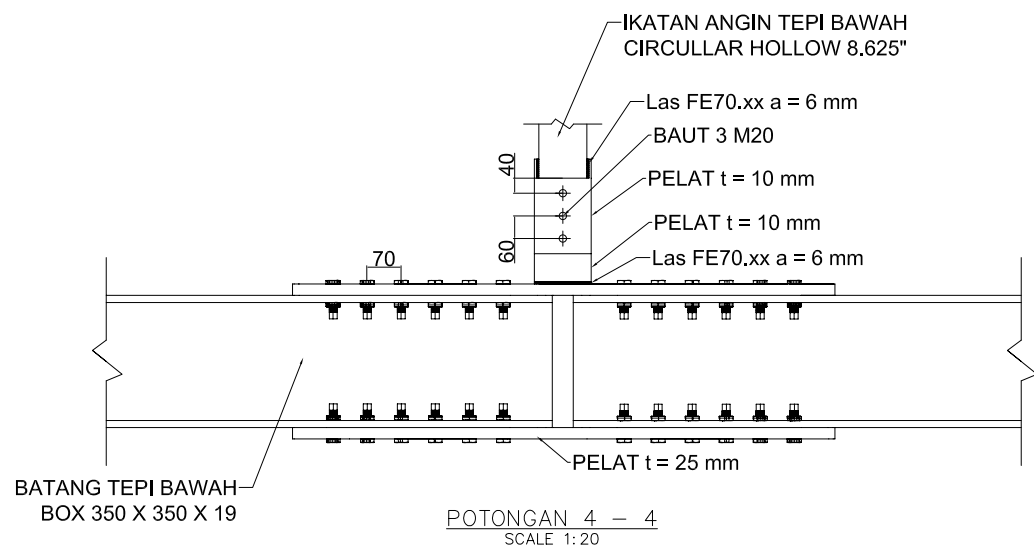
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

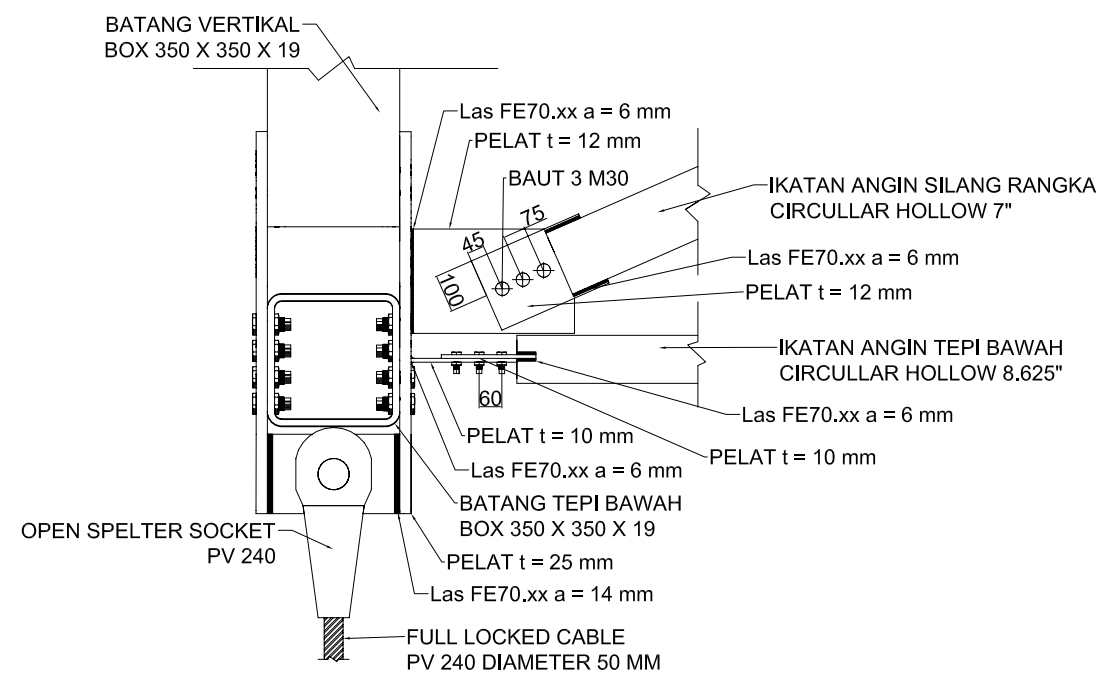
POTONGAN 4 - 4 DAN POTONGAN 5 - 5

KETERANGAN :

- BATANG VERTIKAL BOX 350 X 350 X 19
- IKATAN ANGIN SILANG RANGKA O 7"
- IKATAN ANGIN TEPI BAWAH O 8,625"
- BATANG TEPI BAWAH BOX 350 X 350 X 19
- BATANG PENGGANTUNG FULL LOCKED CABLES
- DIAMETER 50 MM
- UKURAN DALAM MM



POTONGAN 4 - 4
 SCALE 1:20

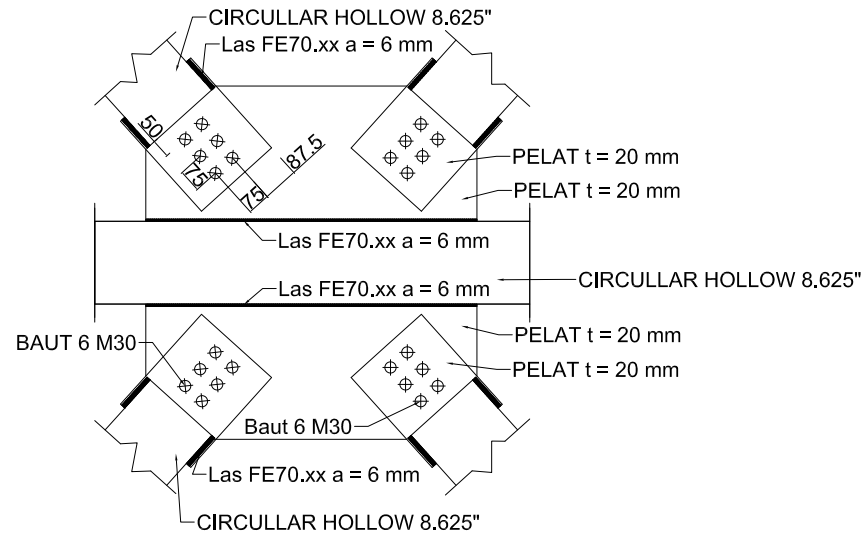
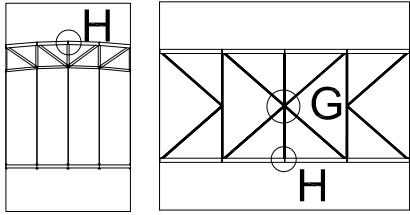


POTONGAN 5 - 5
 SCALE 1:20

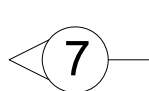
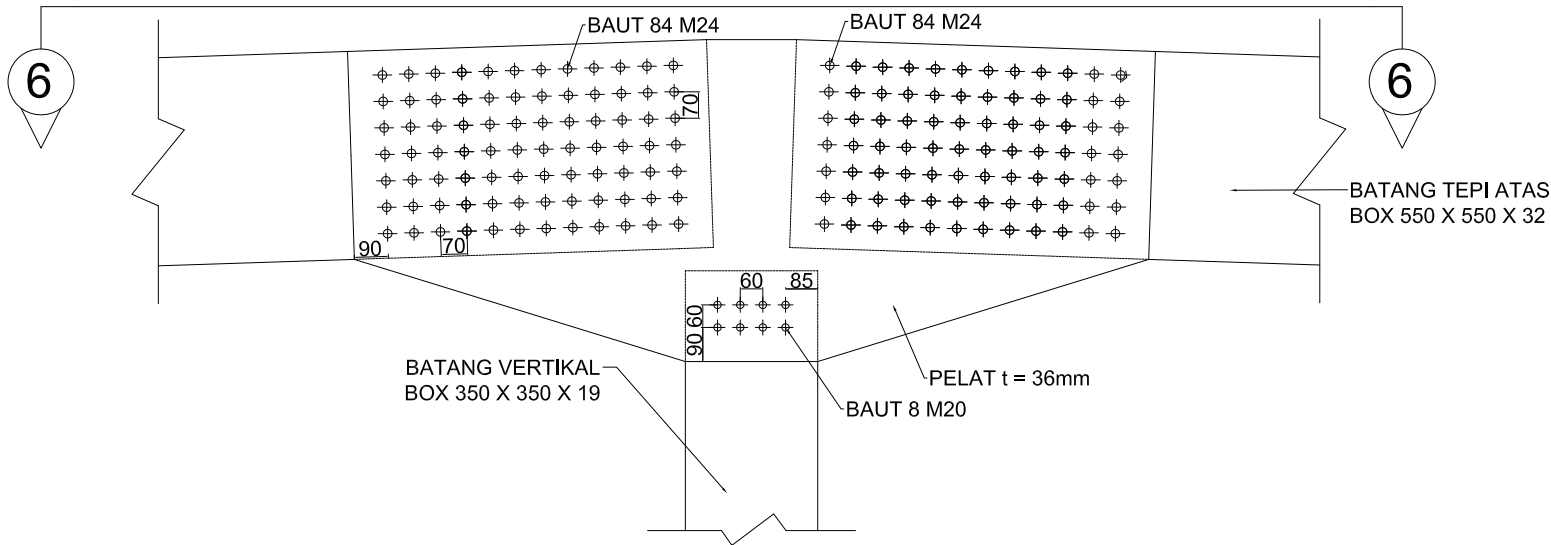
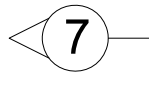
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR

9

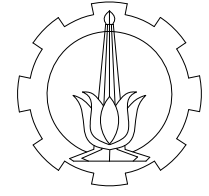
28



DETAIL G : SAMBUNGAN IKATAN ANGIN TEPI ATAS
SCALE 1:20



DETAIL H : SAMBUNGAN TITIK S13
SCALE 1:20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

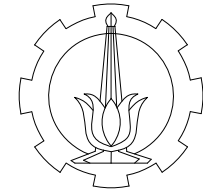
NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN G DAN SAMBUNGAN H

KETERANGAN :

- BATANG VERTIKAL BOX 350 X 350 X 19
- IKATAN ANGIN TEPI ATAS O 8.625"
- BATANG TEPI ATAS 550 X 550 X 32
- UKURAN DALAM MM

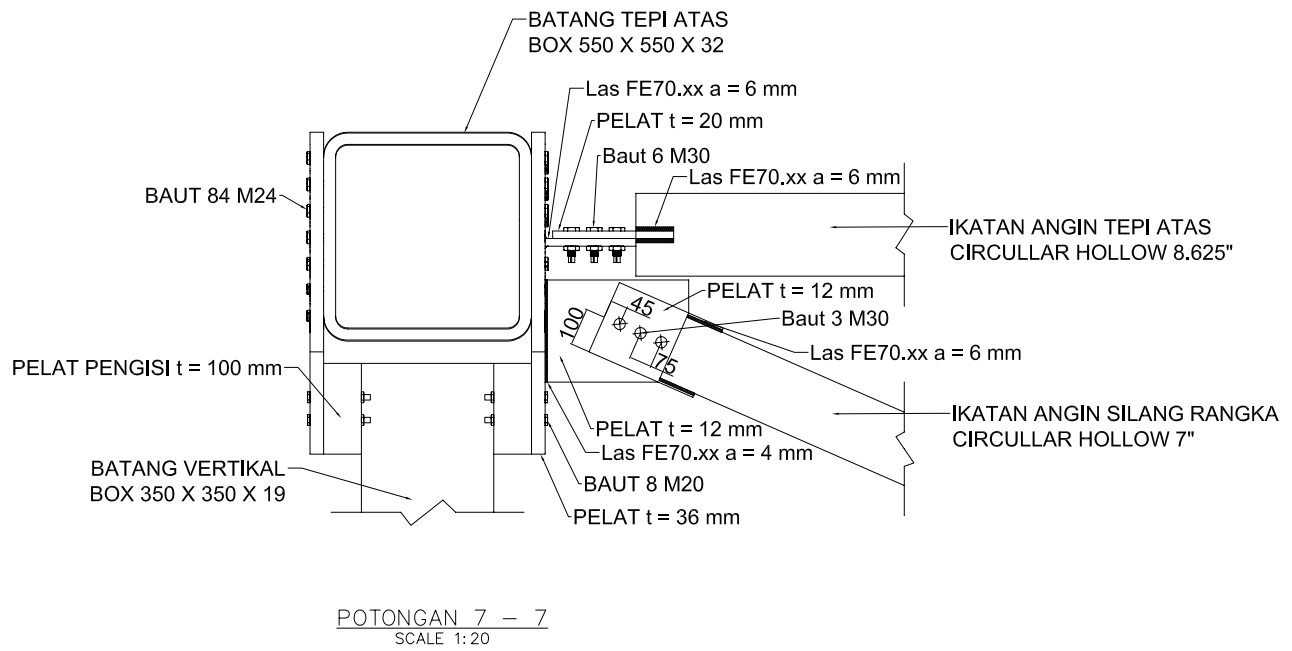
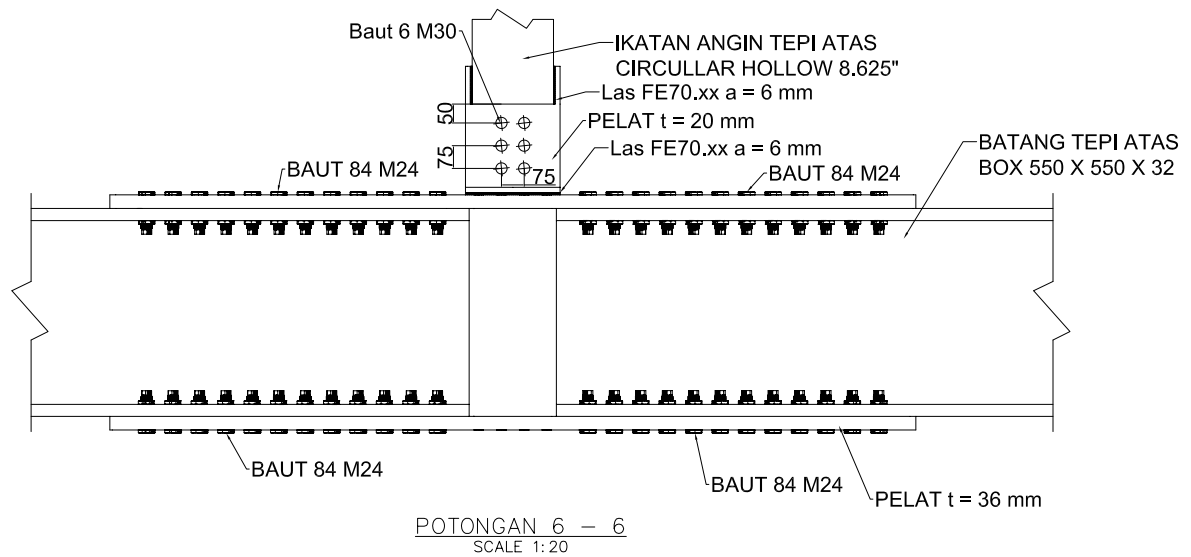
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
10	28



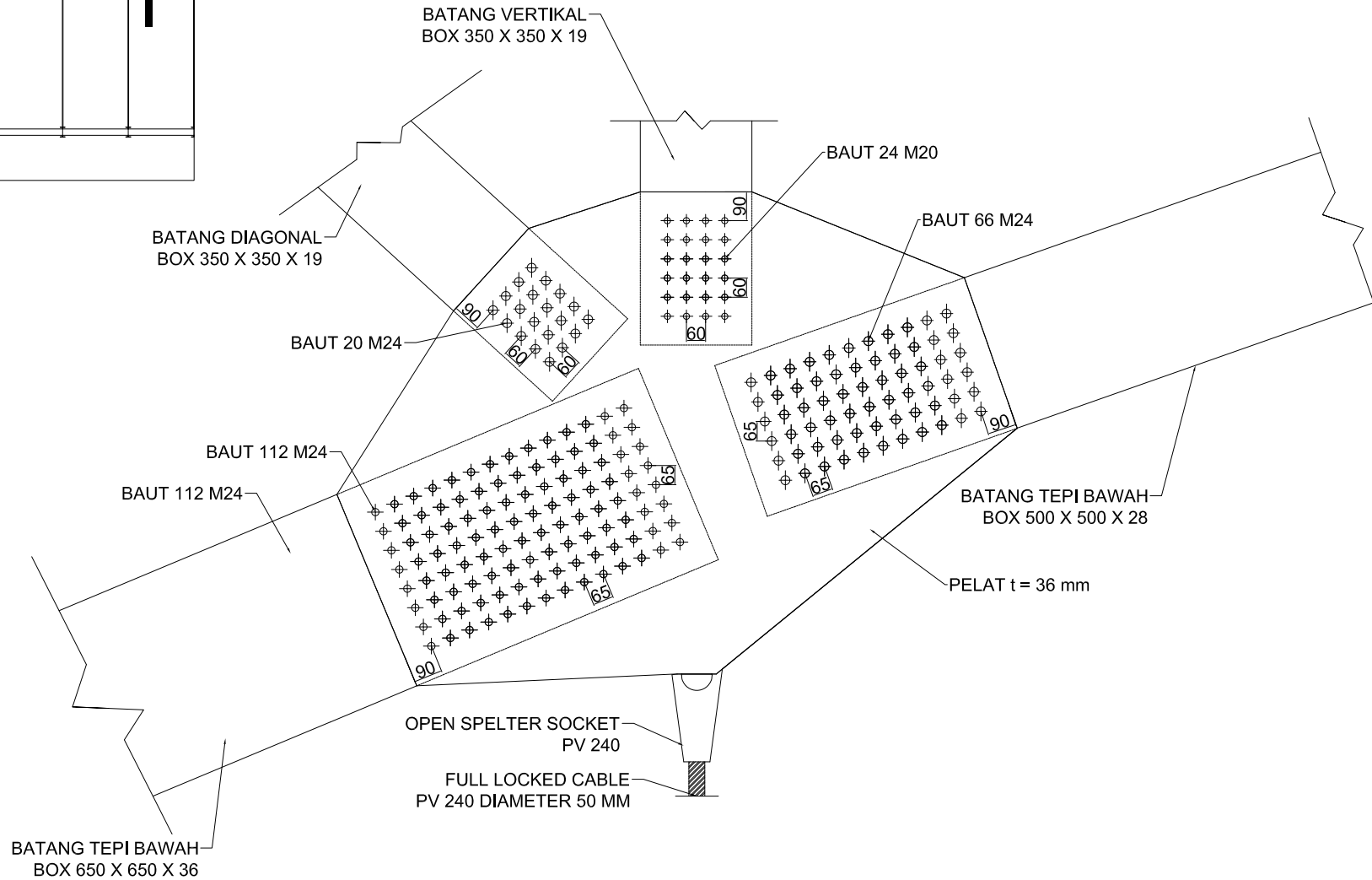
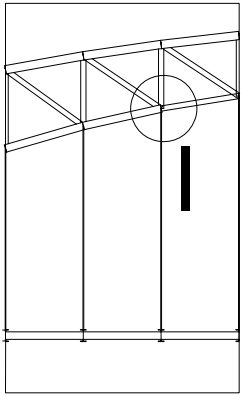
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :
 POTONGAN 7-7 DAN POTONGAN 6 - 6

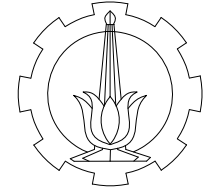
- KETERANGAN :
- IKATAN ANGIN SILANG RANGKA O 7"
 - BATANG VERTIKAL BOX 350 X 350 X 19
 - IKATAN ANGIN TEPI ATAS O 8,625"
 - BATANG TEPI ATAS 550 X 550 X 32
 - UKURAN DALAM MM



NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
11	28



DETAIL I : SAMBUNGAN TITIK S21
SCALE 1:20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

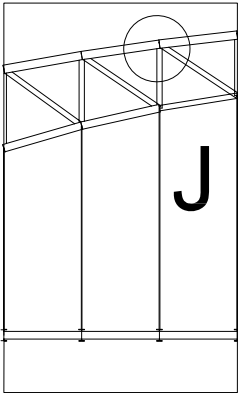
NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN I

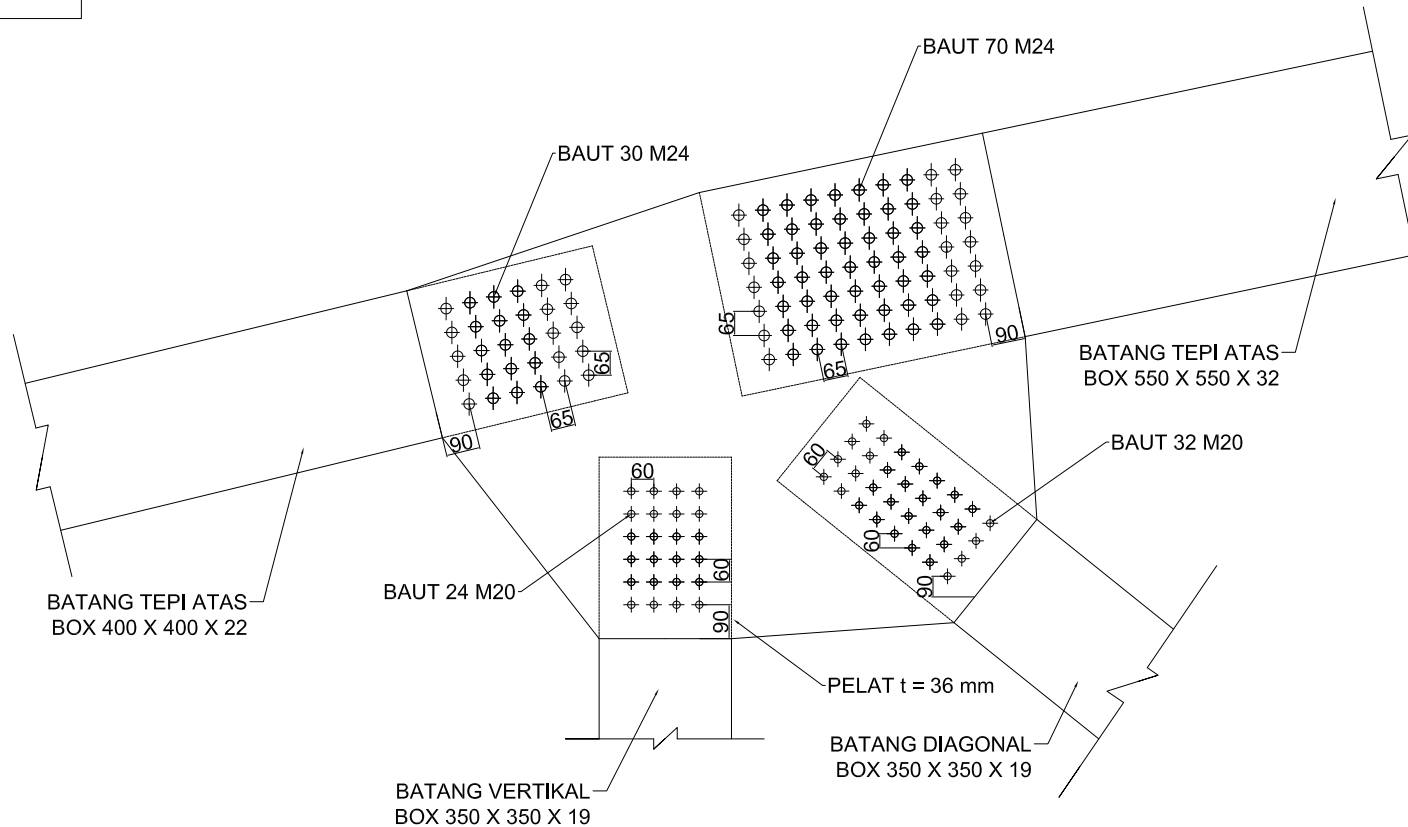
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM

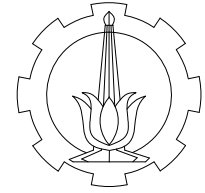
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
12	28



J



DETAIL J : SAMBUNGAN TITIK S22
SCALE 1: 20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

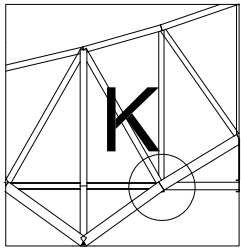
NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN J

KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
13	28



BATANG DIAGONAL
BOX 400 X 400 X 22

BATANG VERTIKAL
BOX 350 X 350 X 19

BATANG TEPI BAWAH
BOX 650 X 650 X 36

BAUT 30 M20

BAUT 72 M20

BATANG HORIZONTAL
BOX 350 X 350 X 19

BAUT 9 M24

BAUT 112 M24

BAUT 50 M24

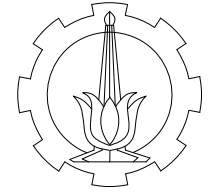
BATANG TARIK
BOX 500 X 500 X 28

PELAT t = 36 mm

BAUT 112 M24

BATANG TEPI BAWAH
BOX 650 X 650 X 36

DETAIL K : SAMBUNGAN TITIK S31
SCALE 1:20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN K

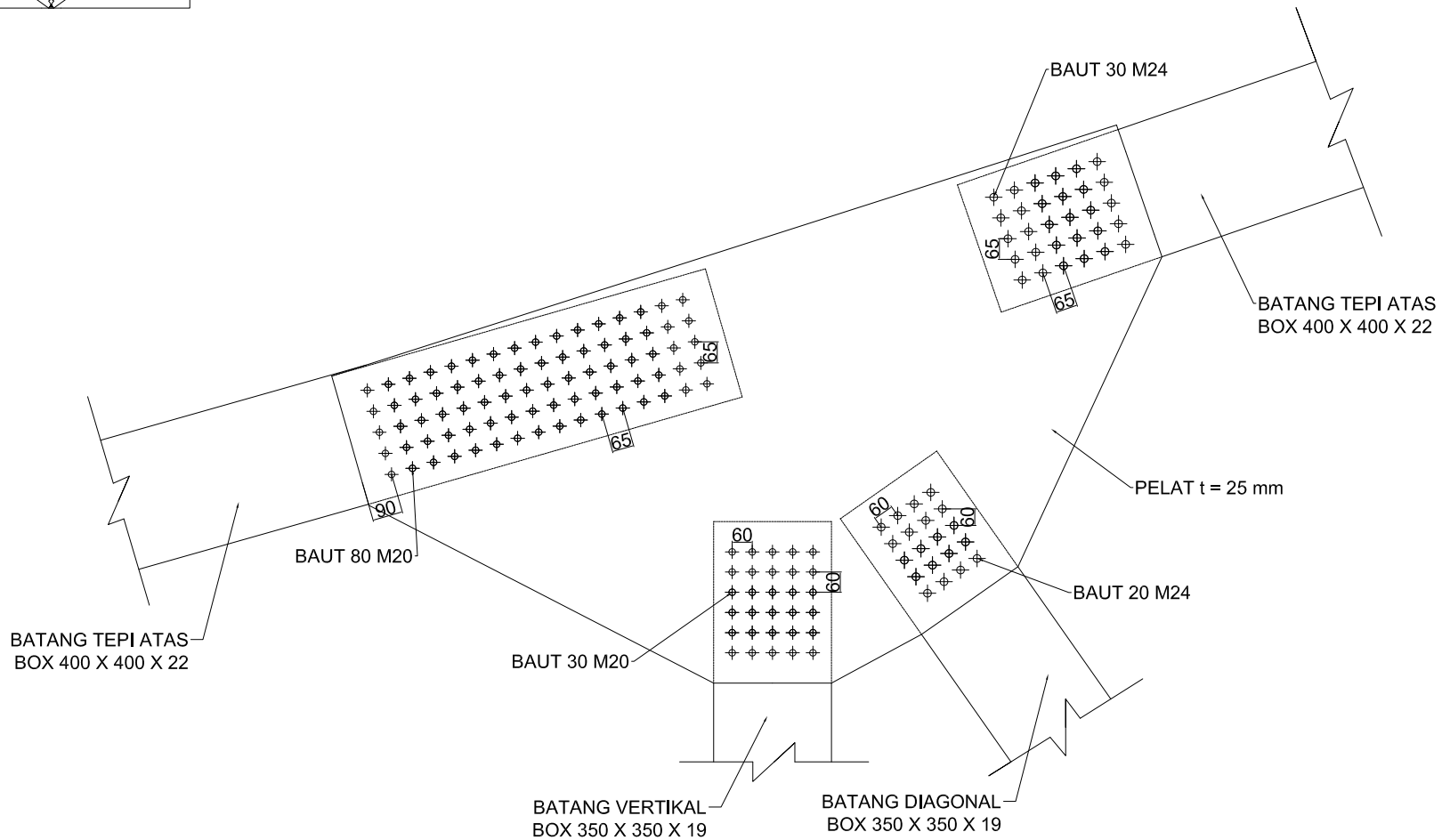
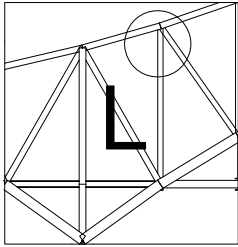
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM

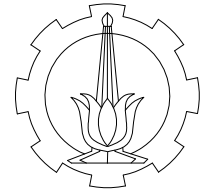
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR

14

28



DETAIL L : SAMBUNGAN TITIK S32
SCALE 1: 20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

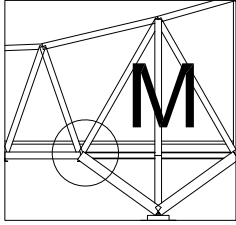
NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN L

KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
15	28



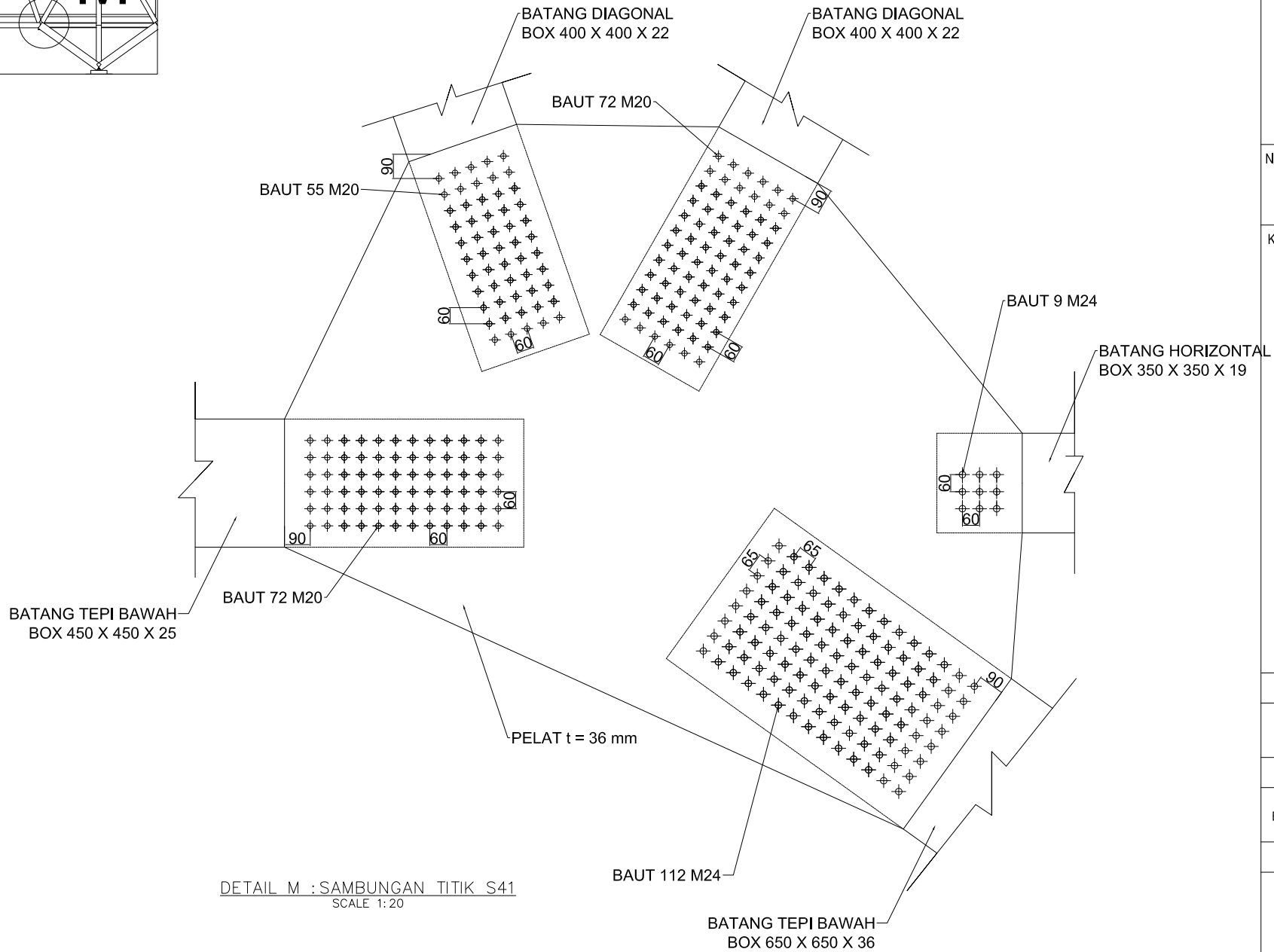
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN M

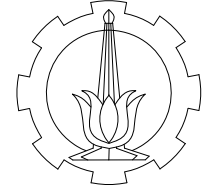
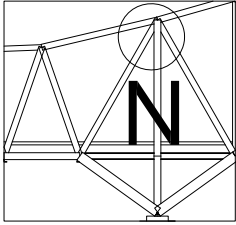
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM



DETAIL M : SAMBUNGAN TITIK S41
 SCALE 1:20

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
16	28



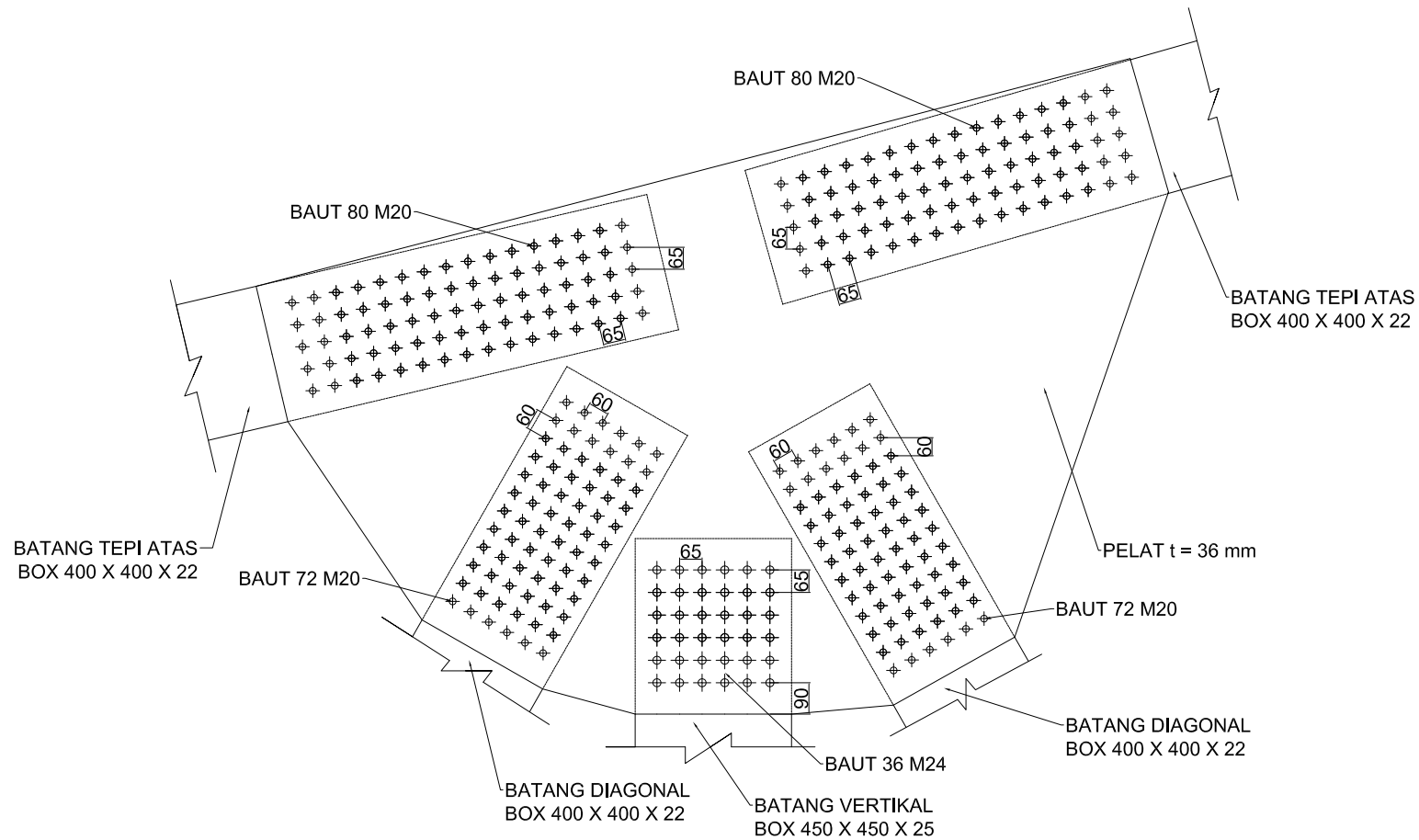
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN N

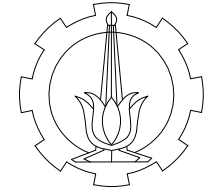
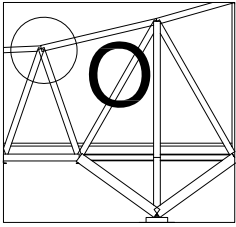
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM



DETAIL N : SAMBUNGAN TITIK S43
 SCALE 1:20

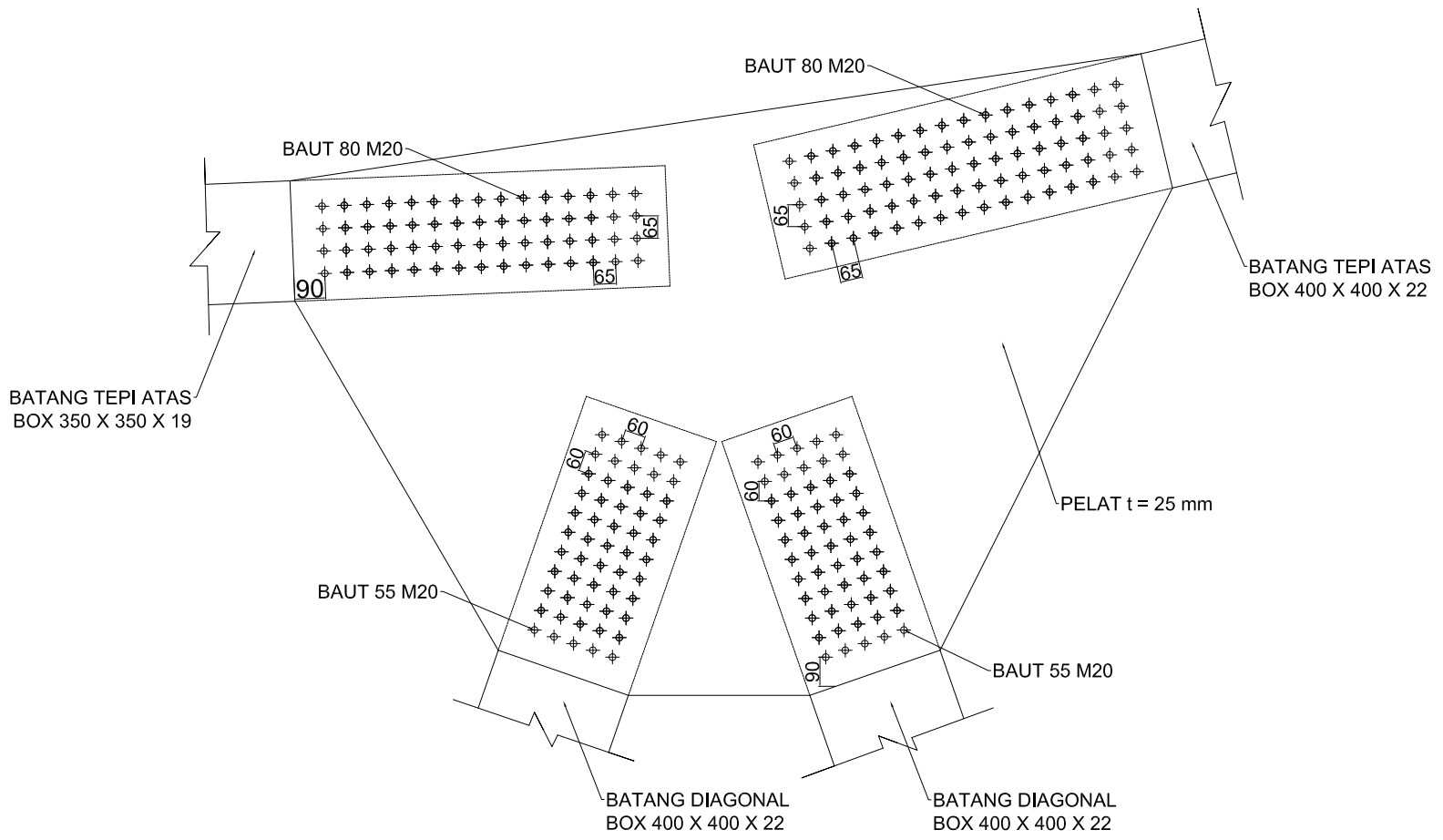
NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
17	28



PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

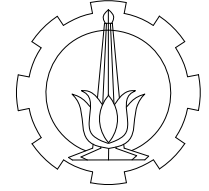
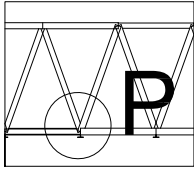
NAMA GAMBAR :
 DETAIL SAMBUNGAN O

KETERANGAN :
 - UKURAN DALAM MM



DETAIL O : SAMBUNGAN TITIK S42
 SCALE 1:20

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
18	28



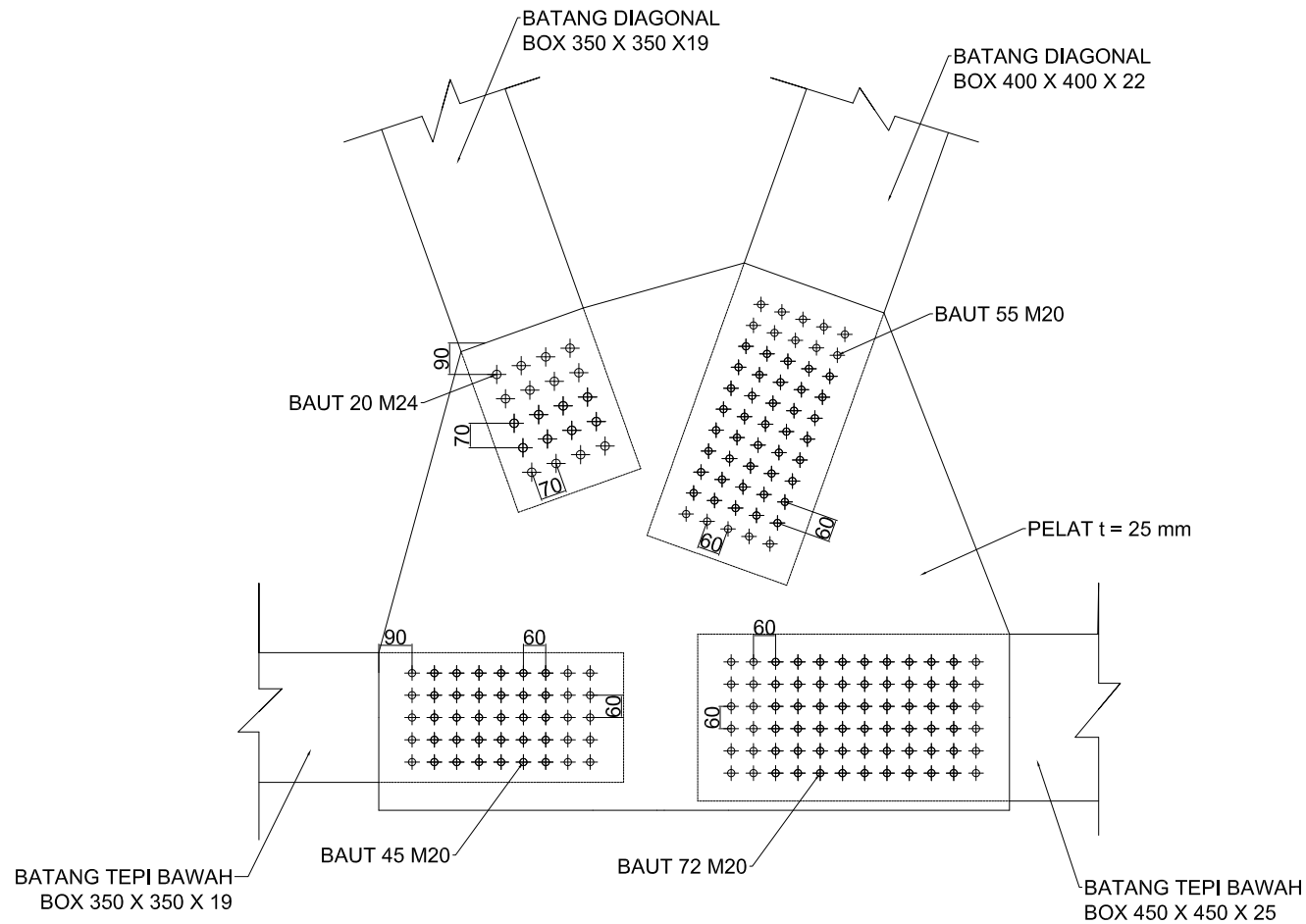
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN P

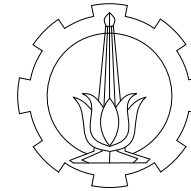
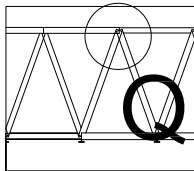
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM



DETAIL P : SAMBUNGAN TITIK S51
 SCALE 1: 20

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
19	28



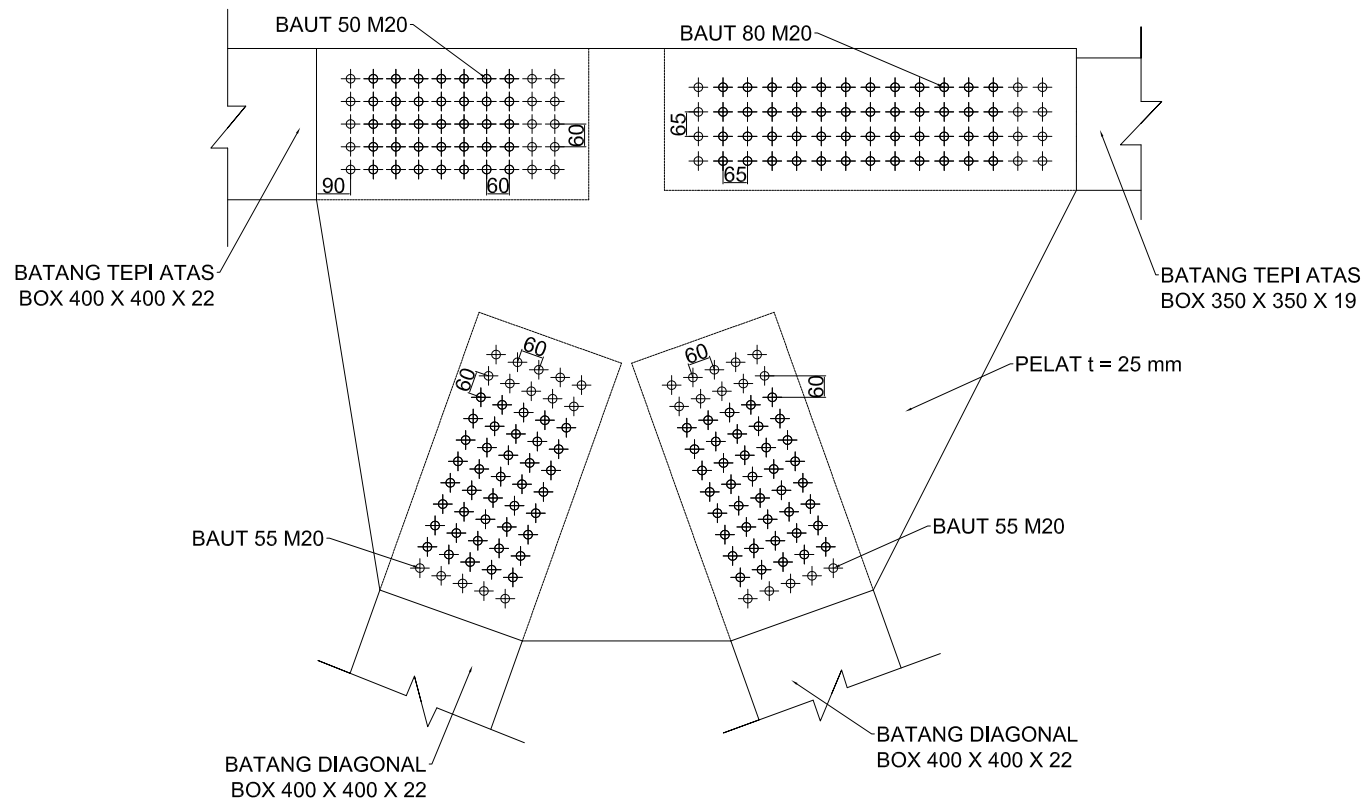
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN Q

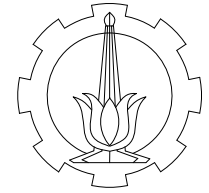
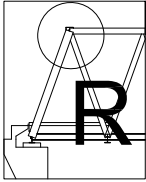
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM



DETAIL Q : SAMBUNGAN TITIK S52
 SCALE 1:20

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
20	28



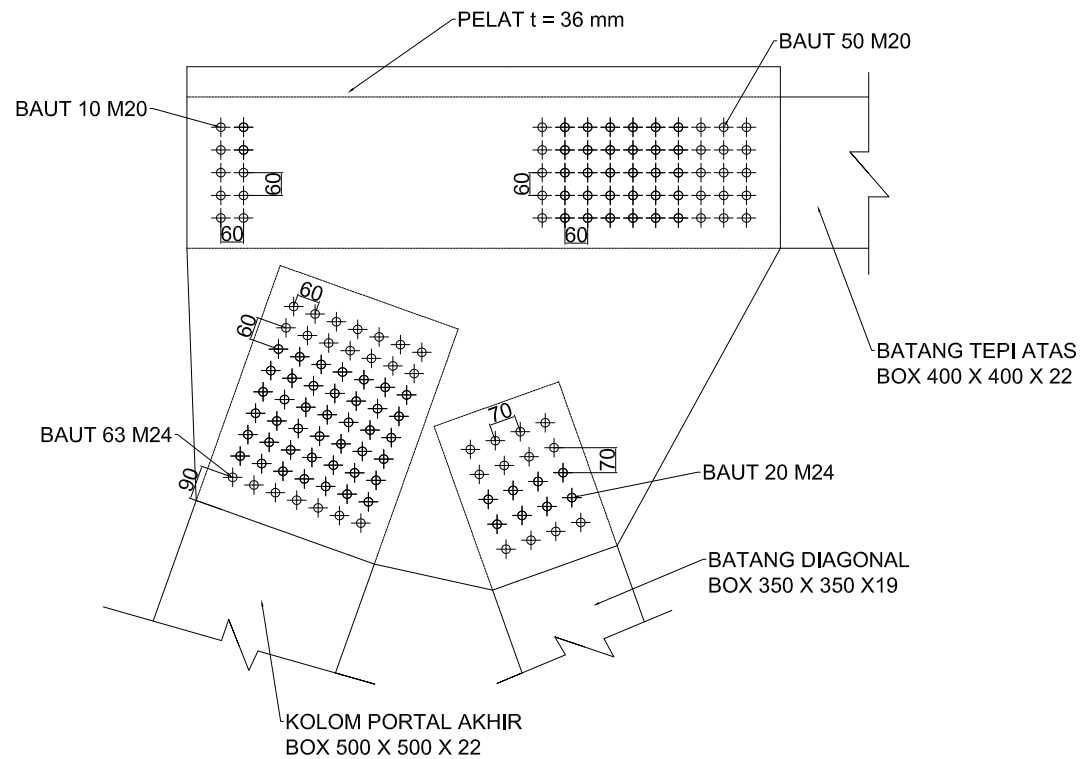
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN R

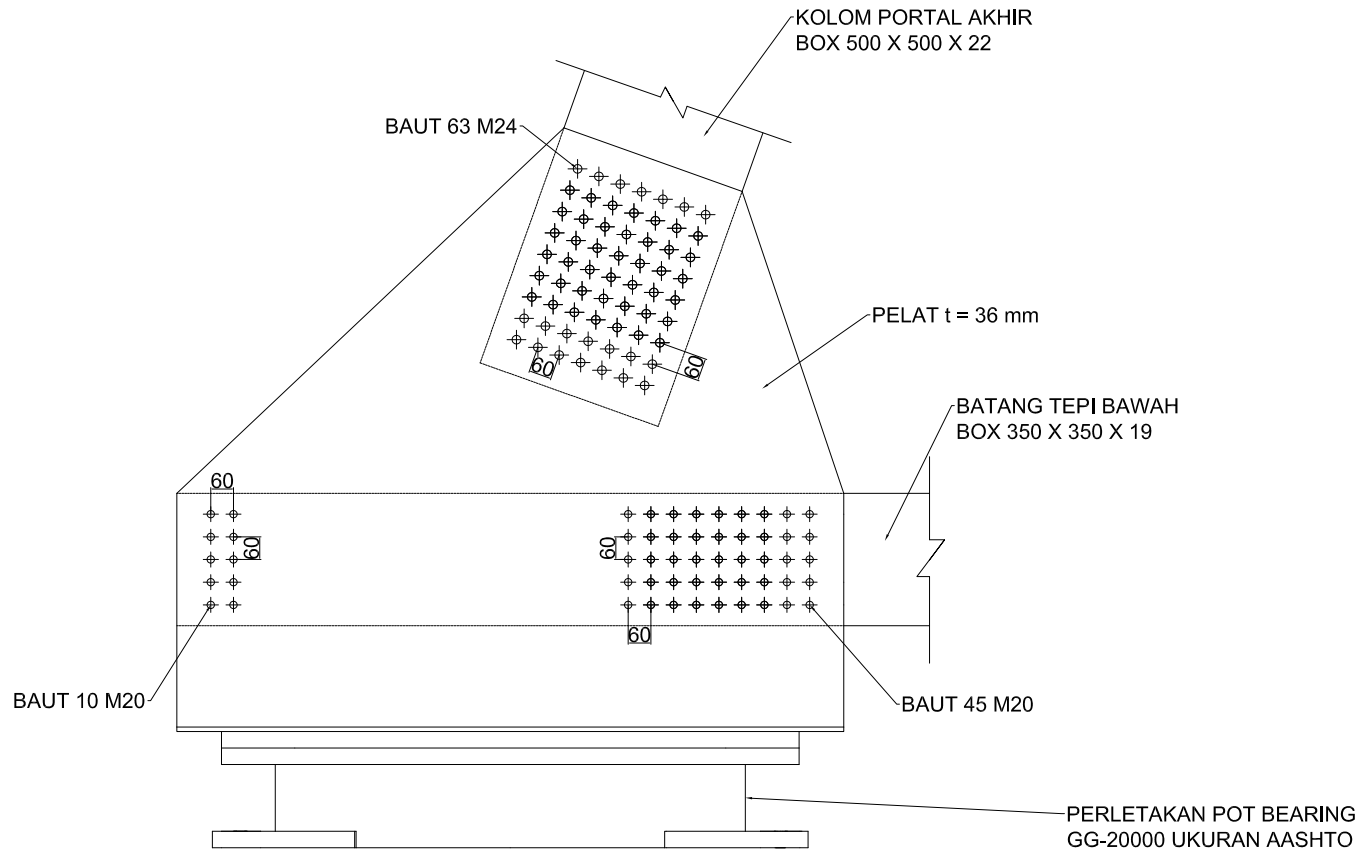
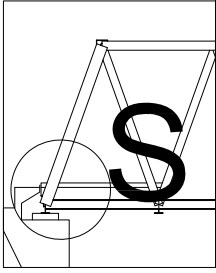
KETERANGAN :

- UKURAN DALAM MM

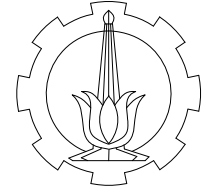


DETAIL R : SAMBUNGAN TITIK P1
 SCALE 1:20

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
21	28



DETAIL S : SAMBUNGAN TITIK P2
SCALE 1: 20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL SAMBUNGAN S

KETERANGAN :

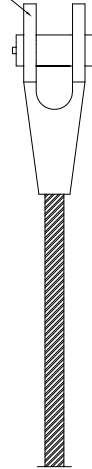
- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR

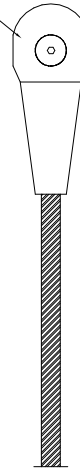
22

28

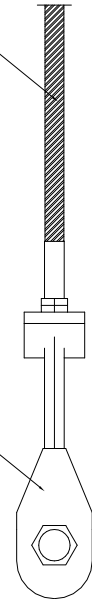
OPEN SPELTER SOCKET
PV 240



OPEN SPELTER SOCKET
PV 240



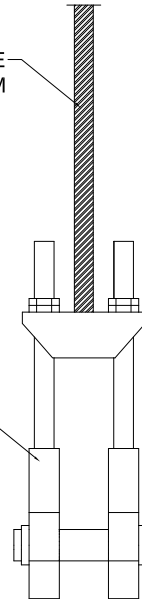
FULL LOCKED CABLE
PV 240 DIAMETER 50 MM



OPEN BRIDGE SOCKET
PV 240

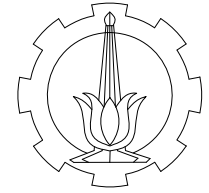
BATANG PENGGANTUNG JEMBATAN
SCALE 1:20

FULL LOCKED CABLE
PV 240 DIAMETER 50 MM



OPEN BRIDGE SOCKET
PV 240

TAMPAK MELINTANG BATANG PENGGANTUNG JEMBATAN
SCALE 1:20



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

DETAIL BATANG PENGGANTUNG

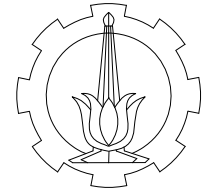
KETERANGAN :

- BATANG PENGGANTUNG *FULL LOCKED CABLES*
- DIAMETER 50 MM
- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR

23

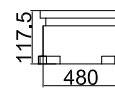
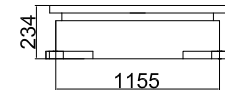
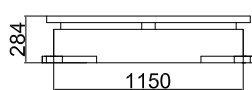
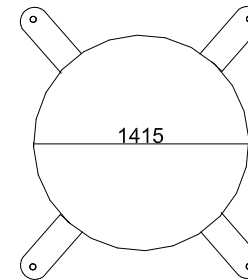
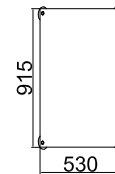
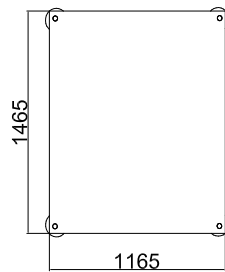
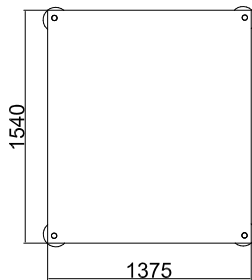
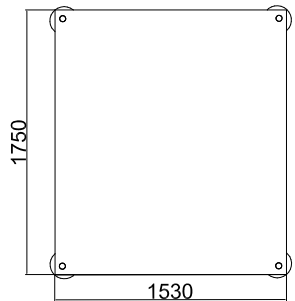
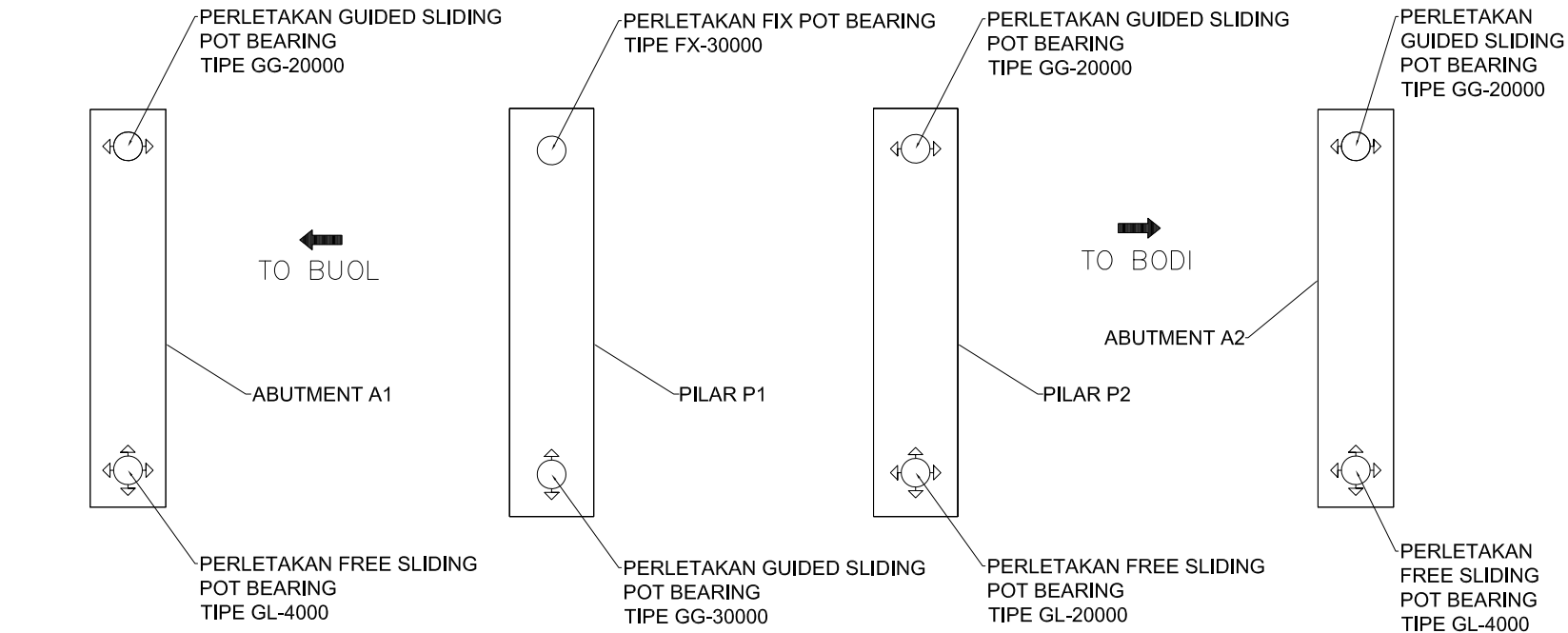
28



PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :
 LETAK PERLETAKAN DAN DIMENSI
 PERLETAKAN

KETERANGAN :
 - UKURAN DALAM MM



POT BEARING TIPE GG-30000
 SCALE 1:50

POT BEARING TIPE GG-20000
 SCALE 1:50

POT BEARING TIPE GL-20000
 SCALE 1:50

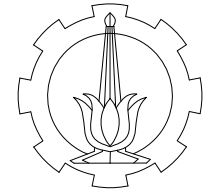
POT BEARING TIPE GL-4000
 SCALE 1:50

POT BEARING TIPE FX-30000
 SCALE 1:50

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR

24

28



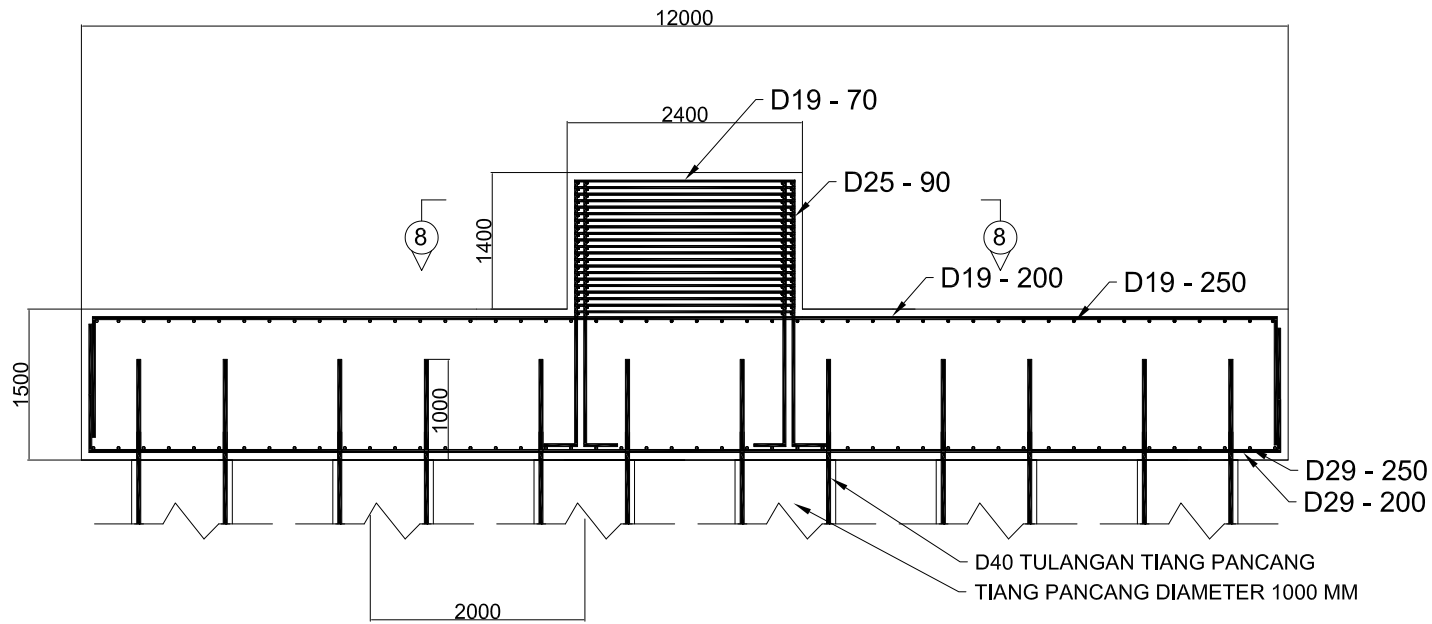
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

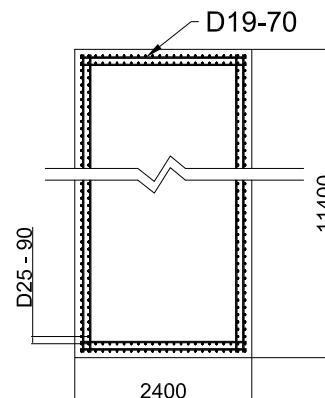
PILAR P1

KETERANGAN :

- TIANG PANCANG DIAMETER 1000 MM
- PERLETAKAN POT BEARING FX-30000 UKURAN AASHTO
- PERLETAKAN POT BEARING GG-30000 UKURAN AASHTO
- UKURAN DALAM MM

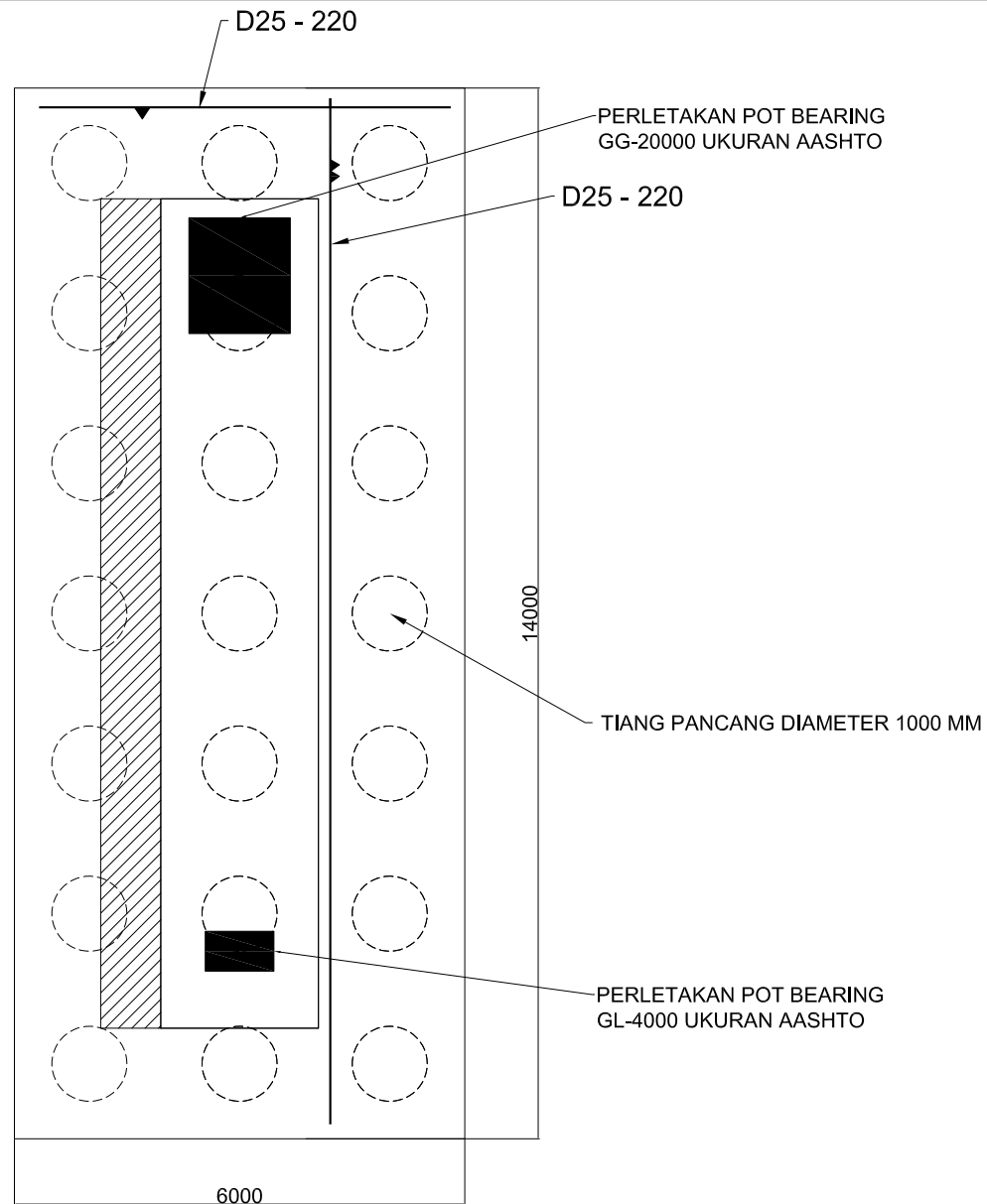


PENULANGAN PILAR P1
 SCALE 1:75

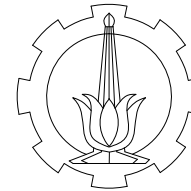


POTONGAN 8 - 8
 SCALE 1:100

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADJKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
26	28



TITIK TIANG PANCANG ABUTMENT A1 DAN TITIK PENEMPATAN PERLETAKAN
SCALE 1:100



PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

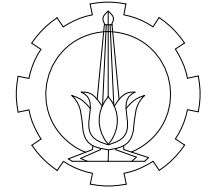
NAMA GAMBAR :

ABUTMENT A1

KETERANGAN :

- TIANG PANCANG DIAMETER 1200 MM
- PERLETAKAN GG 20000 UKURAN AASHTO
- PERLETAKAN GL 4000 UKURAN AASHTO
- UKURAN DALAM MM

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADJKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI,ST.,M.Sc.,Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
27	28



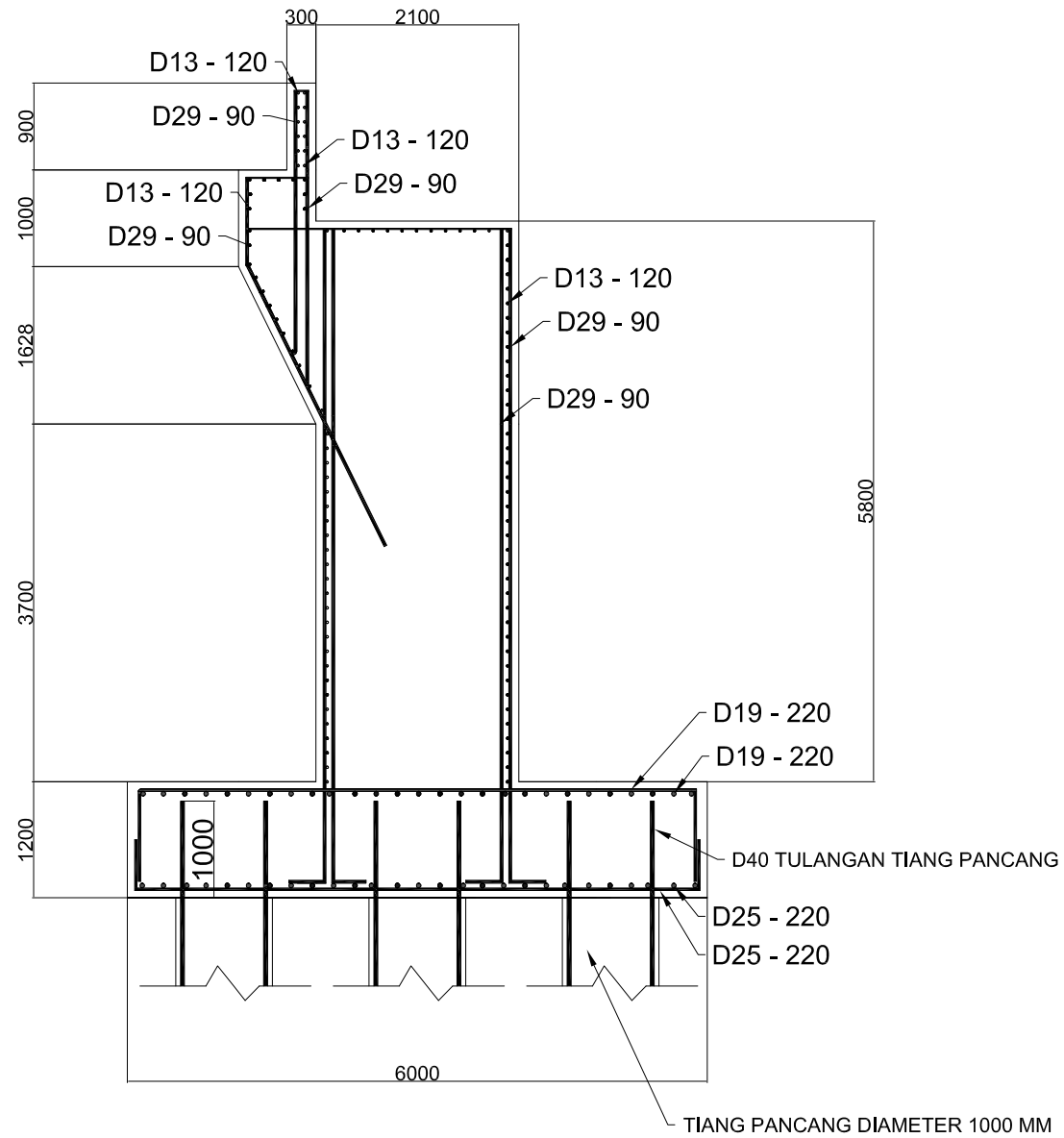
PROGRAM SARJANA
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

NAMA GAMBAR :

ABUTMENT A1

KETERANGAN :

- TIANG PANCANG DIAMETER 1200 MM
- PERLETAKAN GG 20000 UKURAN AASHTO
- PERLETAKAN GL 4000 UKURAN AASHTO
- UKURAN DALAM MM



PENULANGAN ABUTMENT A1
 SCALE 1:75

NAMA MAHASISWA	NRP
R. DARY WIRA MAHADIKA	3113 100 005
DOSEN PEMBIMBING	NIP
ENDAH WAHYUNI, ST., M.Sc., Ph.D.	1970020111995122001
No. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
28	28



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Endah Wahyuni, ST. MSc. PhD
NAMA MAHASISWA	: R. Dary Wira Mahadika
NRP	: 3113100005
JUDUL TUGAS AKHIR	: Modifikasi Jembatan Buol Sulawesi Tengah Menggunakan Continous Steel Truss Arch
TANGGAL PROPOSAL	: 19 Januari 2017
NO. SP-MMTA	: 013999 / IT2.VI.4.1 / PP.05.02.00 / 2017

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	28/2/17	Preliminery, Perubahan jarak antar gelagar memanjang.	Pelat lantai kendaraan, gelagar memanjang & melintang	
2	31/3/17	Perbaikan hujung pelat lantai gelagar memanjang & melintang.	Gaya ikatan Angin, Garis pengaruh.	
3	31/3/17	Perubahan gaya ikatan angin,	Garis pengaruh, kontrol Struktur Utama & balok akhir.	
4	28/4/17	Balok Portal akhir	Sambungan	
5	28/4/17	Sambungan ikatan angin	Sambungan di Rangka Utama	
6	09/5/17	Sambungan di Rangka Utama, Perletakan	Bangunan Bawah	
7	23/5/17	POT Bearing	Bangunan Bawah	
8	9/6/17	Bangunan bawah	Bangunan bawah	
9	14/6/17	Pilar dan Bangunan Abutment	Gambar	

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap R. Dary Wira Mahadika, lahir di Pare-pare, Sulawesi Selatan pada tanggal 11 Agustus 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Islam Athirah tahun 2001, SD Islam Athirah tahun 2007, SMP Islam Athirah tahun 2010, dan SMA Negeri 17 Makassar tahun 2013. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan diterima di Departmen S1 Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3113 100 005. Di Jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang struktur. Selama dalam masa perkuliahan, penulis aktif dalam bidang organisasi kemahasiswaan. Penulis pernah menjadi pengurus HMS FTSP ITS pada tahun kedua. Selain itu, penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitiaan yang diselenggarakan oleh BEM ITS seperti YES SUMMIT pada tahun 2015 dan GERIGI ITS pada tahun 2014. Penulis dapat dihubungi melalui email derywira1995@gmail.com.