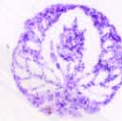


PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG BANGUNAN ATAS
JEMBATAN ARDISAENG I
KABUPATEN BONDOWOSO



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



OLEH :

PUJI MULYONO

001 903 301 036

Hadiah

Pembelian

Terima : Tgl 3 OCT 2003

No. Inskrip :

Klass

624.2

MUL

p.c.1

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2003

MOTTO :

*"Kegagalan biasanya merupakan langkah awal menuju sukses,
tapi sukses itu sendiri sesungguhnya baru merupakan
jalan tak berketentuan menuju puncak sukses" (LAMBERT JEFFIES).*

*"Ada tiga hal tersulit dalam hidup yaitu menjaga rahasia,
melupakan sakit hati dan ...
memanfaatkan dengan baik setiap waktu luang" (CHILO).*

*"Menghitung keberhasilan yang belum tercapai
tidak sebaik melestarikan pekerjaan yang sudah selesai, menyesali
kesalahan lampau tidak sebaik mencegah kesalahan mesa depan"
(HUANCHU DAOREN).*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir Dni Di Persembahkan Pada :

Ke-Dua Orang Tuaku,

Kakak - Kakakku Tersayang (Mal, Bang, Tut),

Calon Istriku Ter - "Cinta",

Teman - Teman Seperjuangan,

Almamater,

Nusa Dan Bangsa.

LEMBAR PERSETUJUAN

PERENCANAAN ULANG BANGUNAN ATAS
JEMBATAN ARDISAENG I
KABUPATEN BONDOWOSO

Diajukan Sebagai Syarat Yudisium Pada Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Sipil Program Studi Teknik
Universitas Jember

Oleh :

PUJI MULYONO
001 903 301 036

Telah diuji dan disetujui oleh :

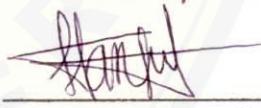
1. Anik Ratnaningsih ST., MT.
Dosen Pembimbing I.


Tgl. 13 SEPTEMBER '03


2. Erno Widayanto ST.
Dosen Pembimbing II.


Tgl. 12 SEP. 03

3. Syamsul Arifin, ST.
Dosen Penguji I.


Tgl. 27 SEPtember 2003

4. Sonya Sulistiono, ST.
Dosen Penguji II.


Tgl. 13 - 9 - 2003

5. Indra N., ST., MT.
Dosen Penguji III.


Tgl. 17 - 9 - 2003

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN ULANG BANGUNAN ATAS
JEMBATAN ARDISAENG I
KABUPATEN BONDOWOSO

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Henu Suyoso.
NIP. 131 660 768

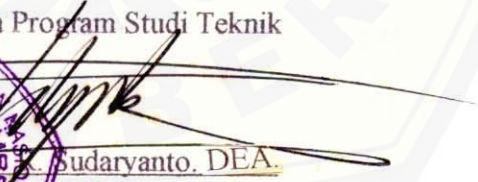
Ketua Program Studi Diploma III
Teknik Sipil



Sonya Sulistiono, ST.
NIP. 132 231 418

Ketua Program Studi Teknik




Ir. Sudaryanto, DEA.
NIP. 320 002 358

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat beserta hidayah-Nya, kepada kami sehingga dapat menyelesaikan laporan proyek akhir "*Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Ardisaeng I Kabupaten Bondowoso*" sebaik mungkin.

Sangat disadari bahwa tidak ada sesuatu apapun hasil jerih payah manusia yang sempurna, begitu juga laporan proyek akhir ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh sebab itu kami sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca.

Untuk menyelesaikan laporan proyek akhir ini, kami mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini perkenalkan kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. R. Sudaryanto, DEA, selaku ketua Program Studi Teknik.
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso, selaku ketua jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Sonya Sulistyono, ST., selaku ketua Program Studi D III Teknik Sipil.
4. Bapak Ahmad Hassanuddin, ST., MT., selaku Koordinator Proyek Akhir.
5. Ibu Anik Ratnaningsih, ST., MT., dan Bapak ErnoWidayanto, ST., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan motivasi dan saran-saran yang sangat bermanfaat dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen Program studi D III Teknik Sipil, yang telah memberikan ilmu-ilmu yang berguna.
7. Bapak Bambang Sutrisno, selaku pengawas proyek pembangunan Jembatan Ardisaeng I Kabupaten Bondowoso yang telah membantu memberikan data-data yang diperlukan dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang dengan sabar penuh keiklasan, kecintaan dan kasih sayang serta tak pernah henti memberikan doa untuk menuntun kami sehingga berhasil dalam studi.

9. Keluarga di Malang (W-one) atas bantuannya mencari referensi untuk proyek akhir.
10. Mas Huda (Rental Ragil Computer), yang telah menemani dalam menyelesaikan proyek akhir.
11. Ded, Chrys dan Bagus untuk printingnya.
12. Teman-temanku khususnya sahabatku (Ton, Azh, Don & Zack) yang telah membantu dalam menyelesaikan proyek akhir.

Harapan kami walaupun banyak kekurangan pada penyelesaian laporan proyek akhir "*Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Ardisaeng I Kabupaten Bondowoso*", semoga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, September 2003

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LUAR.....	i
HALAMAN JUDUL DALAM.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
ABSTRAK.....	xx
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Data Umum Proyek.....	3
1.7 Dimensi Perencanaan Awal.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembebanan.....	6
2.1.1 Beban Mati.....	6
2.1.2 Beban Hidup.....	6
2.1.3 Beban Kejut.....	9
2.2 Perhitungan Tulangan Utama.....	9

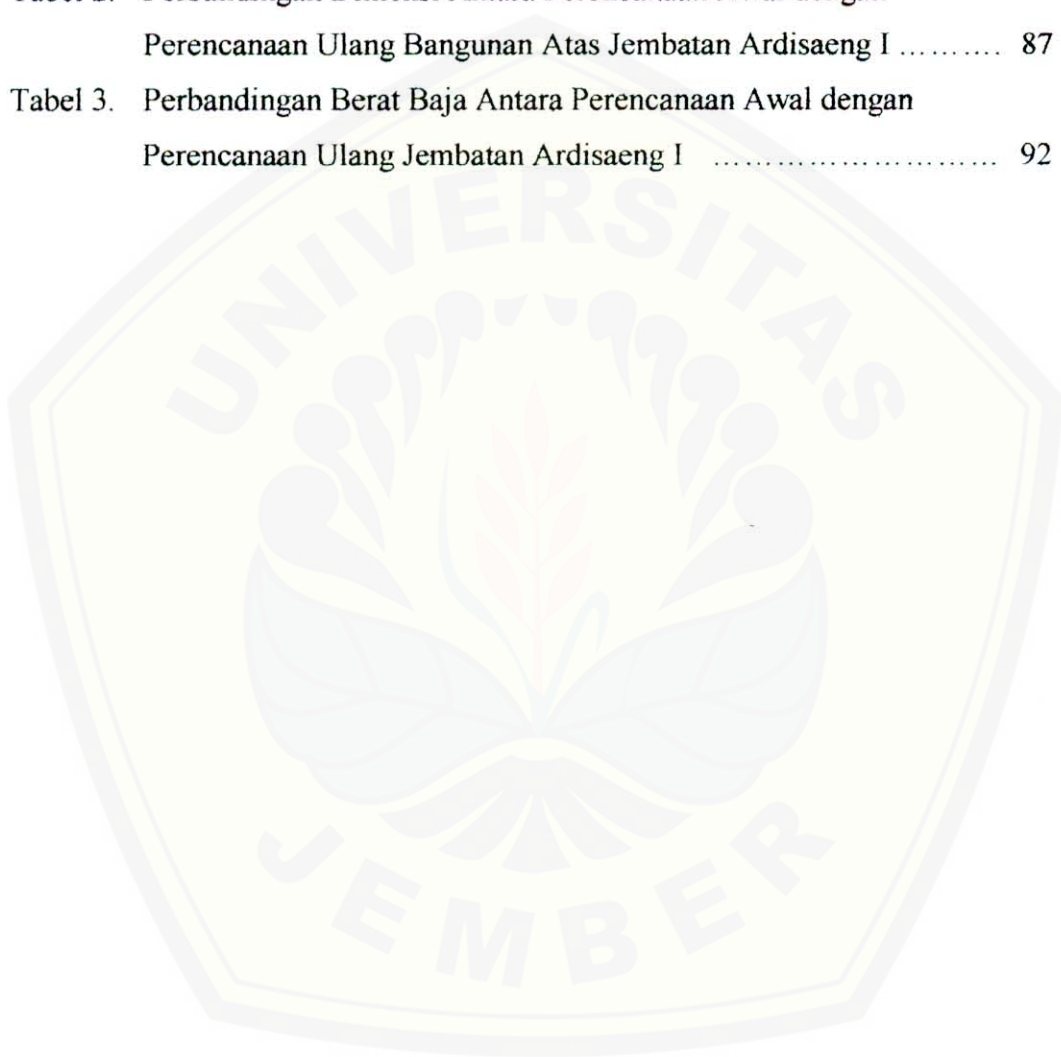
2.3	Perhitungan Tulangan Geser	12
2.4	Perhitungan Pipa Sandaran	13
2.5	Perhitungan Gelagar Memanjang	13
2.5.1	Lebar Efektif	13
2.5.2	Perhitungan Penampang	14
2.5.3	Kontrol Keamanan Profil	15
2.6	Shear Connector	18
2.7	Sambungan Baja	20
2.7.1	Sambungan Paku Keling	20
2.7.2	Sambungan Baut	20
2.7.3	Sambungan Las	21
2.7.4	Sambungan Baja pada Gelagar Memanjang	21
III	METODOLOGI PERENCANAAN	24
3.1	Perencanaan Tiang Sandaran	25
3.1.1	Pembebanan	25
3.1.2	Perhitungan Statika	25
3.1.3	Dimensi	25
3.1.3	Kontrol Keamanan	25
3.2	Perencanaan Plat Lantai Kendaraan	28
3.2.1	Pembebanan	28
3.2.2	Perhitungan Statika	28
3.2.3	Dimensi Tulangan	28
3.2.3	Kontrol Kapasitas Momen Tulangan	29
3.3	Perencanaan Gelagar Memanjang	30
3.3.1	Dimensi	30
3.3.2	Pembebanan	30
3.3.3	Lebar Efektif	30
3.3.4	Perhitungan Statika	30
3.3.5	Kontrol Keamanan	30
3.4	Perencanaan Alat Penghubung Geser (Shear Connector)	33
3.4.1	Pembebanan	33

3.4.2	Perhitungan Statika	33
3.4.3	Jarak Shear Connector	33
3.4.3	Jumlah Shear Connector	33
3.5	Perencanaan Sambungan Baja Gelagar Memanjang	35
3.5.1	Pembebanan	35
3.5.2	Perhitungan Statika	35
3.5.3	Kekuatan Baut	35
3.5.4	Jarak dan Jumlah Sumbu Baut	35
3.5.5	Kontrol Kekuatan	36
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Perencanaan Tiang Sandaran	38
4.1.1	Perencanaan Tiang Sandaran untuk Potongan I-I	39
4.1.2	Perencanaan Tiang Sandaran untuk Potongan II-II	41
4.1.3	Perencanaan Tulangan Geser (Tinjau pot. II-II)	43
4.1.4	Perencanaan Pipa Sandaran	44
4.2	Perencanaan Lantai Kendaraan	46
4.2.1	Perencanaan Pelat Kantilever (Potongan III-III)	46
4.2.2	Perencanaan Plat Bagian Dalam	49
4.3	Perencanaan Gelagar Memanjang	57
4.3.1	Momen dan Gaya Lintang Sebelum Komposit	57
4.3.2	Tegangan-Tegangan Sebelum Komposit	58
4.3.3	Lendutan Sebelum komposit	60
4.3.4	Momen dan Gaya Lintang Sesudah Komposit	60
4.3.5	Tegangan-Tegangan sesudah Komposit	62
4.3.6	Lendutan Sesudah Komposit	67
4.3.7	Kontrol Penampang	67
4.3.8	Kontrol Tegangan	68
4.3.9	Kontrol Stabilitas Pelat-Pelat (Lipat)	69
4.3.10	Kontrol Terhadap Balok-Balok yang Dibebani Lentur.	71
4.3.11	Kontrol Lendutan	72

4.4 Perencanaan Penghubung Geser (Shear Connector)	72
4.4.1 Gaya Lintang Maksimal	73
4.4.2 Jarak Shear Connector	78
4.4.3 Jumlah Shear Connector	89
4.5 Perencanaan Sambungan Baja Gelagar Memanjang	79
4.5.1 Momen dan Gaya Lintang	80
4.5.2 Perencanaan Sambungan pada Plat Penyambung Badan	82
4.5.2 Perencanaan Sambungan pada Plat Penyambung Flens	85
4.6 Resume	87
4.6.1 Perbandingan Dimensi	87
4.6.2 Perbandingan Berat Baja	88
V KESIMPULAN DAN SARAN	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran-Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
DAFTAR LAMPIRAN	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Perhitungan Momen pada Plat Kantilever.....	46
Tabel 2.	Perbandingan Dimensi Antara Perencanaan Awal dengan Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Ardisaeng I	87
Tabel 3.	Perbandingan Berat Baja Antara Perencanaan Awal dengan Perencanaan Ulang Jembatan Ardisaeng I	92



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Perencanaan Beban “T”	7
Gambar 2.	Beban “D”	8
Gambar 3.	Ketentuan Penggunaan Beban “D”	8
Gambar 4.	Dimensi yang Menentukan Lebar Efektif (b_{eff}) pada Balok Baja Komposit	14
Gambar 5.	Alat Penyambung Geser yang Umum Digunakan.	19
Gambar 6.	Jarak Antar Baut Menurut PPBBUG Tahun 1987	22
Gambar 7.	Flowchart Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Komposit	24
Gambar 8.	Flowchart Perencanaan Tiang Sandaran.....	27
Gambar 9.	Flowchart Perencanaan Plat Lantai Kendaraan.....	29
Gambar 10.	Flowchart Perencanaan Gelagar Komposit.....	32
Gambar 11	Flowchart Perencanaan Shear Connector.....	34
Gambar 12.	Flowchart Perencanaan Sambungan Baja pada Gelagar Memanjang	37
Gambar 13.	Potongan Melintang Tiang Sandaran	38
Gambar 14.	Potongan Melintang Pipa Tiang Sandaran	44
Gambar 15.	Potongan Melintang Jembatan Ardisaeng I.....	46
Gambar 16.	Penyebaran Beban Muatan “T”	49
Gambar 17.	Luas Bidang Kontak pada Saat 1 (Satu) Roda di Tengah-Tengah Pelat	50
Gambar 18.	Penyebaran Beban Muatan “T” pada Saat 2 (Dua) Roda Saling Berdekatan Dengan Jarak As ke As Minimal 1,00 m	51
Gambar 19.	Luas Bidang Kontak Saat 2 (Dua) Roda Saling Berdekatan	51
Gambar 20.	Dimensi Profil gelagar Memanjang.....	57
Gambar 21.	Lebar Efektif Gelagar Komposit	62
Gambar 22.	Letak Garis Netral Penampang Setelah Komposit	63
Gambar 23.	Penyebaran Beban Terpusat pada Profil I.....	70

Gambar 24. Perencanaan Shear Connector pada Gelagar Memanjang	73
Gambar 25. Muatan Akibat Beban Mati	73
Gambar 26. Diagram Gaya Lintang Akibat Beban Mati	74
Gambar 27. Penempatan Muatan untuk Gaya Lintang Maksimal Pada Saat Di Tumpuan	75
Gambar 28. Penempatan Muatan untuk Gaya Lintang Maksimal Ditinjau Sejauh x_1 Dari Tumpuan.....	75
Gambar 29. Diagram Gaya Lintang Akibat Beban Hidup dan Pelaksanaan...	77
Gambar 30. Potongan Perencanaan Jarak Shear Connector.....	78
Gambar 31. Letak Perencanaan Sambungan Baja pada Gelagar Memanjang.....	80
Gambar 32. Muatan Akibat Beban Mati	80
Gambar 33. Muatan Akibat Beban Hidup dan Pelaksanaan.....	81
Gambar 34. Perencanaan Sambungan pada Plat Penyambung Badan	84
Gambar 35. Dimensi Shear Connector pada Perencanaan Awal	88
Gambar 36. Dimensi Shear Connector pada Perencanaan Ulang	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Lay Out	96
Lampiran 2.	Denah Jembatan Ardisaeng I	97
Lampiran 3.	Potongan Memanjang Perencanaan Awal	98
Lampiran 4.	Potongan Melintang Perencanaan Awal	99
Lampiran 5.	Detail Penulangan Pelat Lantai Kendaraan Perencanaan Awal	100
Lampiran 6.	Denah Penempatan Sambungan Perencanaan Awal	101
Lampiran 7.	Detail Sambungan Gelagar dan Diafragma Perencanaan Awal	102
Lampiran 8.	Potongan Memanjang Perencanaan Ulang	103
Lampiran 9.	Potongan Melintang Perencanaan Ulang	104
Lampiran 10.	Detail Penulangan Pelat Lantai Kendaraan Perencanaan Ulang	105
Lampiran 11.	Denah Penempatan Sambungan Perencanaan Ulang	106
Lampiran 12.	Detail Sambungan, Diafragma dan Shear Connector Perencanaan Ulang	107

DAFTAR NOTASI

- A = Luas tulangan utama.
A' = Luas pada sisi sayap atas.
Ac = Luas baja transformasi.
As = Luas penampang batang.
Av = Luas tulangan geser.
a = Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen.
b = Lebar penampang.
b_{eff.} = Lebar efektif.
C = Gaya tekan beton.
c = Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral.
c' = Panjang penyebaran daerah-daerah terpusat.
D = Gaya lintang.
d = Tinggi efektif, jarak dari muka tekan sampai titik berat tulangan tarik.
d' = Jarak dari akhir bagian lurus badan ke tepi luar sayap.
Ec = Modulus elastisitas beton.
Es = Modulus elastisitas baja.
f_c = Kuat tekan beton.
f_k = Tegangan tekan beton yang terjadi akibat beban kerja.
f_{c'} = Kuat tekan ijin beton yang disyaratkan, diukur 28 hari setelah di cor.
f_s = tegangan dalam tulangan yang dihitung pada beban kerja.
f_y = Tegangan leleh baja.
f_m = Koefisien bidang kontak berdasarkan tabel "bittner".
h = Tinggi total penampang.
I_c = Momen inersia beton.
I_x = Momen inersia penampang arah x.
I_v = Momen inersia pemampang setelah komposit.
I_y = Jari-jari inersia sumbu y, jari-jari kelembaban tepi tertekan (y- y).

- Kh = Kekuatan horisontal baut.
- Kv = Kekuatan vertikal baut.
- k = Koefisien kejut.
- L = Panjang Bentang, jarak antara dua titik di tepi tertekan dari balok yang ditahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan kesamping.
- L_k = Panjang tekuk.
- L_{kr} = Panjang kritis.
- M = Momen yang bekerja pada penampang.
- Mu = Momen berfaktor pada penampang.
- Mn = Kekuatan momen nominal.
- M_{xm} = Momen arah x.
- M_{ym} = Momen arah y.
- n = Perbandingan modulus elastisitas baja dengan modulus elastisitas beton, jumlah baut.
- P = Beban garis, jarak shear connector.
- \bar{P}_{ger} = Kekuatan geser yang dipikul oleh 1 (satu) paku.
- \bar{P}_{tu} = Kekuatan tumpu yang dipikul oleh 1 (satu) paku.
- Q = Kekuatan yang dipikul oleh 1 (satu) besi pada perencanaan shear connector.
- q = Beban merata.
- Rn = Koefisien lawan.
- Sx = Statis momen arah x.
- s = Spasi dari tulangan geser.
- T = Gaya tarik.
- t = Tebal pelat.
- tb = Tebal badan.
- ts = Tebal sayap.
- Vc = Kuat geseer nominal.
- Vu = Gaya geser berfaktor pada penampang.
- vc = tegangan geser nominal yang diakibatkan oleh beton.

- W_x = Momen lawan.
- Y_{bc} = Jarak garis netral ditinjau dari serat paling bawah.
- Y_{cc} = Jarak antara serat atas ke garis netral komposit.
- β_i = Faktor yang didefinisikan.
- ρ = Rasio tulangan tarik.
- ρ_b = Rasio tulangan yang diberikan pada kondisi tegangan yang berimbang.
- ω = Faktor tekuk.
- δ = Lendutan.
- \varnothing = Diameter tulangan.
- $\bar{\sigma}$ = Tegangan dasar ijin baja.
- $\bar{\tau}_{ges}$ = Tegangan geser baut yang diijinkan.
- $\bar{\sigma}_l$ = Tegangan leleh baja yang diijinkan.
- $\bar{\sigma}_{tu}$ = Tegangan tumpu baut yang diijinkan.
- σ_k = Tegangan tekan baja yang terjadi akibat beban kerja.
- σ_r = Tegangan tarik baja yang terjadi akibat beban kerja.
- $\bar{\tau}$ = Tegangan geser ijin baja.
- τ = Tegangan geser baja yang terjadi akibat beban kerja.
- λ = Perbandingan antara panjang tekuk dengan jari-jari kelembaban sumbu
(y-y)

ABSTRAK

**Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Ardisaeng I
Kabupaten Bondowoso**

Oleh :

Puji Mulyono (00-1036)

Struktur komposit dalam perencanaan ini merupakan struktur gabungan antara pelat beton dan balok baja agar menjadi satu kesatuan yang utuh untuk menahan gaya geser horisontal. Dalam perencanaan suatu konstruksi sangat dibutuhkan suatu perencanaan yang sangat teliti agar dapat menghasilkan suatu desain yang aman, kuat dan ekonomis dari segi bahan. Dalam perencanaan ulang ini, hanya dibahas tentang perencanaan bangunan atas sebuah jembatan komposit menurut standart PPJJR' 83, PPBBUG' 87 dan SK SNI T-15-1991-03, yang bertujuan untuk menghasilkan suatu perencanaan dimensi struktur atas jembatan Ardisaeng I Kabupaten Bondowoso yang paling sesuai dan aman, karena berdasarkan data hasil perencanaan awal kemungkinan dimensi struktur bangunan atas jembatan tersebut masih dapat diperkecil. Untuk pembebanan pada perencanaan ulang jembatan ini menggunakan standart PPJJR' 83, perencanaan tulangan menggunakan metode SK SNI T-15-1991-03 sedangkan pada perencanaan baja menggunakan metode elastis. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan profil WF 600 x 300 x 14 x 23 didapat besarnya tegangan tarik (σ_r) sebesar 1006,367 kg/cm² dan tegangan geser (τ) sebesar 327,117 kg/cm², dengan mutu baja yang digunakan yaitu BJ. 37 dengan tegangan ijin ($\bar{\sigma}$) sebesar 1600 kg/cm². Perencanaan gelagar memanjang dengan menggunakan profil WF 600 x 300 x 14 x 23 masih memenuhi semua kontrol keamanan profil baja menurut PPBBUG '87 sehingga penghematan berat baja dapat dilakukan sampai dengan 5,5 % dari berat perencanaan awal.

Kata kunci : Perencanaan, Komposit.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu perencanaan jembatan, harus diperhitungkan besarnya beban-beban yang terjadi yang dapat ditahan oleh jembatan tersebut. Selain itu dalam perencanaan juga diperlukan ketelitian agar didapatkan sebuah desain yang kuat, aman dan ekonomis dari segi bahan.

Untuk itu pemerintah (DPU, Sub Bidang Bina Marga) telah merencanakan pembuatan Jembatan Ardisaeng I sebagai pengganti jembatan yang sudah ada dengan menggunakan gelagar memanjang Bj. 37 profil WF 700 x 300 x 13 x 24 yang merupakan jembatan kelas II dengan beban 70% Peraturan Muatan Jembatan Jalan Raya Bina Marga dan type jembatan komposit.

Menurut data perencanaan didapat besarnya tegangan normal total yang terjadi sebesar $848,58 \text{ kg/cm}^2$, tegangan geser total yang terjadi sebesar $144,99 \text{ kg/cm}^2$ dan lendutan yang terjadi $2,67 \text{ cm}$, sedangkan tegangan ijin Bj. 37 sebesar 1600 kg/cm^2 , dengan tegangan geser sebesar 928 kg/cm^2 ($0,58 \sigma$) dan lendutan ijin sebesar $3,08 \text{ cm}$.

Berdasarkan pertimbangan di atas kemungkinan dimensi profil gelagar memanjang masih dapat diperkecil agar didapat suatu dimensi profil memanjang yang paling sesuai dan memenuhi semua kontrol keamanan profil menurut Peraturan Perencanaan Bangunan Baja untuk Gedung (PPBBUG) tahun 1987.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas maka dapat dirumuskan ke dalam suatu rumusan masalah sebagai berikut : *“Seberapa kecilkah dimensi struktur atas jembatan tersebut yang masih dapat memenuhi kontrol keamanan, sehingga penghematan terhadap berat baja masih dapat dilakukan ?”*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan beton bertulang (tiang sandaran dan lantai kendaraan) menggunakan metode SK SNI T-15-1991-03, sedangkan untuk perencanaan komposit (gelagar, shear connector dan sambungan) menggunakan metode elastis berdasarkan PPBBUG tahun 1987.

Untuk perhitungan perencanaan bangunan atas ini dibatasi pada :

1. Perencanaan tiang sandaran.
2. Perencanaan lantai kendaraan.
3. Perencanaan gelagar memanjang.
4. Perencanaan shear connector.
5. Perencanaan sambungan baja gelagar memanjang.

Adapun peraturan-peraturan yang digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan tersebut adalah:

1. Peraturan Muatan Jembatan Jalan Raya (PMJJR) tahun 1987.
2. SK SNI T-15-1991-03.
3. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja untuk Gedung (PPBBUG) tahun 1987.

Untuk kombinasi pembebanan yang digunakan antara lain :

1. Berdasarkan beban mati.
2. Berdasarkan beban hidup, dan
3. Berdasarkan beban mati + beban hidup.

1.4 Tujuan

Berdasarkan keterangan di atas maka kami mencoba untuk merencanakan ulang struktur bangunan atas jembatan Ardisaeng I supaya menghasilkan suatu dimensi struktur yang kuat, aman, dan ekonomis dari segi bahan.

1.5 Manfaat

Manfaat dari perencanaan ulang bangunan atas jembatan Ardisaeng I ini adalah dapat digunakan sebagai referensi atau literatur dalam merencanakan sebuah jembatan type komposit.

1.6 Data Umum Proyek

Adapun data perencanaan Jembatan Ardisaeng I adalah sebagai berikut :

1. Nama Proyek : Proyek SKO-ABT Bencana Alam tahun 2002.
2. Nama Pekerjaan : Pembangunan Jembatan Ardisaeng I.
3. Lokasi : Desa Ardisaeng Kecamatan Pakem Kabupaten Bondowoso.
4. Pemberi Pekerjaan : Pemerintah Kabupaten Bondowoso.
5. Waktu Pelaksanaan : 2 (dua) bulan.
6. Data jembatan
 - a. Type : Komposit.
 - b. Panjang : 16,00 m.
 - c. Lebar : 5,5 m.
 - d. Jarak Gelagar Memanjang : 0,75 m.
 - e. Jarak Diagrafma : 3.00 m.
 - f. Tebal aspal : 0,07 m.
 - g. Tebal pelat lantai kendaraan : 0,15 m.
 - h. Muatan : Klas II.
 - i. Struktur : Beton dan baja.
 - j. Mutu Bahan :
 - Beton $f_c' = 22,5$ Mpa.
 - Baja Tulangan $f_y = 240$ Mpa
 - Mutu Baja ST-37.
 - Gelagar Profil WF.

1.7 Dimensi Perencanaan Awal

1. Dimensi tiang sandaran.
 - a. Potongan I-I ($b \times h$). : 160 × 120 mm.
 - b. Potongan II-II ($b \times h$). : 250 × 120 mm.
 - c. Pipa sandaran : Ø 76,3 mm.
2. Tebal pelat lantai kendaraan : 150 mm.
3. Dimensi gelagar memanjang : WF 700.300.13.24.
4. Dimensi diagrafma : WF 25.25.9.14.
5. Dimensi shear connector : Ø 19 mm.
6. Dimensi pelat pengaku ($p \times l \times t$) : 652 x 287 x 19 mm.
7. Dimensi sambungan baja gelagar memanjang
 - a. Pelat penyambung badan.
 - Diameter baut : Ø 25 mm.
 - Dimensi pelat penyambung ($p \times l \times t$) : 590 × 390 × 12 mm.
 - b. Pelat penyambung flens.
 - Diameter baut : Ø 25 mm.
 - Dimensi plat penyambung ($p \times l \times t$) : 1640 × 300 × 12 mm.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Penampang komposit mempunyai kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan penampang lempeng beton dan gelagar baja yang bekerja sendiri-sendiri dan dengan demikian dapat menahan beban yang lebih besar atau beban yang sama dengan lenturan yang lebih kecil pada bentang yang lebih panjang.

Menurut Charles G. Salmon dkk (1991: 349), adapun keuntungan dari perencanaan jembatan komposit antara lain :

1. Penghematan berat baja.
2. Penampang balok baja dapat lebih rendah.
3. Kekakuan lantai meningkat.
4. Panjang bentang untuk batang tertentu dapat lebih besar.
5. Kapasitas pemikul beban meningkat.

Penghematan berat baja sebesar 20% sampai 30% seringkali dapat diperoleh dengan memanfaatkan semua keuntungan dari sistem komposit. Pengurangan berat pada balok baja ini biasanya memungkinkan pemakaian penampang yang lebih rendah dan juga lebih ringan.

Kekakuan lantai komposit jauh lebih besar dari kekakuan lantai beton yang balok penyangganya bekerja secara terpisah, karena dalam perencanaan komposit, aksi pelat beton dalam arah sejajar balok dimanfaatkan dan digabungkan dengan balok baja penyangga. Kekakuan yang meningkat ini banyak mengurangi lendutan beban mati dan jika penunjang diberikan selama pembangunan, lendutan akibat beban hidup juga akan berkurang.

Selain hal tersebut di atas bila ditinjau dari segi biaya dan efisiensi waktu bangunan total nampaknya baik dan terus meningkat.

Walaupun konstruksi komposit tidak memiliki kerugian utama menurut Charles G. Salmon, dkk (1991:350), konstruksi ini memiliki beberapa batasan yang sebaiknya perlu diperhitungkan yaitu pengaruh kontinuitas aksi komposit yang akan berkurang di daerah momen negatif dan lendutan jangka panjang juga perlu diperhitungkan jika beban hidup terus bekerja dalam jangka waktu yang

lama, namun masalah ini dapat dikurangi dengan memakai lebar efektif yang lebih kecil atau dengan memperbesar rasio modulus elastisitas.

2.1 Pembebanan

Untuk perencanaan pembebanan menggunakan Pedoman Pelaksanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) tahun 1987 Pasal 1, dengan beban-beban yang bekerja pada jembatan antara lain :

1. Beban mati.
2. Beban hidup.
3. Beban kejut.

2.1.1 Beban Mati

Untuk menentukan besarnya beban mati tersebut, harus digunakan nilai berat isi bahan-bahan bangunan tersebut. Menurut Pedoman Pelaksanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) tahun 1987 Pasal 1, besarnya nilai berat isi bahan-bahan bangunan tersebut antara lain :

- Baja tuang	7,85 t/m ³ .
- Besi tuang	2,25 t/m ³ .
- Alumunium paduan.....	2,80 t/m ³ .
- Beton bertulang/pratekan	2,40 t/m ³ .
- Beton biasa, tumbuk, siklop	2,20 t/m ³ .
- Pasangan batu/bata	2,20 t/m ³ .
- Kayu	1,00 t/m ³ .
- Tanah, pasir, kerikil (semua dalam keadaan padat)	2,00 t/m ³ .
- Perkerasan jalan beraspal.....	2,00 tm ³ sampai dengan 2,50 t/m ³ .
- Air	1,00 t/m ³ .

2.1.2 Beban Hidup

Beban hidup ini terdiri dari dua macam yaitu Beban "T" yang merupakan beban terpusat untuk lantai kendaraan dan Beban "D" yang merupakan beban jalur untuk gelagar.

1. Beban muatan "T".

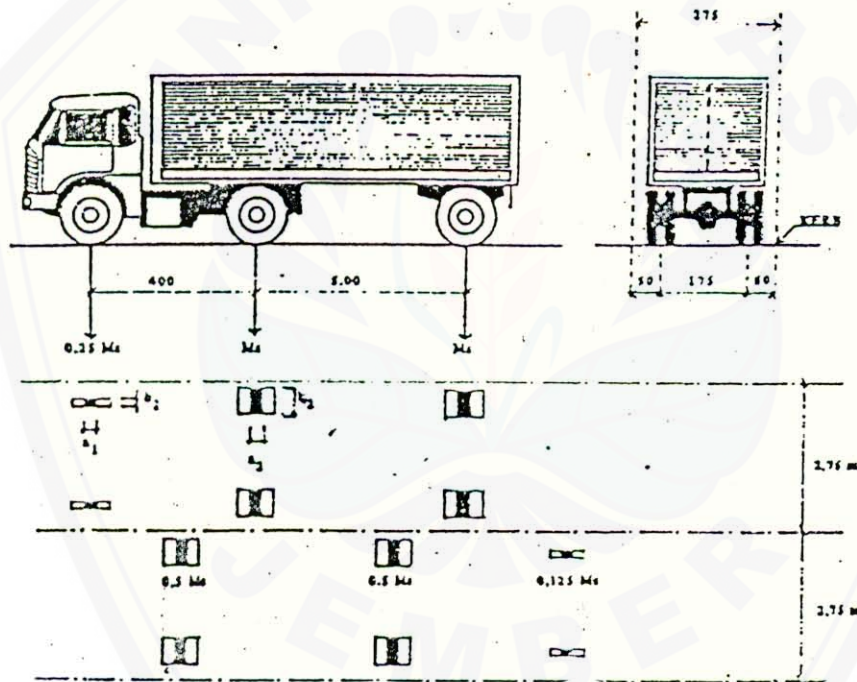
Beban "T" adalah beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (dual wheel load) sebesar 10 ton dengan ukuran dan kedudukan seperti pada gambar 1, dengan :

$$a_1 = a_2 = 30.00 \text{ cm.}$$

$$b_1 = 12.50 \text{ cm.}$$

$$b_2 = 50.00 \text{ cm.}$$

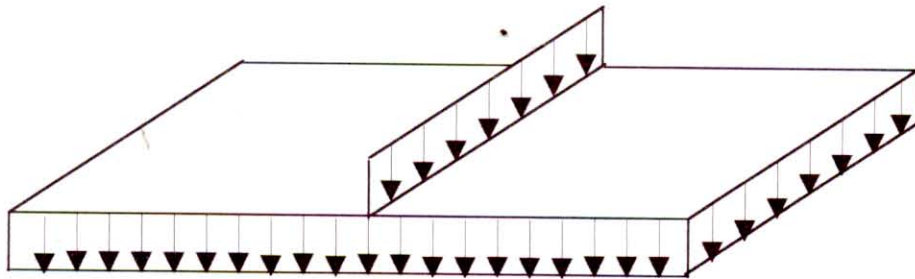
$$M_s = \text{muatan rencana sumbu} = 20 \text{ ton.}$$



Gambar 1. Perencanaan Beban "T".

2. Beban muatan "D".

Sedangkan Beban "D" atau beban jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata "q" ton per meter panjang per jalur, dan beban garis "P" ton per jalur lalu lintas tersebut.



Gambar 2 Beban "D".

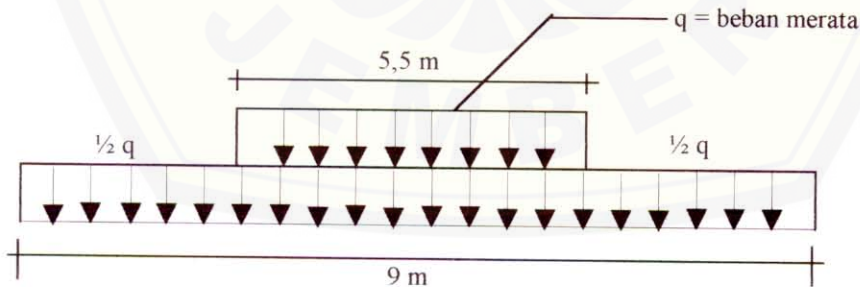
Besarnya beban "q" ditentukan sebagai berikut :

$$q = 2,2 \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots \text{untuk } L < 30 \text{ m} \dots (2.1a).$$

$$q = 2,2 \text{ t/m}^2 - 1,1/60 \times (L - 30) \text{ t/m}^2 \dots \text{untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m} \dots (2.1b).$$

$$q = 1,1 \text{ t/m} (1 + 30/L) \text{ t/m}^2 \dots\dots\dots \text{untuk } L > 60 \text{ m} \dots (2.1c).$$

Dalam penggunaan muatan "D" tersebut untuk suatu jembatan berlaku ketentuan bahwa apabila jembatan tersebut mempunyai lebar lantai kendaraan sama atau lebih kecil dari 5,50 m, beban "D" sepenuhnya (100%) harus dibebankan pada seluruh lebar jembatan, untuk jembatan dengan lebar lantai lebih besar dari 5,50 m, beban "D" sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5,50 m sedang lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban "D" (50%).



Gambar 3. Ketentuan Penggunaan Beban "D".

Dalam menentukan beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut :

$$\text{Beban terbagi rata} = 2,2 \times \frac{b}{2,75} \times k \dots\dots\dots (2.1d).$$

$$\text{Beban garis} = 12 \times \frac{b}{2,75} \times k \dots\dots\dots (2.1e).$$

Dengan :

b = Jarak antar gelagar

k = Koefisien kejut pada persamaan (2.1f).

Angka 2,75 meter di atas selalu tetap dan tidak tergantung pada lebar jalur lalu lintas.

Untuk tiang sandaran tiap tepi harus diperhitungkan untuk dapat menahan beban horisontal sebesar 100 kg/m¹ di atas lantai.

2.1.3 Beban Kejut

Untuk memperhitungkan pengaruh getaran dan pengaruh dinamis lainnya, tegangan akibat beban garis “P” harus dikalikan dengan koefisien kejut sedangkan beban merata “q” dan beban “T” tidak dikalikan dengan koefisien kejut.

$$K = 1 + 20 / (50 + L) \dots\dots\dots (2.1f).$$

Dengan : K = Koefisien kejut.

L = Panjang bentang (m).

2.2 Perhitungan Tulangan Utama

Menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.1.3, besarnya momen nominal yang bekerja akibat beban mati pada perencanaan pelat yang menahan dalam dua arah dan lebih dari satu bentang adalah :

$$M_{xm} = \frac{1}{10} \times q_{dl} \times l^2 \dots\dots\dots (2.2a).$$

$$M_{ym} = \frac{1}{3} \times M_{xm} \dots\dots\dots (2.2b).$$

Sedangkan besarnya momen akibat beban hidup pada perencanaan pelat dua arah adalah :

$$M_{xm} = f_{xm} \times T \times t_x \times t_y \dots\dots\dots (2.2c).$$

$$M_{ym} = f_{ym} \times T \times t_x \times t_y \dots\dots\dots (2.2d).$$

Dengan :

- M_{xm} = Momen arah x.
- M_{ym} = Momen arah y.
- q_{dl} = Beban mati.
- $f_{(x,y)m}$ = Koefisien bidang kontak berdasarkan tabel “bittner”.
- T = Penyebaran beban roda.
- $t_{x,y}$ = Panjang bidang kontak arah x , y

Besarnya koefisien lawan akibat momen nominal (R_n) adalah :

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d} \dots\dots\dots (2.3a).$$

Dengan :

- M_u = Momen ultimit akibat beban kerja.
- ϕ = Faktor reduksi berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.3.
- b = Lebar balok.
- d = Tinggi efektif balok.

Rasio tulangan beton (ρ_b) dapat dicari dengan persamaan :

$$\rho_b = \left[\frac{0,85 \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right] \dots\dots\dots (2.3b).$$

Dengan :

- β_1 = Faktor yang didefinisikan menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.2.
- f_c' = Kuat tekan beton
- f_y = tegangan leleh baja.

Menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.1.4 redistribusi momen negatif hanya boleh dilakukan bila momen-momennya direduksi telah direncanakan sedemikian hingga ρ atau $\rho - \rho'$ tidak boleh melebihi $0,50 \rho_b$ dan menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.5, rasio ρ yang ada tidak boleh kurang dari $1,4 / f_y$. Sehingga besarnya rasio perbandingan tulangan tarik (ρ) dan luas tulangan tarik (A_s) adalah:

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 f_c'}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 f_c'}} \right) \dots\dots\dots (2.3c).$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y'} \dots\dots\dots (2.3d).$$

$$\rho_{\text{max.}} = 0,50 \times \rho_b \dots\dots\dots (2.3e).$$

$$A_s = \rho \times b \times d \dots\dots\dots (2.3f).$$

Untuk setiap kombinasi f_c' dan f_y terdapat satu rasio tulangan dalam kondisi seimbang ($\sum H = 0$), sehingga didapat $T_c = C_c$. Dari $\sum M = 0$, didapat :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots\dots\dots (2.4a).$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} \dots\dots\dots (2.4b).$$

$$f_s = 600 \left(\frac{d-c}{c} \right) \dots\dots\dots (2.4c).$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (2.4d).$$

Dengan :

- M_n = Kekuatan momen nominal
- c = Jarak dari serat terluar ke garis netral.
- a = Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen.

Sehingga besarnya kapasitas momen yang disumbangkan oleh tulangan tarik harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$M_u \leq \phi M_n \dots\dots\dots (2.4e).$$

2.3 Perhitungan Tulangan Geser

Menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.4.5 menyatakan bahwa tulangan geser dapat berupa sengkang vertikal ataupun sengkang rangkap dikombinasikan dengan batang yang dibengkok.

Untuk menentukan besarnya kekuatan geser yang disumbangkan oleh beton ditentukan dari kekuatan geser nominal yang paling mempengaruhi dan momen yang terjadi, dengan besarnya kekuatan geser (V_c) yang disumbangkan oleh beton adalah sebagai berikut :

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (2.5a).$$

Luas penampang tulangan geser (A_v) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$A_v = \frac{\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot s^2}{f_y} \dots\dots\dots (2.5b).$$

Jarak tulangan geser (s) adalah :

$$s = \frac{A_v \cdot f_y}{\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b} \dots\dots\dots (2.5c).$$

Besarnya tegangan geser nominal yang disumbangkan oleh beton dapat dihitung dengan persamaan :

$$v_c = \frac{V}{7/8 \cdot b \cdot h} \dots\dots\dots (2.5d).$$

2.4 Perhitungan Pipa Sandaran

Tegangan normal baja (σ) yang ditimbulkan oleh momen lentur (M) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \dots\dots\dots (2.6a).$$

Tegangan geser maksimal ($\tau_{\text{mak.}}$) yang terjadi dapat dihitung melalui persamaan :

$$\tau_{\text{mak.}} = \frac{16 (d_2^2 + d_2 \times d_1 + d_1^2)}{3 \pi (d_2^4 - d_1^4)} \times D \dots\dots\dots (2.6b).$$

Dengan :

- M = Momen total.
- W_x = Statis momen arah x.
- d_2 = Diameter luar.
- d_1 = Diameter dalam.
- D = Gaya lintang.

2.5 Perhitungan Gelagar Memanjang

2.5.1 Lebar Efektif

Untuk menghitung sifat penampang komposit secara praktis, konsep lebar efektif perlu diterapkan. Analisa untuk lebar efektif melibatkan teori elastisitas pelat, dengan memakai balok menerus yang tak terhingga panjangnya pada tumpuan yang berjarak sama dan sayap yang lebar tak terhingga dengan tebal yang relatif kecil terhadap tinggi balok.

Agar perencanaan menjadi sederhana, menurut SK-SNI T-15-1991-03 pasal 3.1.10, lebar efektif b_{eff} maksimal yang diijinkan adalah harga terendah yang dihitung dengan persamaan berikut :

1. Untuk gelagar dalam dengan pelat di kedua sisi gelagar :

$$b_{\text{eff}} \leq L/4 \text{ (} L = \text{panjang bentang) } \dots\dots\dots (2.7a).$$

$$b_{\text{eff}} \leq b_o \text{ (untuk jarak antar balok yang sama) } \dots\dots\dots (2.7b).$$

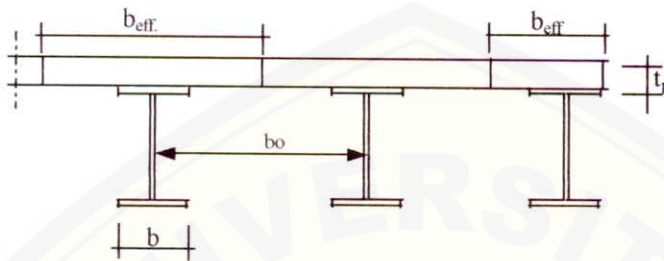
$$b_{\text{eff}} \leq 6 t_p \dots\dots\dots (2.7c).$$

2. Untuk gelagar pinggir dengan pelat hanya di salah satu sisi :

$$b_{eff} \leq L/12 \dots\dots\dots (2.8a).$$

$$b_{eff} \leq \frac{1}{2} (b_o + b) \dots\dots\dots (2.8b).$$

$$b_{eff} < 6t_p \dots\dots\dots (2.8c).$$



Gambar 4. Dimensi Yang Menentukan Lebar Efektif (b_{eff}) Pada Balok Baja Komposit.

2.5.2 Perhitungan Penampang

Sifat-sifat penampang komposit dapat dihitung dengan menggunakan metode transformasi luas. Luas baja ditransformasikan menjadi luas beton ekuivalen dan beton pada penampang komposit diubah menjadi baja ekuivalen. Pada penampang komposit, besarnya tegangan pada salah satu material adalah sama dengan perkalian antara regangan yang terjadi dengan modulus elastisitas.

Tegangan baja dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara modulus elastisitas baja dan modulus elastisitas beton atau biasa dinyatakan dengan n (E_s/E_c) dikalikan dengan tegangan beton. Dengan demikian luas efektif setelah ditransformasikan (A_c) adalah :

$$A_c = \frac{b_{eff} \cdot t}{n} + A_s \dots\dots\dots (2.9a).$$

Jarak garis netral ditinjau dari serat paling bawah (Y_{bc}) adalah :

$$Y_{bc} = \frac{\left(\frac{b_{eff} \cdot t}{n} \times d \right) + (A_s \cdot Y_s)}{A_c} \dots\dots\dots (2.9b).$$

Momen inersia beton (I_c) adalah :

$$I_c = \frac{1}{12} \times \left(\frac{b_{\text{eff.}}}{n} \right) \times t^3 \dots\dots\dots (2.9c).$$

Momen inersia komposit (I_v) adalah :

$$I_v = I_x + (A_s \cdot d_s^2) + I_c + \left(\frac{b_{\text{eff.}} \cdot t}{n} \right) \times (Y_{cc} - \frac{1}{2} t)^2 \dots\dots\dots (2.9d).$$

Dengan :

- t = Tebal plat beton.
- A_s = Luas profil baja.
- I_x = Momen inersia profil.
- d = Jarak antara serat bawah profil ke garis netral beton.
- d_s = Selisih antara garis netral profil dengan garis netral komposit.
- Y_{cc} = Jarak antara serat atas ke garis netral komposit.

2.5.3 Kontrol Keamanan Profil

1. Kontrol penampang.

Besarnya momen lawan yang bekerja adalah :

$$S = M_t / (1,28 \times \bar{\sigma}) \dots\dots\dots (2.10).$$

2. Kontrol tegangan.

Tegangan tarik dan tegangan tekan baja yang ditimbulkan oleh momen lentur sebelum komposit adalah :

$$\sigma = -\sigma_k = \frac{M}{W_x} \dots\dots\dots (2.11a).$$

Tegangan tarik baja setelah komposit adalah :

$$\sigma_r = \frac{M}{I_v} \cdot Y_{bc} \dots\dots\dots (2.11b).$$

Tegangan tekan baja setelah komposit adalah :

$$\sigma_k = \frac{M}{I_v} \cdot Y_{su} \dots\dots\dots (2.11c).$$

Tegangan geser baja sebelum adalah :

$$\tau = \frac{D \cdot S_x}{I_x \cdot t} \dots\dots\dots (2.11d).$$

Tegangan geser baja setelah komposit adalah :

$$\tau = \frac{D \cdot S_{x \text{ mak}}}{I_v \cdot t} \dots\dots\dots (2.11e).$$

Tegangan tekan beton adalah

$$f_k = \frac{M \cdot Y_{cc}}{I_v \cdot n} \dots\dots\dots (2.11f).$$

3. Kontrol stabilitas pelat-pelat (lipat)

Menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 12.1.1, untuk menghindari bahaya lipat, ukuran profil I untuk BJ. 37 harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$$\frac{b}{t_s} \leq 20 \dots\dots\dots (2.12a).$$

Menurut PPBBUG tahun 1987 bab XII pasal 12.2.1, badan dari profil I di tempat beban terpusat tidak perlu diperkuat jika memenuhi syarat :

a. Pada perletakan :

$$P \leq t_b (c' + d') \sigma_1 \dots\dots\dots (2.12b).$$

Dengan : P = beban terpusat pada persamaan (5).

d' = jarak dari akhir bagian lurus badan ke tepi luar sayap.

c' = panjang penyebaran daerah-daerah terpusat.

b. Pada tempat lain (untuk $3,33d' < c' < 11,67d'$) :

$$P < t_b (0,4c' + 7d') \sigma_1 \dots\dots\dots (2.12c).$$

4. Kontrol terhadap balok-balok yang dibebani lentur (KIP)

Menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 5.1.1, yang dimaksud dengan balok-balok yang penampangnya tidak berubah bentuk, adalah balok-balok yang memenuhi syarat :

$$\frac{h}{t_b} \leq 75 \dots\dots\dots (2.13a).$$

$$\frac{L}{h} \geq 1,25 \frac{b}{t_s} \dots\dots\dots (2.13b).$$

Dengan : L = jarak antara dua titik di mana tepi tertekan dari balok itu di tahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan kesamping.

Sedangkan pada balok-balok yang dapat berubah bentuk, luas pada sisi sayap atas (A') adalah :

$$A' = A_{sayap} + 1/6 A_{badan} \dots\dots\dots (2.13c).$$

Jari-jari kelembaman tepi tertekan sumbu (y-y) adalah :

$$i_y = \sqrt{\frac{0,5 I_y}{A'}} \dots\dots\dots (2.13d).$$

$$\lambda = \frac{L}{i_y} \dots\dots\dots (2.13e).$$

Menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 5.2, untuk balok yang penampangnya bisa berubah berubah bentuk harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\omega \cdot \sigma_{k \text{ mak.}} \leq \bar{\sigma} \dots\dots\dots (2.13f).$$

Dengan : ω = Faktor tekuk berdasarkan PPBBUG tahun 1987.

Menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 13.1.2, untuk balok yang penampangnya bisa berubah berubah bentuk panjang bentang antara dua sokongan samping di kiri dan di kanan sendi palstis (L) tidak boleh lebih dari panjang kritis (L_{kr}).

$$L < L_{kr} (20 \text{ iy}) \dots\dots\dots (2.13g).$$

5. Kontrol lendutan.

Lendutan yang terjadi akibat beban merata (q) adalah :

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E_s \cdot I_x} \dots\dots\dots (2.14a).$$

Lendutan yang terjadi akibat beban terpusat (P) adalah :

$$\delta = \frac{1 \cdot P \cdot L^3}{48 \cdot E_s \cdot I_x} \dots\dots\dots (2.14b).$$

Sedangkan besarnya lendutan yang diijinkan menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 15.1 adalah :

$$\bar{\delta} = \frac{1}{500} \times L \quad (L = \text{bentang bersih}) \dots\dots\dots (2.14c).$$

2.6 Shear Connector

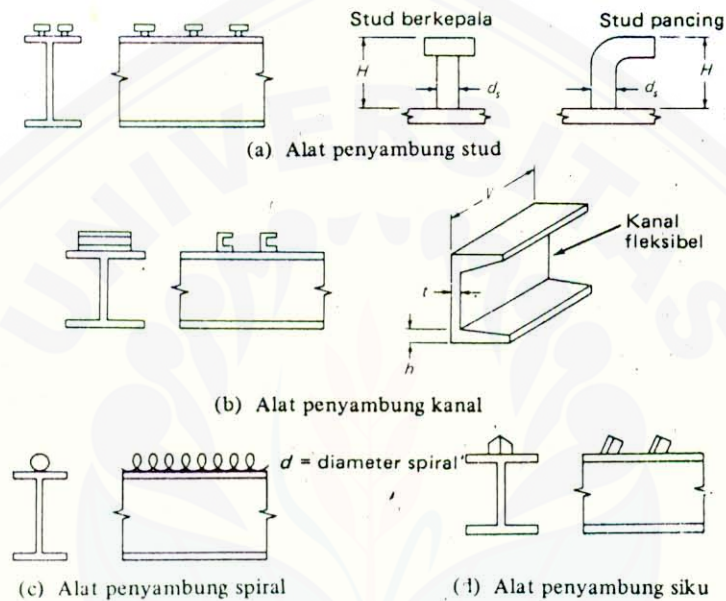
Agar sebuah gelagar baja dan pelat beton dapat menjadi satu kesatuan yang monolit, kedua material harus disambung dengan sedemikian rupa sehingga gaya geser horisontal dapat disalurkan di antara keduanya.

Apabila gelagar baja dibungkus sepenuhnya dengan lempeng beton, maka tidak perlu dipakai alat penyambung mekanis, karena gaya geser horisontal dapat disalurkan sepenuhnya oleh ikatan antara baja dan beton. Sedangkan apabila gelagar baja tidak dibungkus sepenuhnya maka perlu dipakai alat penyambung geser mekanis atau *shear connector*.

Idealnya alat penyambung geser harus cukup kaku untuk menghasilkan interaksi penuh. Secara teoritis berdasarkan bidang geser balok akibat beban yang

bekerja, alat penyambung geser yang diperlukan dekat dengan ujung-ujung bentang jumlahnya lebih banyak (jarak yang lebih dekat) dari pada yang dibutuhkan di tengah bentang.

Alat penyambung geser atau shear connector secara umum dapat diplihatkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Alat Penyambung Geser yang Umum Digunakan.

Besarnya kekuatan yang dapat ditahan oleh satu shear connector (Q) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q = 55 \phi^2 \sqrt{\sigma} b \dots\dots\dots (2.15a).$$

Untuk menentukan jarak shear connector (P) menggunakan persamaan :

$$P = \frac{N \cdot Q}{s} \dots\dots\dots (2.15b).$$

Jika : $s = \frac{D_i \cdot s_x}{I_v} \dots\dots\dots (2.15c).$

$$\text{Maka : } P = \frac{N \cdot Q \cdot I_v}{D_i \cdot s_x} \dots\dots\dots (2.15d).$$

Dengan :

s_x = Statis momen beton terhadap garis netral komposit.

N = Jumlah shear connector dalam 1 (satu) baris.

I_v = Momen inersia komposit.

D_i = Gaya lintang maksimal di titik i .

2.7 Sambungan Baja

Setiap stuktur adalah gabungan dari bagian-bagian tersendiri atau batang-batang yang harus di sambung bersama (biasanya di ujung batang) dengan beberapa cara diantaranya menggunakan alat penyambung (baut dan paku keling) atau dengan cara pengelasan. Baut kekuatan tinggi telah banyak menggantikan paku keling sebagai alat utama dalam struktural yang tidak di las.

2.7.1 Sambungan Paku Keling

Paku keling yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi, biasanya terbuat dari jenis baja lunak sehingga tidak mudah putus apabila dipanaskan dan dipukul dengan alat penembak paku keling.

Untuk pemasangan paku keling biasanya diperlukan tiga atau empat orang pekerja. Karena tingginya upah pekerja dan kebisingan yang terjadi pada pemasangan paku keling, maka berdasarkan faktor-faktor ekonomis dan kemudahan dalam pelaksanaan, banyak digunakan las dan baut tegangan tinggi.

2.7.2 Sambungan Baut

Penggunaan baut pada struktur baja menyebabkan proses ereksi di lapangan berjalan dengan cepat. Pemasangan baut tidak memerlukan pekerja yang terampil seperti yang dibutuhkan pada pemasangan paku keling. Dengan demikian, penggunaan baut sebagai alat penyambung memberikan suatu keuntungan dibandingkan dengan penggunaan alat penyambung lainnya.

Menurut Rene A (2000:182), ada dua jenis baut yang biasa dipakai pada konstruksi baja, antara lain baut biasa dan baut tahanan tinggi. Baut biasa yang terutama dipakai pada struktur-struktur ringan yang menahan beban statis atau untuk menyambung batang-batang sekunder. Sedangkan baut berkekuatan tinggi yang dibuat dengan kadar karbon cukup dan diolah pada waktu mesin masih dalam keadaan panas atau merupakan baja campuran yang mempunyai kekuatan tarik yang tinggi.

2.7.3 Sambungan Las

Menurut Rene A. (1996 : 223), mengelas adalah menyambung dua batang logam dengan mempergunakan panas atau melalui proses peleburan. Jenis-jenis las terdiri dari las sudut, las tembus dan las celah, sedangkan jenis las yang banyak digunakan adalah las sudut dan las tembus. Las sudut berbentuk segitiga, dengan tiap kakinya disambung sepanjang permukaan dari satu batang.

Las parit dipakai untuk menghubungkan ujung-ujung batang yang bidang permukaannya sama. Las ini biasa digunakan untuk sambungan kolom, pangkal pertemuan gelagar ke kolom dan pada sambungan flens girder plat.

Las sumbat atau las celah dibentuk pada bukaan dari salah satu batang yang disambung di atas batang lainnya. Penggunaan umum lainnya adalah apabila las sudut yang dipakai tidak cukup panjangnya.

2.7.4 Sambungan Baja pada Gelagar Memanjang

Pada perencanaan sambungan profil baja pada gelagar memanjang menggunakan sambungan dari baut. Menurut PPBUG tahun 1987 pasal 8.2, ketentuan-ketentuan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tegangan-tegangan yang diijinkan dalam menghitung kekuatan baut adalah sebagai berikut :
 - a. Tegangan geser yang diijinkan : $\tau_{ges} = 0,6 \sigma$ (2.16a).
 - b. Tegangan tarik yang diijinkan : $\sigma_{ta} = 0,7 \sigma$ (2.16b).

c. Kombinasi tegangan geser dan tegangan tarik yang diijinkan :

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma^2 + 1,56\tau^2} \leq \sigma \dots\dots\dots (2.16c).$$

d. Tegangan tumpu yang diijinkan :

$$\sigma_{tu} = 1,5 \sigma \text{ untuk } s_1 \geq 2 d \dots\dots\dots (2.16d).$$

$$\sigma_{tu} = 1,2 \sigma \text{ untuk } 1,5 d \leq s_1 < 2 d \dots\dots\dots (2.16e).$$

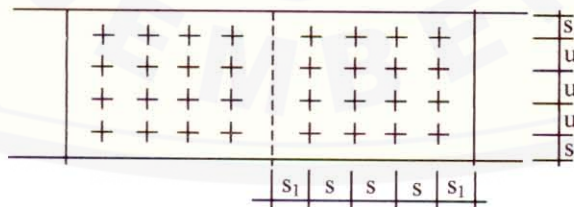
Dengan :

s_1 = Jarak dari sumbu baut yang paling luar ke tepi bagian yang disambung.

d = Diameter baut.

σ = Tegangan dasar, untuk persamaan (2.16a), (2.16b), (2.16c) menggunakan tegangan dasar bahan baut, sedangkan persamaan (2.16d) dan (2.16e) menggunakan tegangan dasar bahan yang disambung.

2. Banyaknya baut yang dipasang pada satu baris yang sejajar arah gaya, tidak boleh lebih dari 5 buah.
3. Untuk menentukan jarak antar baut menurut PPBBUG tahun 1987 pasal 8.2.5 untuk perencanaan sambungan baut jika terdiri dari lebih dari satu baut yang tidak berseling maka jarak antara baut adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Jarak Antar Baut Menurut PPBBUG Tahun 1987.

a. $2,5 d \leq s \leq 7 d \text{ atau } 14 t \dots\dots\dots (2.17a).$

b. $2,5 d \leq u \leq 7 d \text{ atau } 14 t \dots\dots\dots (2.17b).$

c. $1,5 d \leq s_1 \leq 3 d \text{ atau } 6 t \dots\dots\dots (2.17c).$

Untuk menentukan besarnya momen yang bekerja dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_{\text{badan}} = \frac{I_{\text{badan}}}{I_X} \cdot M_c \dots\dots\dots (2.18a).$$

$$M_{\text{flens}} = M_{\text{profil}} - M_{\text{badan}} \dots\dots\dots (2.18b).$$

Besarnya kekuatan yang dapat dipikul oleh 1 (satu) baut adalah :

$$\bar{P}_{\text{ges.}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \bar{\tau}_{\text{ges}} \dots\dots\dots (2.19a).$$

$$\bar{P}_{\text{tu.}} = t_{\text{plat}} \times d \times \bar{\sigma}_{\text{tu}} \dots\dots\dots (2.19b).$$

Untuk menentukan banyaknya baut yang digunakan pada perencanaan sambungan plat penyambung badan adalah dengan persamaan :

$$n = \sqrt{\frac{6 M_{\text{tot}}}{u \cdot P_o}} \dots\dots\dots (2.20).$$

Pada perencanaan sambungan plat penyambung badan besarnya kekuatan yang dipikul oleh 1 (satu) baut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$K_{\text{tot.}} = \sqrt{K_h^2 + (K_v + K_H)^2} \dots\dots\dots (2.21).$$

Besarnya gaya tarik (T) yang bekerja pada sambungan flens dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{M_{\text{flens}}}{h} \dots\dots\dots (2.22a).$$

Banyaknya jumlah baut (n) yang digunakan sebagai alat penyambung pada perencanaan sambungan flens dapat dihitung dengan persamaan :

$$n = \frac{T}{P} \dots\dots\dots (2.22b).$$

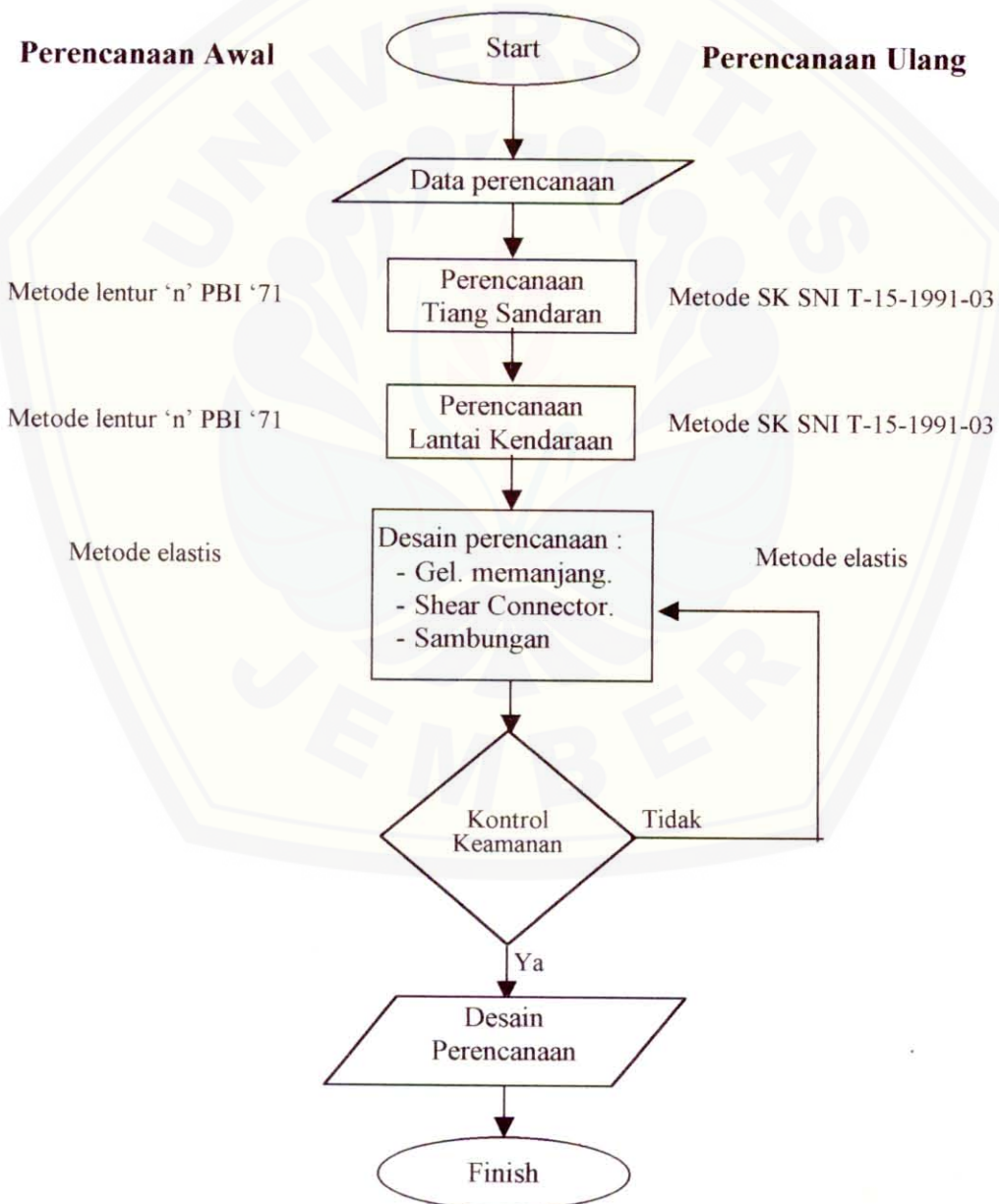
Dengan : P = Besarnya kekuatan yang dipikul oleh 1 (satu) baut berdasarkan persamaan (2.19a) dan (2.19b).



III. METODOLOGI PERENCANAAN

Dalam perhitungan perencanaan harus disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang berlaku (PPPJJR '87, PPBBUG '87 dan SK SNI T-15-1991-03).

Perencanaan dimulai dengan mempelajari data-data perencanaan yang ada dan kemudian barulah kita merencanakan pendesainan struktur dengan tahapan sebagai berikut.



Gambar 7. Flowchart Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Komposit

3.1 Perencanaan Tiang Sandaran

Pada Perencanaan tiang sandaran pada jembatan Ardisaeng I dibagi menjadi empat bagian diantaranya :

1. Perencanaan penulangan tiang sandaran untuk potongan I-I,
2. Perencanaan penulangan tiang sandaran untuk potongan II-II,
3. Perencanaan tulangan geser dan
4. Perencanaan pipa sandaran.

3.1.1 Pembebanan

Untuk menentukan besarnya beban pada perencanaan di atas harus diperhitungkan untuk dapat menahan beban horisontal sebesar 100 kg/m^1 (PPPJJR' 87 pasal 1) pada atas tiang sandaran.

3.1.2 Perhitungan Statika

Dalam perhitungan statika kita mencari besarnya momen dan gaya lintang akibat beban yang bekerja pada tiang sandaran tersebut.

3.1.3 Dimensi

Pada perencanaan tiang sandaran kita mencari besarnya dimensi tulangan utama, tulangan geser dan jarak tulangan geser dengan menggunakan metode SK SNI T-15-1991-03. Sedangkan untuk menentukan besarnya dimensi pipa sandaran menggunakan standart yang sudah ada.

3.1.4 Kontrol Keamanan

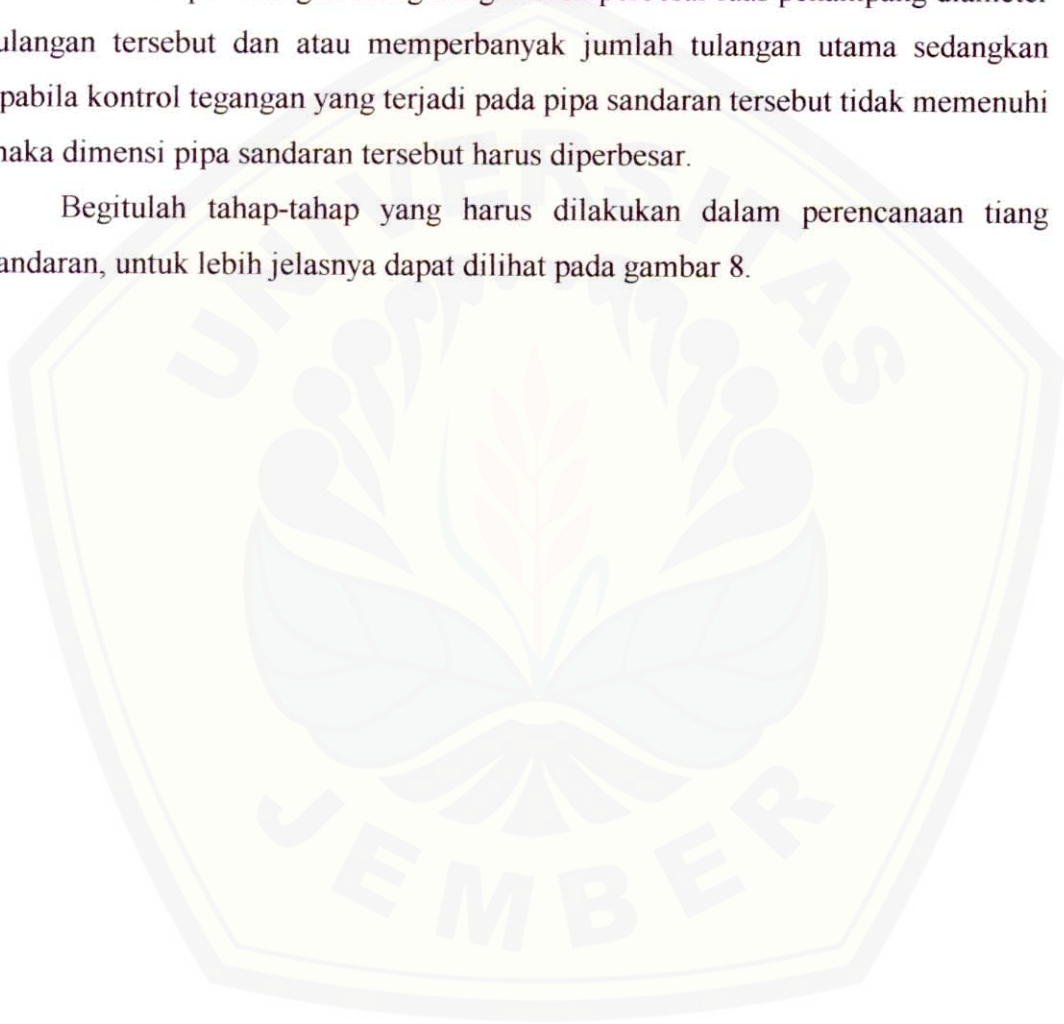
Beberapa hal yang harus dipenuhi dalam merencanakan tiang sandaran pada sebuah jembatan adalah :

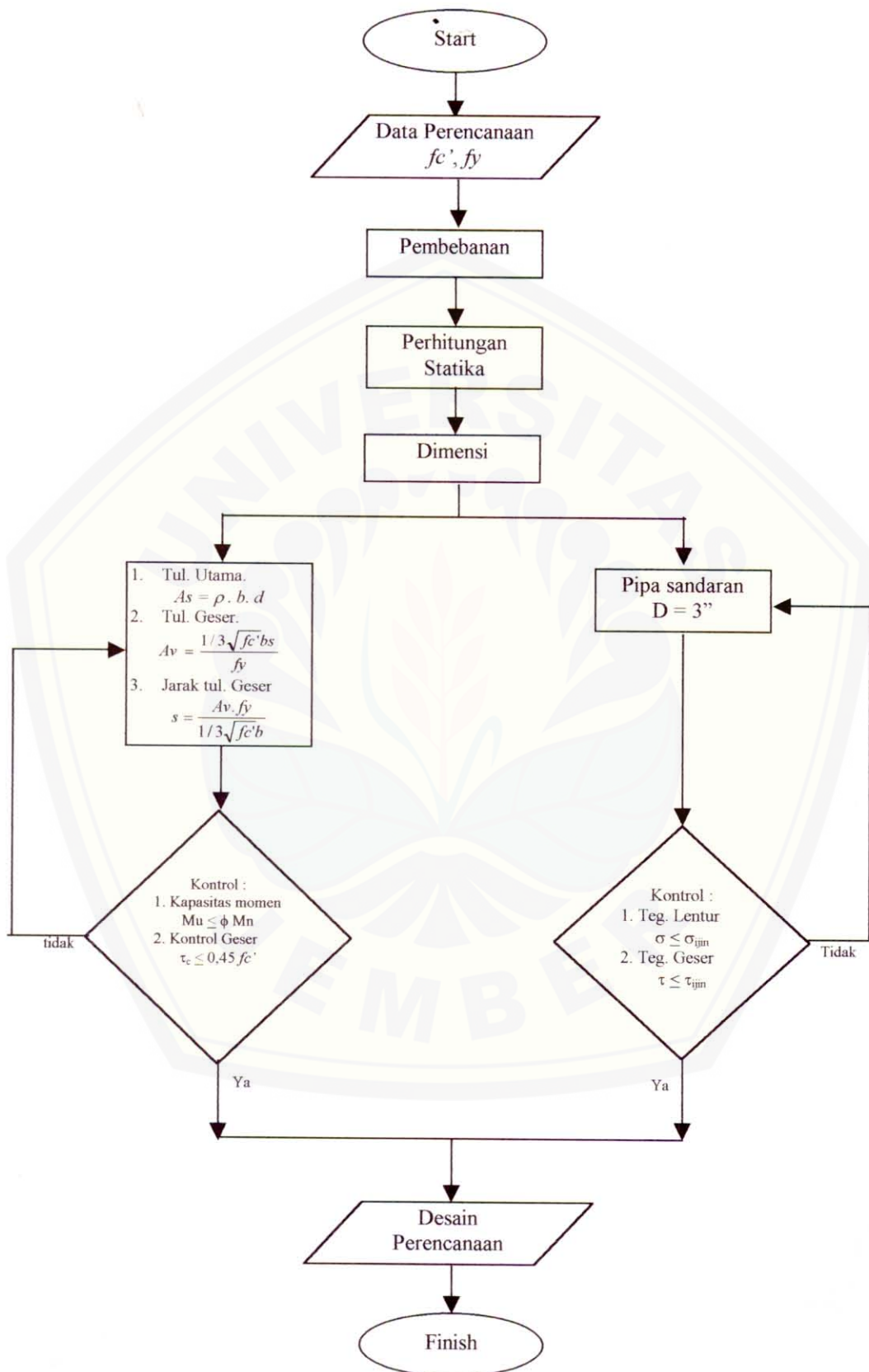
1. Kontrol kapasitas momen pada tulangan utama.
2. Kontrol terhadap tulangan geser, dan
3. Kontrol tegangan untuk pipa sandaran.

Untuk kontrol kapasitas momen tulangan utama dianggap baja tulangan telah leleh pada saat beton mulai retak ($\epsilon_c = 0,003$), $f_s = f_y$.

Apabila dalam kontrol kapasitas momen dan kontrol terhadap geser untuk perhitungan diameter tulangan baik tulangan utama maupun tulangan geser maka perlu diadakan perhitungan ulang dengan memperbesar luas penampang diameter tulangan tersebut dan atau memperbanyak jumlah tulangan utama sedangkan apabila kontrol tegangan yang terjadi pada pipa sandaran tersebut tidak memenuhi maka dimensi pipa sandaran tersebut harus diperbesar.

Begitulah tahap-tahap yang harus dilakukan dalam perencanaan tiang sandaran, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8.





Gambar 8. Flowchart Perencanaan Tiang Sandaran

3.2 Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

Pada Perencanaan pelat lantai kendaraan dibagi menjadi dua bagian diantaranya :

1. Perencanaan perhitungan pelat kantilever dan
2. Perencanaan perhitungan pelat bagian dalam.

3.2.1 Pembebanan

1. Pembebanan pada pelat kantilever.

Beban-beban yang berpengaruh pada perencanaan pelat kantilever ialah semua beban baik beban mati (tiang sandaran, aspal, air hujan dan lantai kendaraan) maupun beban hidup (beban roda dan beban horisontal) yang terdapat pada bagian tepi lantai kendaraan yaitu mulai dari tiang sandaran sampai pada gelagar memanjang paling tepi pada jembatan tersebut dengan jarak antara titik pusat beban yang bekerja sampai dengan as gelagar memanjang paling tepi.

2. Pembebanan pada pelat bagian dalam.

Beban yang bekerja pada pelat bagian dalam adalah beban mati (aspal, lantai kendaraan, air hujan dan beban lainnya) dan beban hidup (beban roda) yang ditinjau per meter panjang.

3.2.2 Perhitungan Statika

Dalam perhitungan statika kita mencari besarnya momen dan gaya lintang yang bekerja akibat beban yang bekerja pada tiang sandaran tersebut.

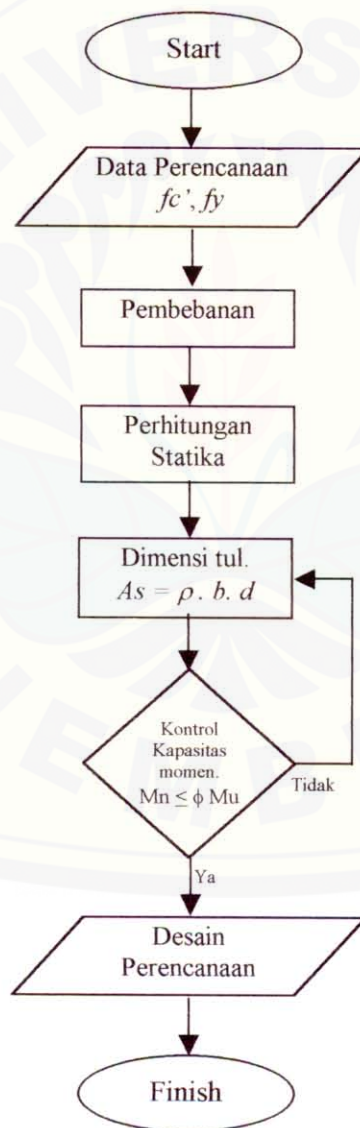
3.2.3 Dimensi Tulangan

Untuk perhitungan besarnya dimensi tulangan baik pada arah memanjang maupun arah melintang menggunakan metode SKSNI T-15-1991-03.

3.2.4 Kontrol Kapasitas Momen Tulangan

Apabila kontrol terhadap kapasitas momen tulangan, maka perlu diadakan perhitungan tulangan dengan memperbesar diameter tulangan.

Begitulah tahap-tahap yang harus dilakukan dalam perencanaan pelat lantai kendaraan baik pada pelat kantilever maupun untuk pelat bagian dalam, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Flowchart Perencanaan Pelat Lantai kendaraan.

3.3 Perencanaan Gelagar Memanjang

3.3.1 Dimensi

Untuk menentukan besarnya dimensi gelagar yang dipakai menggunakan tabel profil baja (profil WF) dengan mutu baja BJ. 37.

3.3.2 Pembebanan

Untuk perencanaan gelagar memanjang, perhitungan hanya dilakukan untuk gelagar memanjang tengah yang direncanakan sebagai balok gabungan karena pada gelagar memanjang tengah memikul beban maksimal.

Beban-beban yang bekerja pada gelagar tersebut sebelum komposit ialah beban mati (lantai kendaraan dan berat profil gelagar) dan beban yang bekerja setelah komposit adalah beban mati (aspal) dan beban hidup dan belaksanaan (beban kejut, beban garis, beban air hujan dan beban lainnya).

3.3.3 Lebar Effektif

Untuk menentukan besarnya lebar efektif baik gelagar bagian dalam maupun gelagar bagian tepi adalah dengan mencari harga terendah dari persamaan yang telah disebutkan dalam persamaan (15.a), (15.b) dan (15.c) untuk gelagar dalam dan persamaan (16.a), (16.b) dan (16.c) untuk gelagar tepi.

3.3.4 Perhitungan Statika

Dalam perhitungan statika kita mencari besarnya momen dan gaya lintang maksimal yang bekerja baik sebelum komposit maupun setelah komposisi dengan metode perhitungan statis tertentu.

3.3.5 Kontrol Keamanan

Kontrol keamanan profil gelagar terdiri dari :

1. Kontrol penampang.
2. Kontrol tegangan tarik, tegangan tekan dan tegangan geser.
3. Kontrol stabilitas pelat-pelat (lipat).

3.3 Perencanaan Gelagar Memanjang

3.3.1 Dimensi

Untuk menentukan besarnya dimensi gelagar yang dipakai menggunakan tabel profil baja (profil WF) dengan mutu baja BJ. 37.

3.3.2 Pembebanan

Untuk perencanaan gelagar memanjang, perhitungan hanya dilakukan untuk gelagar memanjang tengah yang direncanakan sebagai balok gabungan karena pada gelagar memanjang tengah memikul beban maksimal.

Beban-beban yang bekerja pada gelagar tersebut sebelum komposit ialah beban mati (lantai kendaraan dan berat profil gelagar) dan beban yang bekerja setelah komposit adalah beban mati (aspal) dan beban hidup dan belaksanaan (beban kejut, beban garis, beban air hujan dan beban lainnya).

3.3.3 Lebar Effektif

Untuk menentukan besarnya lebar efektif baik gelagar bagian dalam maupun gelagar bagian tepi adalah dengan mencari harga terendah dari persamaan yang telah disebutkan dalam persamaan (15.a), (15.b) dan (15.c) untuk gelagar dalam dan persamaan (16.a), (16.b) dan (16.c) untuk gelagar tepi.

3.3.4 Perhitungan Statika

Dalam perhitungan statika kita mencari besarnya momen dan gaya lintang maksimal yang bekerja baik sebelum komposit maupun setelah komposisi dengan metode perhitungan statis tertentu.

3.3.5 Kontrol Keamanan

Kontrol keamanan profil gelagar terdiri dari :

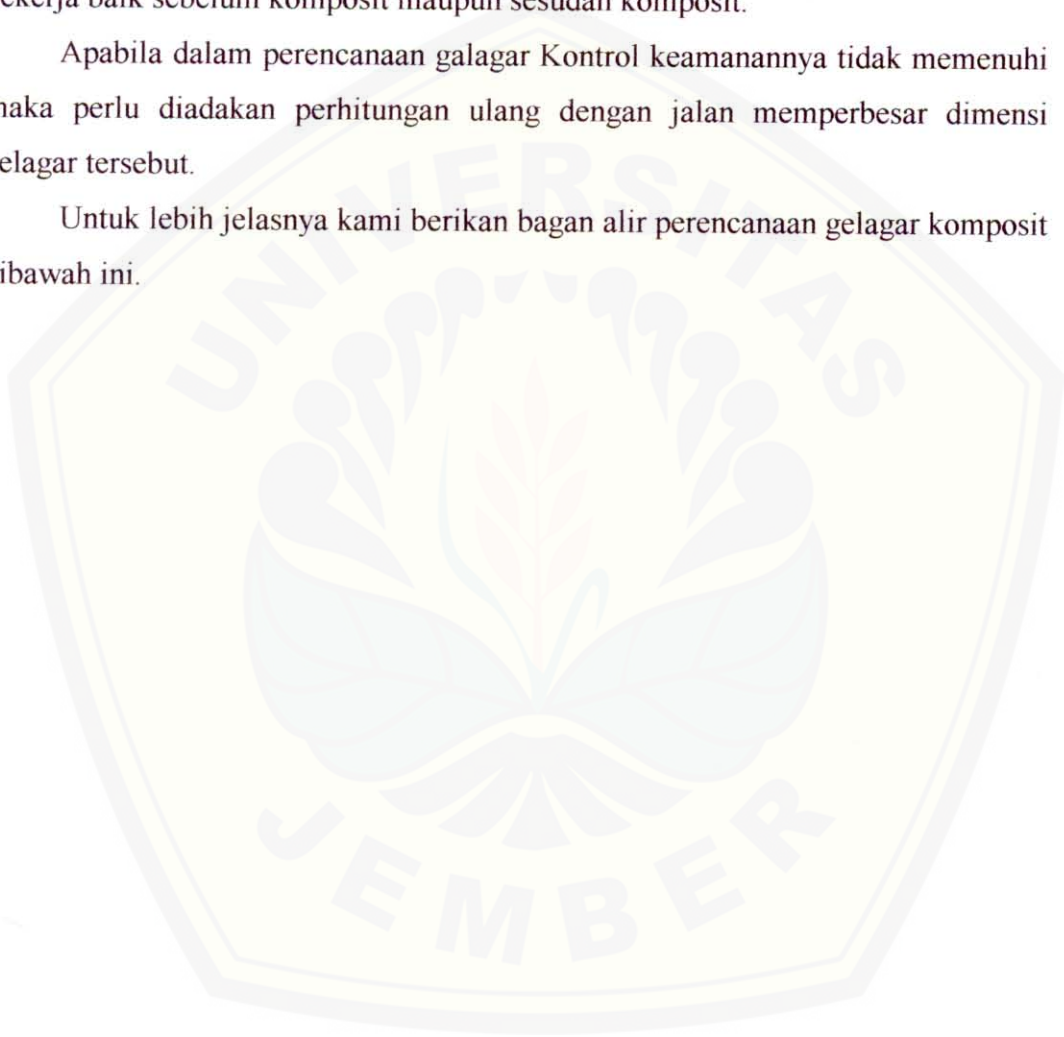
1. Kontrol penampang.
2. Kontrol tegangan tarik, tegangan tekan dan tegangan geser.
3. Kontrol stabilitas pelat-pelat (lipat).

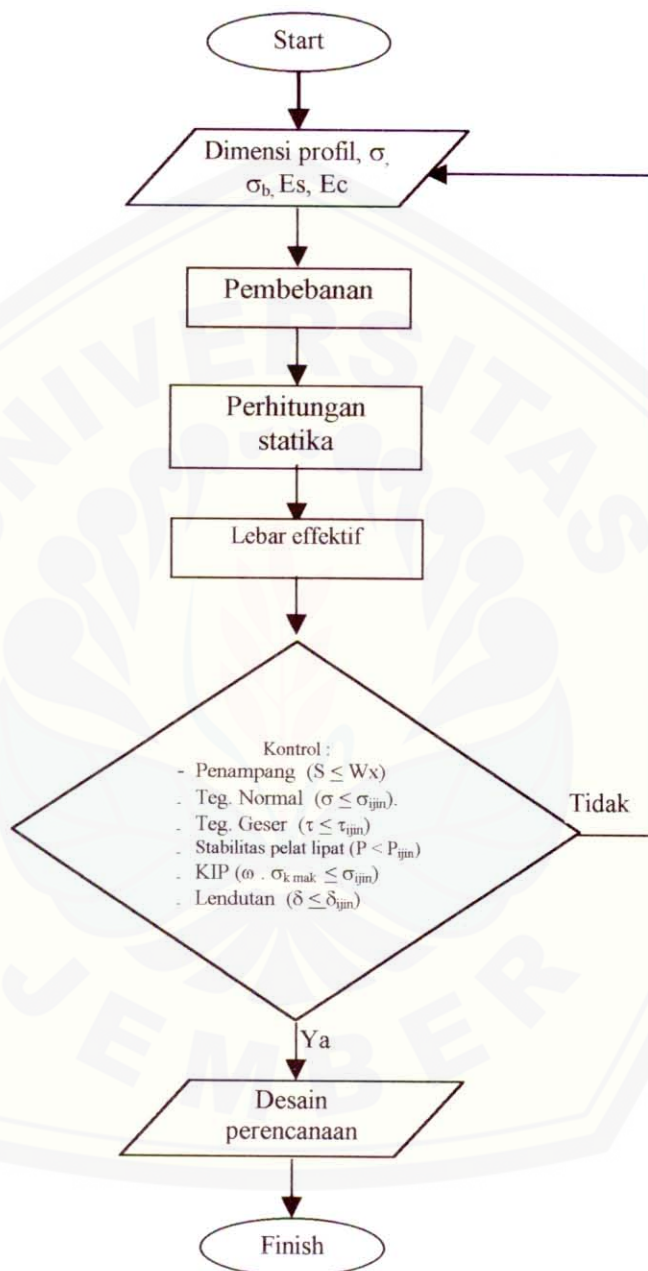
4. Kontrol terhadap balok-balok yang dibebani lentur (KIP).
5. Kontrol Lendutan.

Langkah awal dalam perhitungan kontrol keamanan adalah mencari letak garis netral, momen lawan, statis momen terhadap arah x dan momen inersia yang bekerja baik sebelum komposit maupun sesudah komposit.

Apabila dalam perencanaan galagar Kontrol keamanannya tidak memenuhi maka perlu diadakan perhitungan ulang dengan jalan memperbesar dimensi gelagar tersebut.

Untuk lebih jelasnya kami berikan bagan alir perencanaan gelagar komposit dibawah ini.





Gambar 10. Flowchart Perencanaan Gelagar Komposit.

3.4 Perencanaan Alat Penghubung Geser (Shear Connector)

Shear connector yang digunakan adalah baja bulat dengan jumlah perbaris sebanyak 3 (tiga) buah. Dalam merencanakan jarak dan jumlah shear connector berdasarkan besarnya gaya lintang yang terjadi.

3.4.1 Pembebanan

Beban yang bekerja pada perencanaan shear connector adalah beban-beban setelah komposit baik beban mati (aspal) maupun beban hidup (beban kejut, beban garis, beban air hujan dan beban lainnya).

3.4.2 Perhitungan Statika

Pada perhitungan statika hanya mencari besarnya gaya lintang maksimal. Dalam perencanaan hanya ditinjau setengah bentang saja karena karena gelagar memanjang tersebut berbentuk simerti.

Dalam menentukan besarnya gaya lintang maksimal akibat beban hidup dengan menempatkan beban yang bekerja sedemikian bisa sehingga didapat gaya lintang yang terbesar.

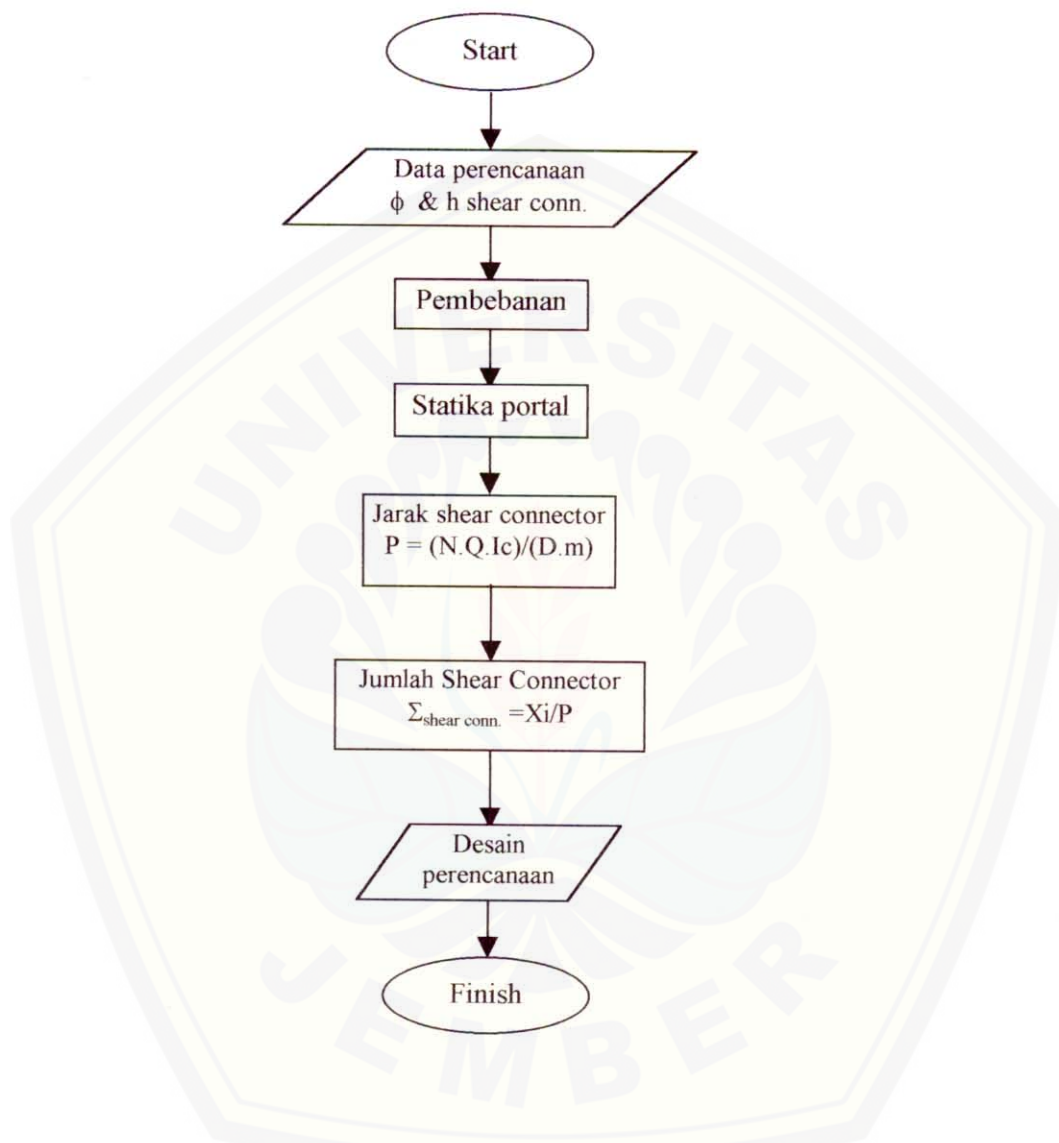
3.4.3 Jarak Shear Connector

Untuk menentukan besarnya jarak shear connector masing-masing potongan adalah dengan membandingkan besarnya gaya yang diberikan oleh dimensi shear connector dengan gaya lintang maksimal pada masing-masing potongan.

3.4.4 Jumlah Shear Connector

Jumlah shear connector ditentukan dengan perbandingan jarak antar potongan dengan jarak antar shear connector.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir perencanaan sebuah shear connector berikut ini.



Gambar 11. Flowchart Perencanaan Shear Connector.

3.5 Perencanaan Sambungan Baja Gelagar Memanjang

Perencanaan sambungan dilakukan apabila panjang jembatan lebih dari 12 meter. Sambungan baja gelagar memanjang jembatan Ardisaeng I, direncanakan menggunakan baut dengan diameter baut 25 mm dan mutu baut Bj. 37.

3.5.1 Pembebanan

Beban yang bekerja pada perencanaan sambungan adalah semua beban baik beban mati (aspal, lantai kendaraan dan berat gelagar) maupun beban hidup (beban kejut, beban garis, beban air hujan dan beban lainnya) yang bekerja pada jembatan tersebut.

3.5.2 Perhitungan Statika

Perhitungan statika bertujuan mencari besarnya momen dan gaya lintang yang bekerja tepat pada gelagar memanjang yang akan disambung akibat beban-beban yang telah tersebut di atas dengan metode statis tertentu.

3.5.3 Kekuatan Baut

Untuk menghitung besarnya kekuatan baut harus disesuaikan dengan PPBBUG tahun 1978 bab 8 pasal 8.2 baik kekuatan geser maupun kekuatan tumpu.

Dari kedua perhitungan kekuatan baut tersebut untuk menghitung besarnya kekuatan yang dihasilkan oleh sambungan baut menggunakan kekuatan yang paling kecil.

3.5.4 Jarak dan Jumlah Sumbu Baut

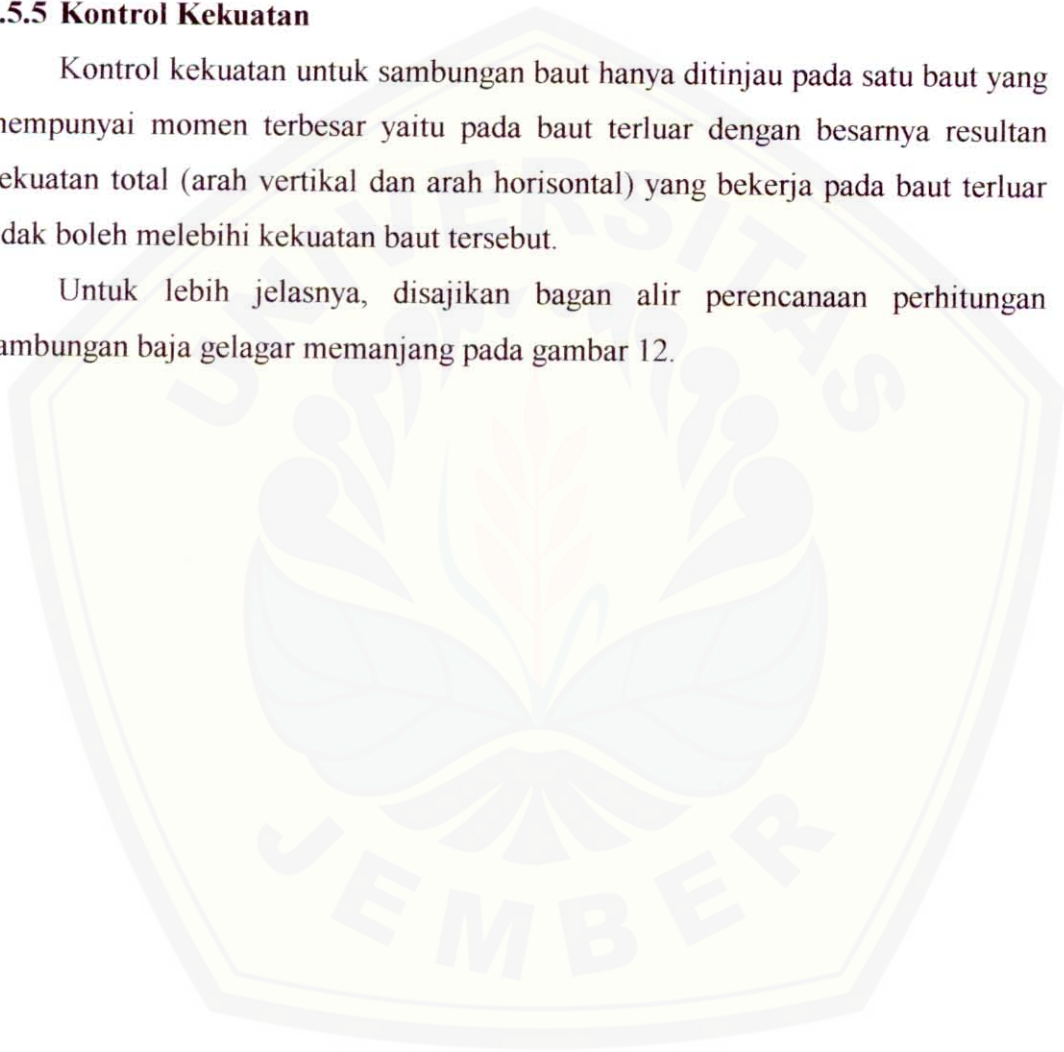
Untuk menentukan jarak sumbu baut harus sesuai dengan PPBBUG tahun 1978 bab 8 pasal 8.2, dalam perencanaan sambungan lebih dari satu baris baut yang tidak berseling.

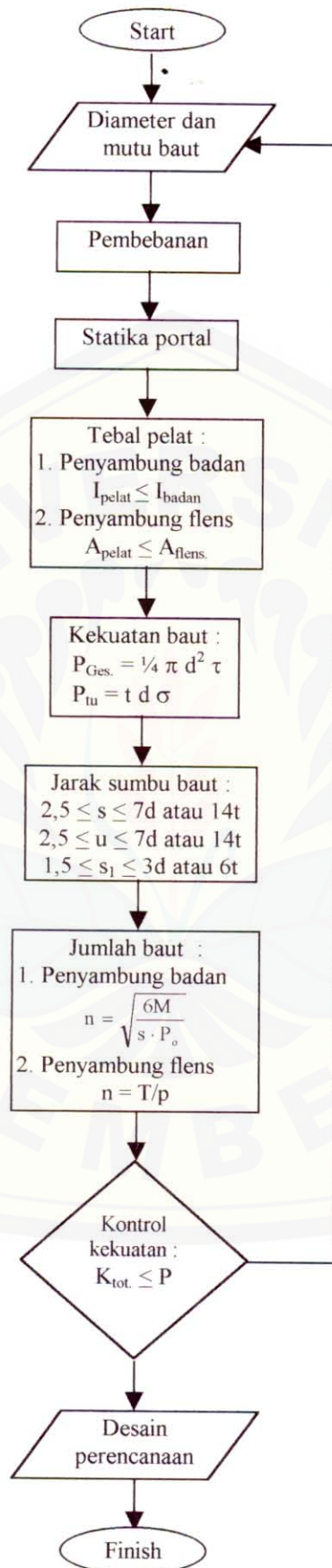
Sedangkan untuk memperkirakan banyaknya jumlah baut dengan mencari nilai perbandingan antara momen yang bekerja dengan kekuatan yang dapat disumbangkan oleh baut tersebut.

3.5.5 Kontrol Kekuatan

Kontrol kekuatan untuk sambungan baut hanya ditinjau pada satu baut yang mempunyai momen terbesar yaitu pada baut terluar dengan besarnya resultan kekuatan total (arah vertikal dan arah horisontal) yang bekerja pada baut terluar tidak boleh melebihi kekuatan baut tersebut.

Untuk lebih jelasnya, disajikan bagan alir perencanaan perhitungan sambungan baja gelagar memanjang pada gambar 12.





Gambar 12. Flowchart Perencanaan Sambungan Baja Pada Gelagar Memanjang.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat ditarik sebuah kesimpulan yaitu untuk dimensi profil gelagar memanjang yang semula menggunakan profil WF 700 × 300 × 13 × 24 ternyata masih dapat diperkecil sampai profil WF 600 × 300 × 14 × 23 dengan tegangan tarik (σ_r) sebesar 1006,367 kg/cm² dan tegangan geser (τ) sebesar 327,117 kg/cm², sedangkan mutu baja yang digunakan yaitu BJ-37 ($\bar{\sigma} = 1600$ kg/cm²).

Berat baja pada perencanaan awal sebesar 30,621 ton, sedangkan berat baja pada perencanaan ulang sebesar 25,171 ton. Jadi setelah dilakukan perencanaan ulang bangunan atas jembatan Ardisaeng I Kabupaten Bondowoso, dapat dilakukan penghematan berat baja sekitar 5,5 % dari berat perencanaan awal.

5.2 Saran-Saran

Beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penyelesaian proyek akhir ini adalah :

1. Berdasarkan hasil kesimpulan diatas, ada kemungkinan untuk bangunan bawah (abutment) juga dapat dilakukan penghematan. Maka dari itu membuka peluang untuk diadakannya perencanaan ulang bangunan bawah pada jembatan tersebut atau diadakan perencanaan ulang secara keseluruhan (bangunan atas dan bangunan bawah) untuk mengetahui besarnya penghematan yang masih dapat dilakukan secara keseluruhan.
2. Selain dengan cara elastis sebagaimana perhitungan perencanaan diatas, perhitungan perencanaan untuk bangunan atas jembatan tersebut juga dapat dilakukan dengan cara plastis dan kemungkinan juga penghematan berat baja masih dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA



Amon, R. Bruce K. dan Atanu M. 1999. *Perencanaan Konstruksi Baja untuk Insinyur dan Arsitek 1 dan 2*. Terjemahan Handoyo Ridwan dari *Steel Design for Engineers and Architects* (1991). Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Darmawan, LW. 1993. *Konstruksi Baja 1*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.

Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indomesia untuk gedung*. Bandung : Yayasan LPMB.

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Bangunan Baja Untuk Gedung*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan jalan Raya*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.

Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Standar Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*. Bandung : Yayasan LPMB.

Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Perhitungan Perencanaan Jembatan Ardisaeng I*. Bondowoso : Departemen Pekerjaan Umum Kabupaten Bondowoso.

Gunawan, Rudy. 1988. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta : Kanisius.

Hadi, Y. CE. (Tanpa Tahun). *Perhitungan Konstruksi Baja Lengkap*. Jakarta : Yustadi.

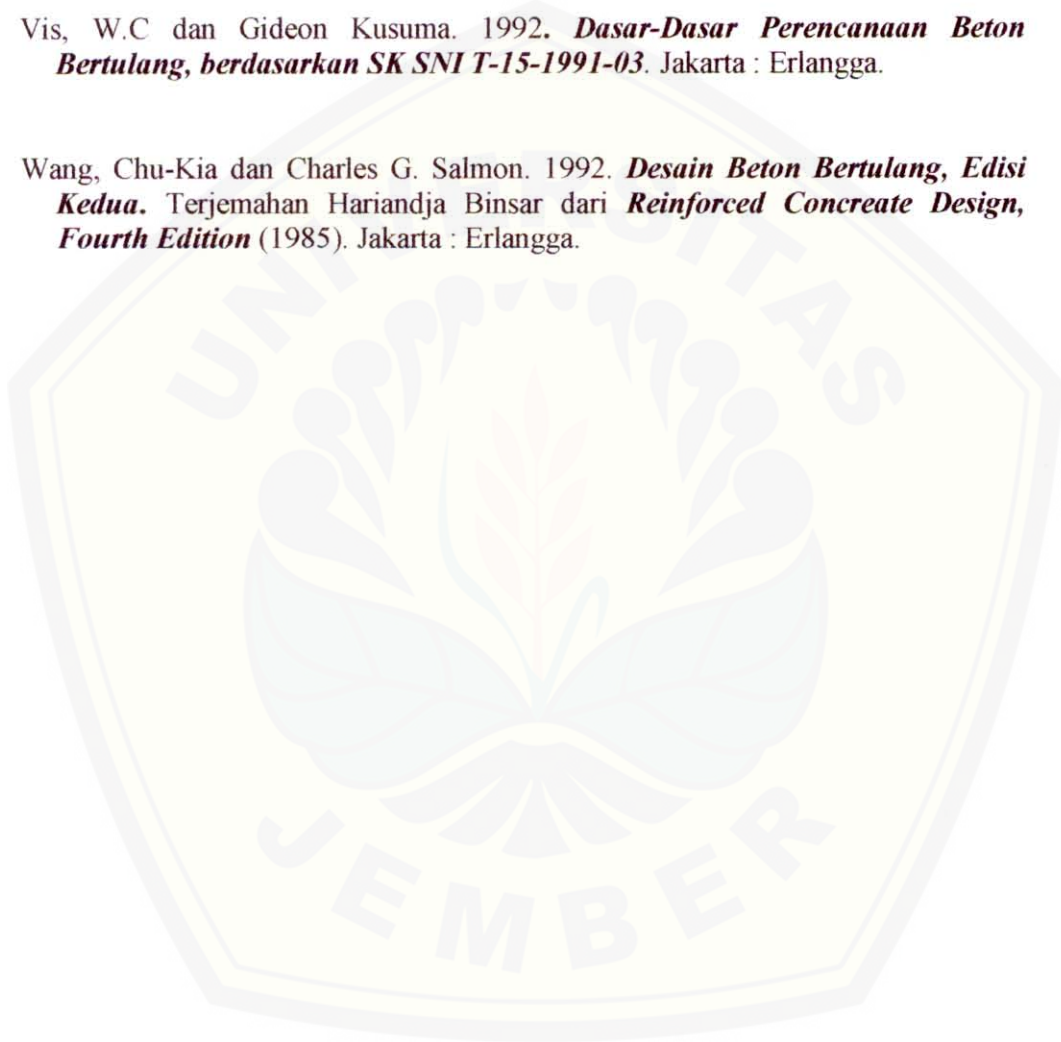
Kh, Sunggono. 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung : Nova.

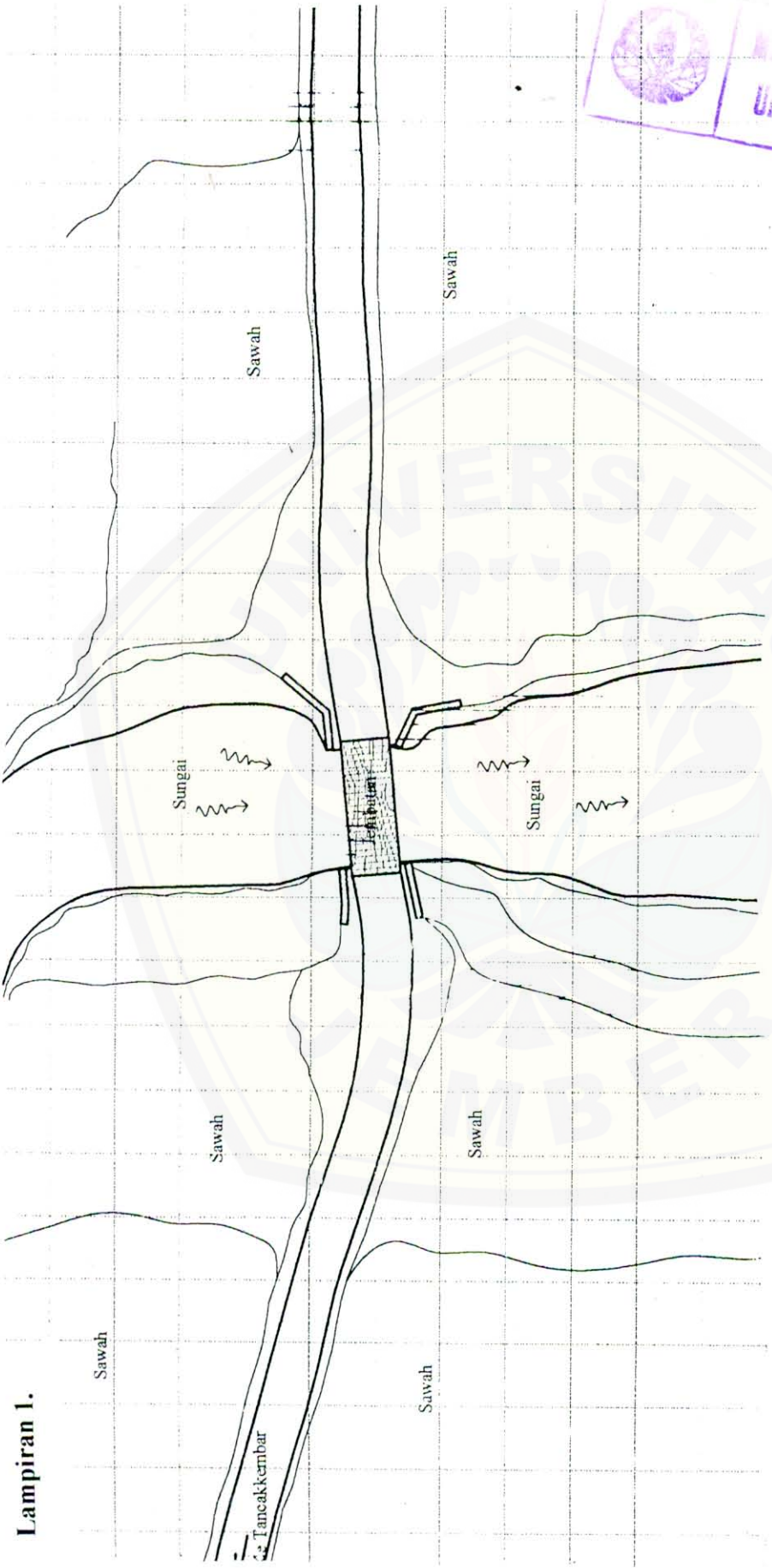
Salmon, Charles G. dan jonh E. Jonhson. 1991. *Struktur Baja : Desain dan Perilaku, Edisi Kedua*. Terjemahan Wira dari *Steel Structure : Desaint and Beharior, 2nd Edition* (1980). Jakarta : Erlangga.

Tim Unej. 1997. *Teknik Penulisan Karya Ilmiah*. Jembar : UNEJ.

Vis, W.C dan Gideon Kusuma. 1992. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*. Jakarta : Erlangga.

Wang, Chu-Kia dan Charles G. Salmon. 1992. *Desain Beton Bertulang, Edisi Kedua*. Terjemahan Hariandja Binsar dari *Reinforced Concreate Design, Fourth Edition* (1985). Jakarta : Erlangga.

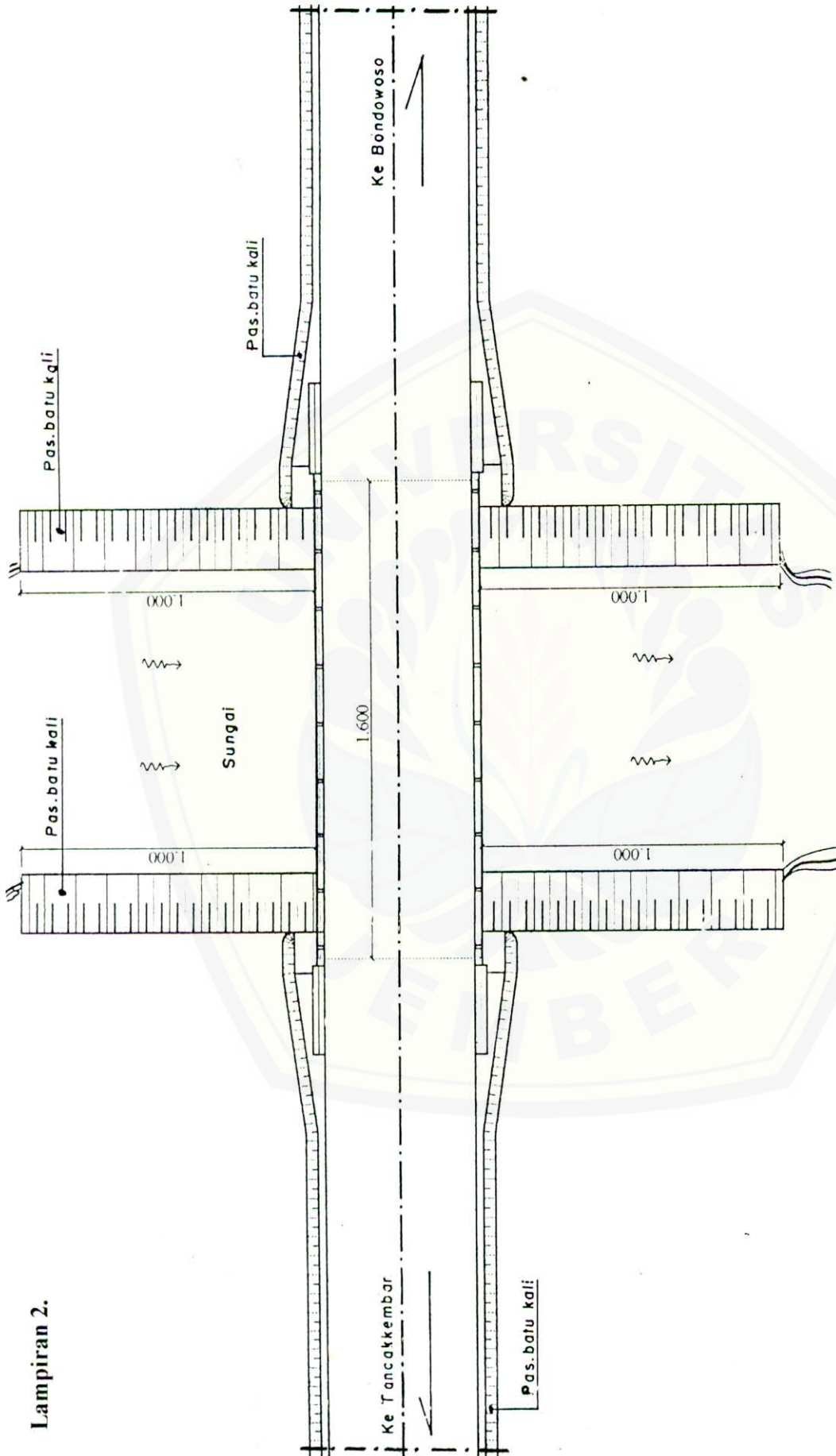




LAYOUT
Skala 1 : 400

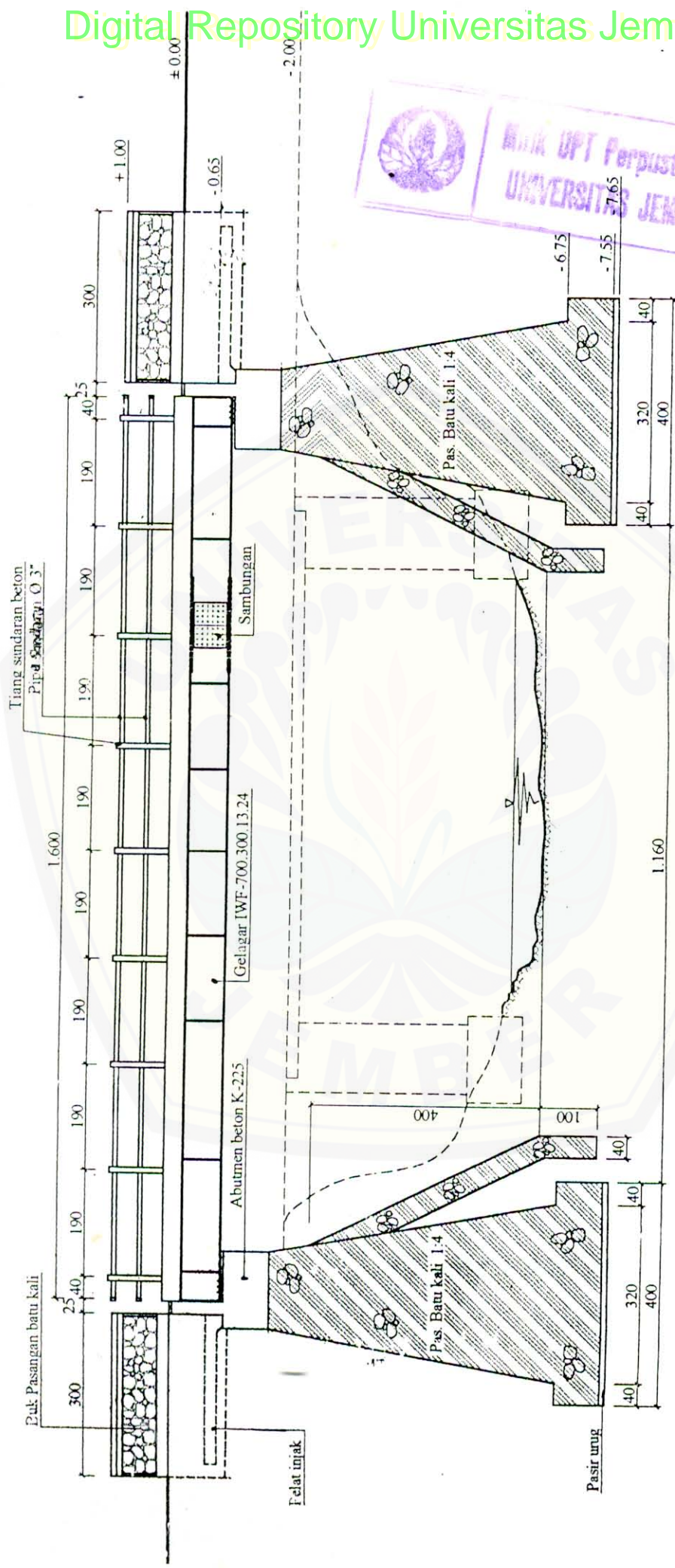
Lampiran 1.

Lampiran 2.





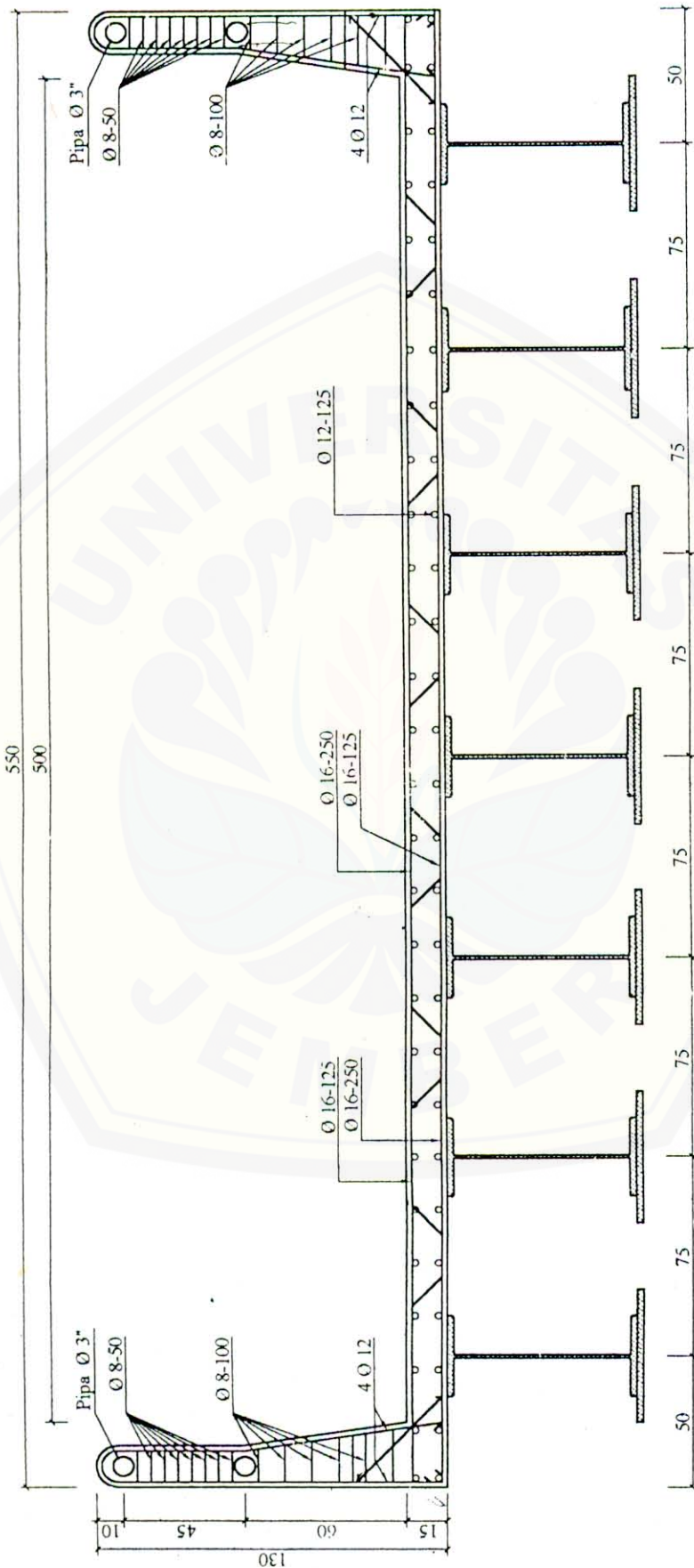
Lampiran 3.



POTONGAN MEMANJANG

SKALA 1 : 100

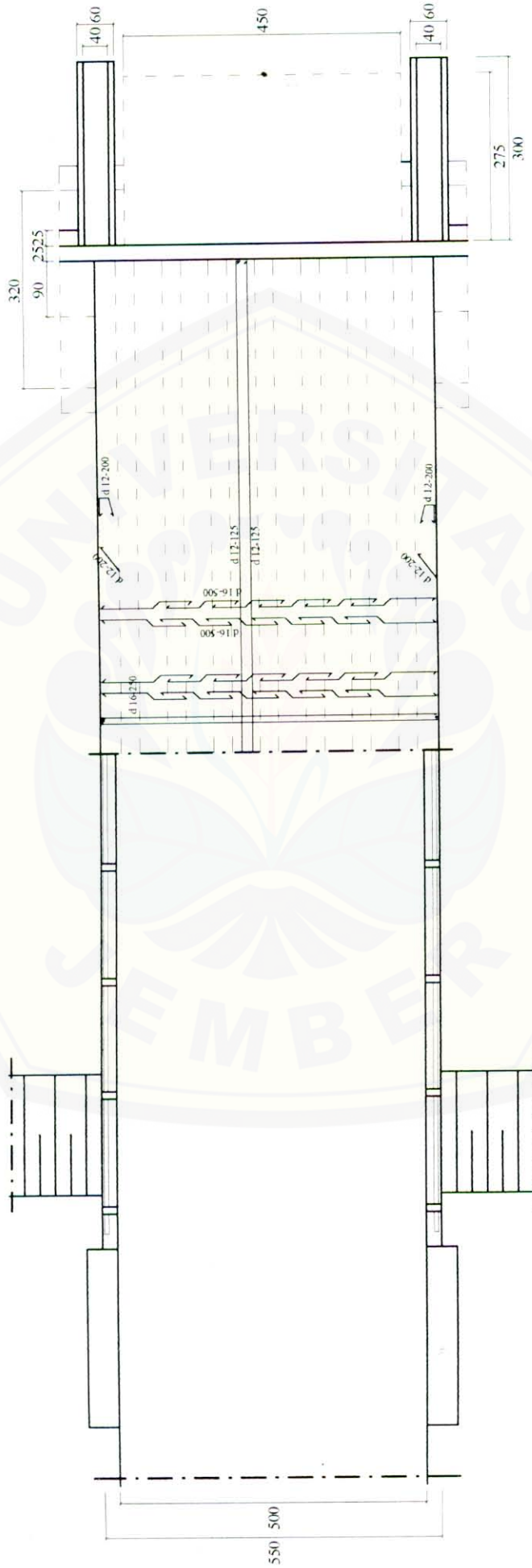
Lampiran 4.



POTONGAN MELINTANG

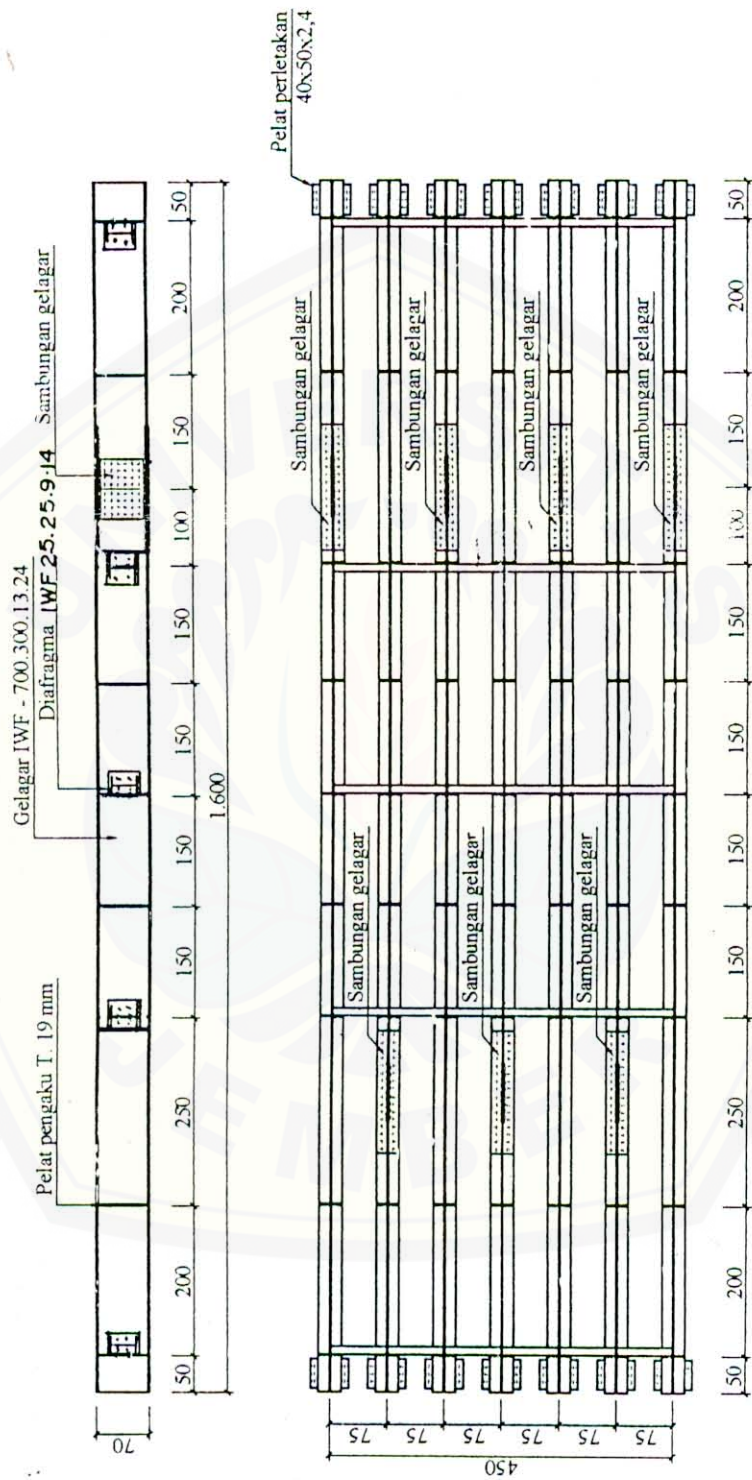
Skala 1 : 100

Lampiran 5.



DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI KENDARAAN
Skala 1 : 100

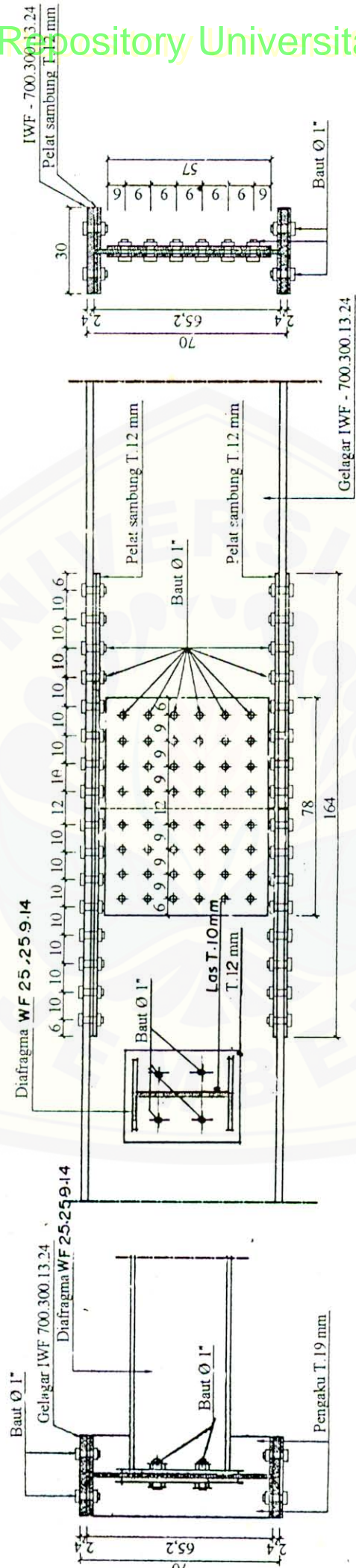
Lampiran 6.



DENAH PENEMPATAN SAMBUNGAN

SKALA 1 : 100

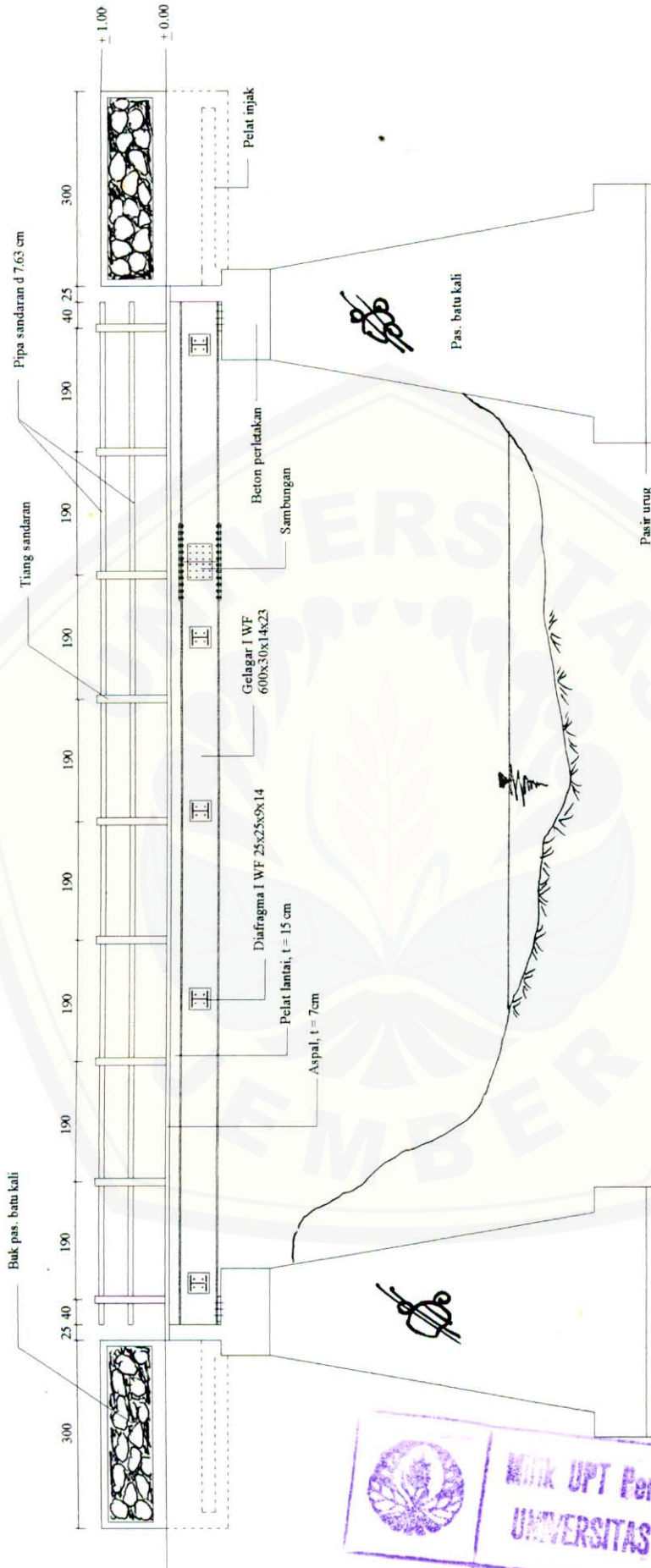
Lampiran 7.



DETAIL SAMBUNGAN GELAGAR & DIAFRAGMA

SKALA 1 : 20

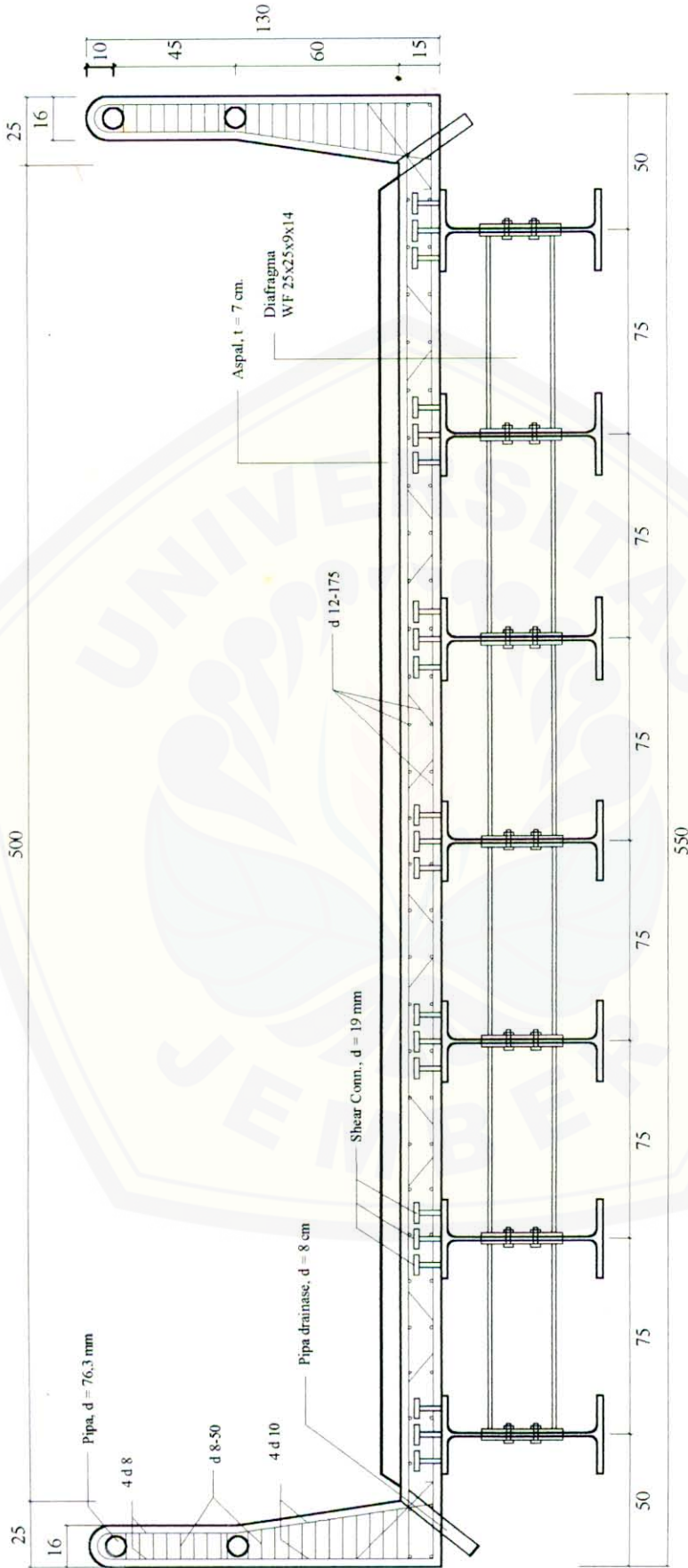
Lampiran 8.



POTONGAN MEMANJANG
Skala 1 : 100

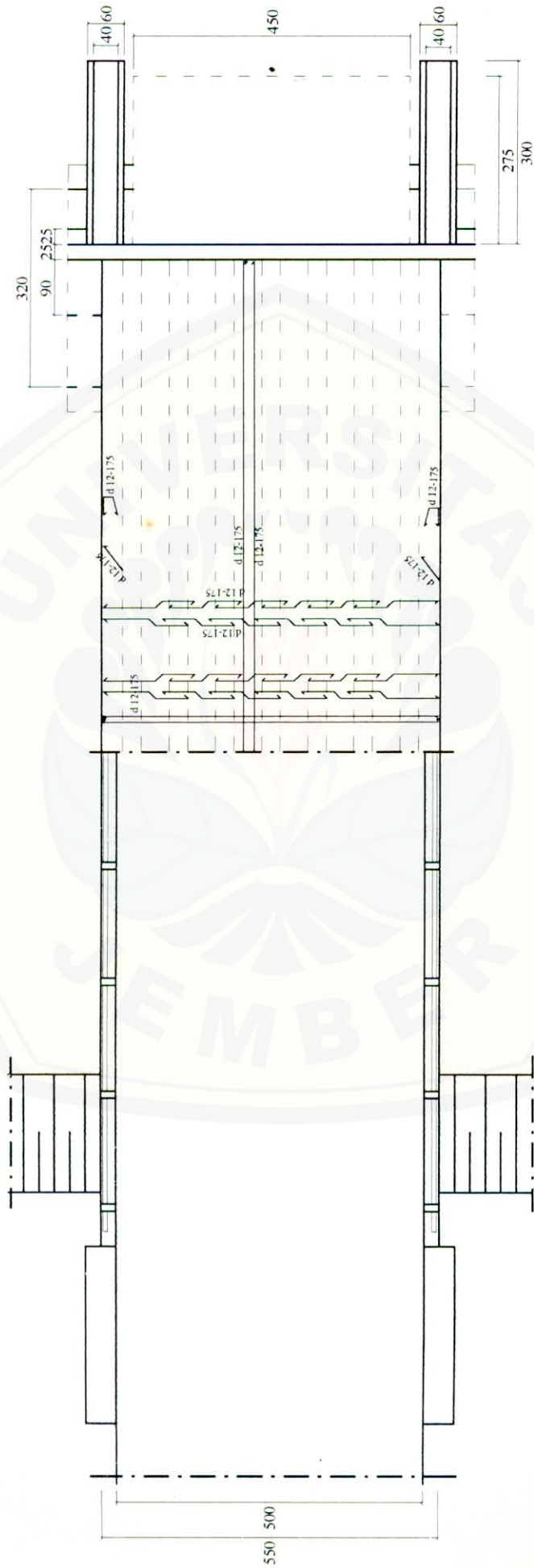


Lampiran 9.



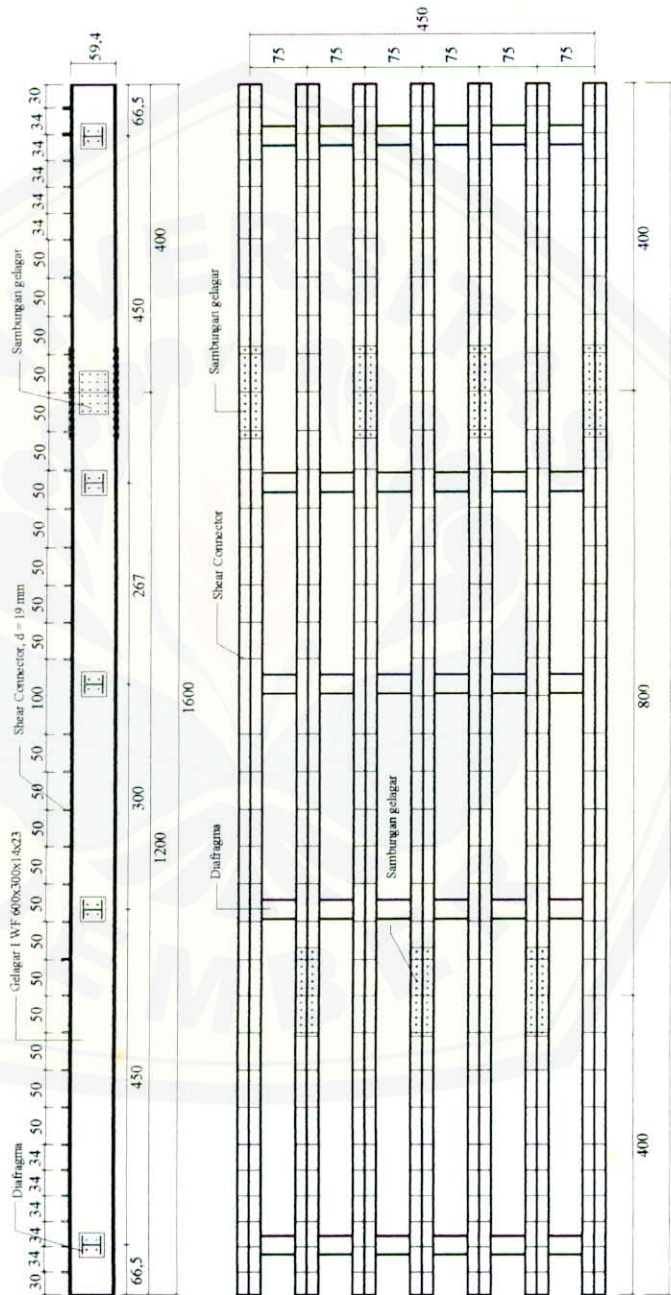
POTONGAN MELINTANG
Skala 1 : 25

Lampiran 10.



DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI KENDARAAN
Skala 1 : 100

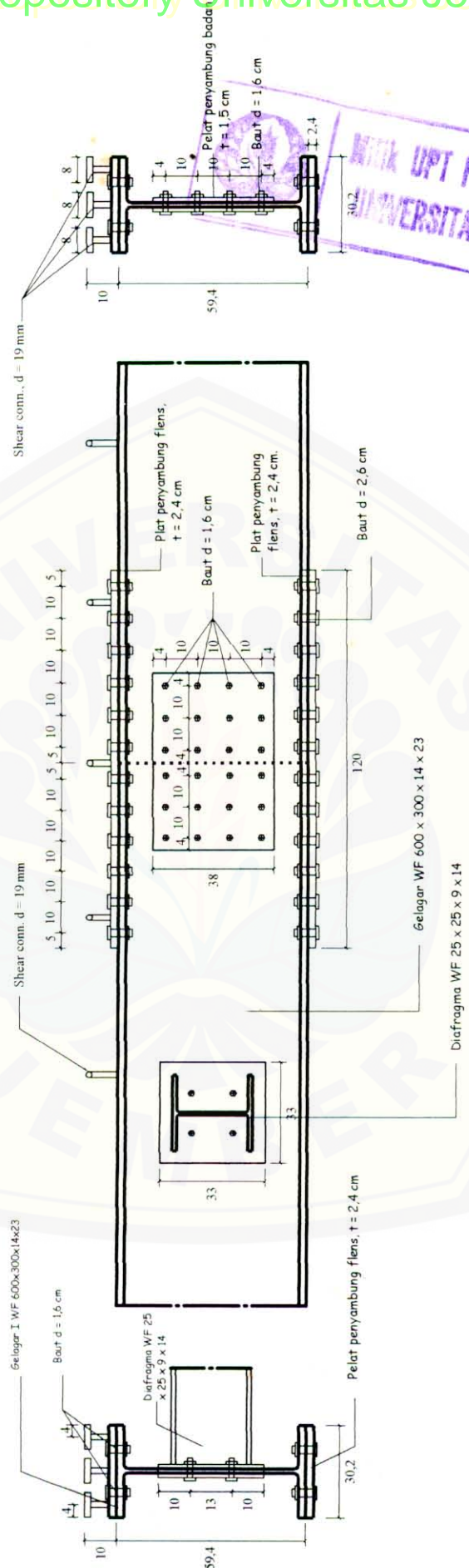
Lampiran 11.



DENAH PENEMPATAN SAMBUNGAN

Skala 1 : 100

Lampiran 12.



DETAIL SAMBUNGAN, DIAFRAGMA DAN SHEAR CONNECTOR

Skala 1 : 20



7