ANALISIS LENDUTAN, SAMBUNGAN DAN *POT BEARING* STRUKTUR ATAS PADA JEMBATAN KALI GEDE TIPE *PRATT TRUSS*

Anur Firmansyah[1], Ir. Ester Priskasari[2], dan Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi[3]

[1]Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Pisang Candi Barat Sukun Malang
Email: 2221028@scholar.itn.ac.id
[2]Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang
Email: ester_priskasari@ymail.com
[3]Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang
Email: hadiwibawanto@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

The Kali Gede Bridge is part of the Southern Cross Route project in Trenggalek Regency which was built to improve connectivity with Tulungagung Regency. The existing bridge uses a 120 m long Warren Truss type steel frame, while this research plans an alternative superstructure using a Pratt Truss type steel frame. Analysis and planning were carried out using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method based on SNI 1725:2016 for bridge loading and SNI 1729:2020 for planning steel structures and connections. Modeling and structural analysis were carried out using STAAD Pro V8i software. The planned superstructure includes the vehicle floor plate, longitudinal and transverse girders, mains, main frame elements, wind ties, connections and placement of bearing pots. The planning results show that the floor plate uses main reinforcement D16-100 and reinforcement for D13-250, longitudinal girder WF 500x200x10x16, transverse girder WF 900x300x16x28, main box girder 1500x800x50, upper transverse girder H-Beam 250x250x9x14, vertical beam HWF 700x650x25x30, WF diagonal rod 700x550x20x25, pipe upper wind bond Ø267.4x15.1, 2L lower wind bond 200x200x25, with maximum deflection of 54.52 mm, smaller than the clearance limit of 120 mm (L/1000), and placement in the form of a fixed type pot bearing model FX 24000-7200 and guided model GG 18000-1800-100. These results show that the design obtained meets the requirements for strength, stability and structural performance according to the LRFD method so that it is suitable to be applied as an alternative planning for the Kali Gede Bridge.

Keywords: LRFD, Steel Truss Bridge, Pratt Truss Frame

ABSTRAK

Jembatan Kali Gede merupakan bagian dari proyek Jalur Lintas Selatan di Kabupaten Trenggalek yang dibangun untuk meningkatkan konektivitas dengan Kabupaten Tulungagung. Jembatan eksisting menggunakan rangka baja tipe *Warren Truss* sepanjang 120 m, sedangkan penelitian ini merencanakan alternatif struktur atas menggunakan rangka baja tipe *Pratt Truss*. Analisis dan perencanaan dilakukan menggunakan metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) berdasarkan SNI 1725:2016 untuk pembebanan jembatan dan SNI 1729:2020 untuk perencanaan struktur baja serta sambungan. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak STAAD Pro V8i. Struktur atas yang direncanakan meliputi pelat lantai kendaraan, gelagar memanjang, melintang, induk, elemen rangka utama, ikatan angin, sambungan, dan perletakan *pot bearing*. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa pelat lantai menggunakan tulangan pokok D16-100 dan tulangan bagi D13-250, gelagar memanjang WF 500x200x10x16, gelagar melintang WF 900x300x16x28, gelagar induk boks 1500x800x50, gelagar melintang atas H-Beam 250x250x9x14, batang vertikal HWF 700x650x25x30, batang diagonal WF 700x550x20x25, ikatan angin atas pipa Ø267,4x15,1, ikatan angin bawah 2L 200x200x25, dengan lendutan maksimum sebesar 54,52 mm, lebih kecil dari batas izin 120 mm (L/1000), serta perletakan berupa *pot bearing* tipe fix model FX 24000-7200 dan *guided* model GG 18000-1800-100. Hasil tersebut menunjukkan bahwa desain yang diperoleh memenuhi persyaratan kekuatan, stabilitas, dan kinerja struktur sesuai metode DFBK sehingga layak diterapkan sebagai alternatif perencanaan Jembatan Kali Gede.

Kata kunci: DFBK, Jembatan Rangka Baja, Rangka *Pratt Truss*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Infrastruktur transportasi berperan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat, salah satunya melalui pembangunan jembatan. Jembatan berfungsi menghubungkan wilayah yang terpisah oleh sungai, lembah, jalan, atau hambatan lainnya sehingga dapat meningkatkan konektivitas, memperlancar mobilitas manusia dan barang, serta mendukung pemerataan pembangunan. Berdasarkan materialnya, jembatan dapat dibangun dari kayu, baja, beton, maupun beton prategang. Untuk bentang menengah hingga panjang, jembatan rangka baja banyak digunakan karena memiliki kekuatan yang tinggi, efisiensi material, dan kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi.

Jembatan Kali Gede merupakan salah satu infrastruktur yang dibangun dalam proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) di Kabupaten Trenggalek. Jembatan ini berfungsi sebagai penghubung antara Kabupaten Trenggalek dan Kabupaten Tulungagung serta menjadi bagian penting dalam meningkatkan konektivitas dan mobilitas transportasi di wilayah pesisir selatan Jawa Timur. Dengan adanya Jembatan Kali Gede, diharapkan akses transportasi antarwilayah menjadi lebih lancar sehingga dapat mendukung pertumbuhan ekonomi dan pemerataan pembangunan di kawasan tersebut.

Jembatan eksisting menggunakan struktur rangka baja tipe *Warren Truss* dengan panjang total 120 meter yang terdiri atas dua pilar dan tiga bentang, dimana setiap bentang memiliki panjang 40 meter. Struktur ini direncanakan untuk menyalurkan beban lalu lintas secara efektif serta memberikan kestabilan yang memadai terhadap berbagai kondisi pembebanan yang bekerja pada jembatan.

Dalam penelitian ini, diusulkan alternatif perencanaan struktur atas menggunakan rangka baja tipe *Pratt Truss*. Pemilihan tipe *Pratt Truss* didasarkan pada kemampuannya dalam mendistribusikan gaya tarik dan tekan secara lebih efisien sehingga cocok digunakan pada jembatan bentang menengah hingga panjang. Perencanaan ini mengacu pada Jembatan Besuk Kobo'an di Kabupaten Lumajang yang menggunakan struktur rangka baja tipe *Pratt Truss* dengan bentang tunggal tanpa pilar tengah. Oleh karena itu, struktur alternatif Jembatan Kali Gede direncanakan menggunakan sistem bentang tunggal tanpa pilar tengah dengan harapan dapat menghasilkan desain yang lebih efisien, aman, dan ekonomis dibandingkan struktur eksisting.

Identifikasi Masalah

1. Jembatan eksisting berupa rangka baja tipe *Warren Truss* dengan tiga segmen dan dua pilar, sedangkan pada studi alternatif dimodelkan tanpa pilar tengah.
2. Konstruksi perletakan menggunakan *bearing pad* (bantalan karet), pada studi alternatif digunakan perletakan menggunakan *pot bearing*.

Rumusan Masalah

1. Berapa nilai lendutan yang terjadi pada jembatan?
2. Berapa dimensi pelat penyambung, diameter, jumlah baut dan las untuk sambungan pada jembatan?
3. Berapa dimensi *pot bearing* pada jembatan?

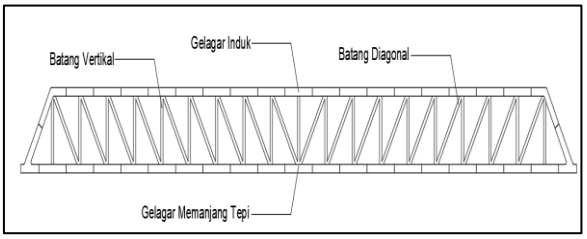
Tujuan Penelitian

1. Menganalisa lendutan yang terjadi serta memastikan keamanan terhadap batas lendutan ijin.
2. Merencanakan dimensi pelat penyambung, jumlah baut dan las untuk sambungan pada jembatan.
3. Merencanakan dimensi *pot bearing* pada jembatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Jembatan

Jembatan rangka baja (*truss bridge*) merupakan struktur yang tersusun dari batang-batang baja berbentuk pola segitiga sehingga mampu menyalurkan beban secara efisien melalui gaya tarik dan tekan, menjadikannya kuat, hemat material, dan sesuai untuk bentang menengah hingga panjang. Salah satu tipe yang banyak digunakan adalah *Pratt Truss*, yang diperkenalkan oleh Thomas dan Caleb Pratt pada tahun 1844, dengan konfigurasi batang vertikal dan diagonal yang mengarah ke tengah bentang. Sistem ini memungkinkan batang diagonal menahan gaya tarik dan batang vertikal menahan gaya tekan, sehingga memiliki distribusi gaya yang efektif dan mampu menahan beban besar pada jembatan jalan raya maupun kereta api.



Gambar 1. Jembatan Rencana *Pratt Truss*

Teori Desain Struktur Jembatan

Dalam perencanaan jembatan rangka, terdapat beberapa prinsip dasar statika yang perlu diperhatikan untuk menjamin kestabilan dan keamanan struktur.

1. **Prinsip *Truss***
   Struktur *truss* merupakan sistem rangka yang terdiri atas batang-batang yang dihubungkan dengan sambungan sendi sehingga gaya yang

bekerja pada elemen hanya berupa gaya aksial, yaitu gaya tarik dan gaya tekan. Konfigurasi segitiga pada struktur *truss* memberikan stabilitas yang tinggi dan memungkinkan beban terdistribusi secara efektif ke seluruh elemen struktur. Dalam analisis *truss*, beban umumnya diasumsikan bekerja pada titik sambungan (*joint*) sebagai beban terpusat.

2. ***Release/Partial Fixity***
Release merupakan kondisi sambungan yang membatasi transfer gaya tertentu antar elemen struktur untuk merepresentasikan perilaku sambungan yang sebenarnya. Jenis *release* yang umum digunakan meliputi *pinned connection*, *moment release*, dan *cantilever end*. Sementara itu, *partial fixity* merupakan kondisi sambungan yang tidak sepenuhnya kaku maupun bebas, sehingga kekakuannya dapat dimodelkan melalui nilai atau persentase kekakuan tertentu agar perilaku struktur lebih realistis dalam analisis.

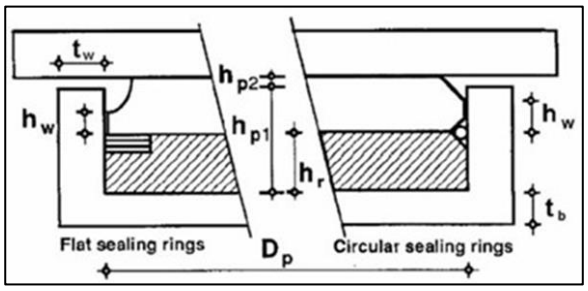
Kontrol Lendutan Jembatan

Berdasarkan AASHTO 2024, bab 2.5.2.6.2, hal.2-11 menyatakan bahwa lendutan maksimum yang dilalui beban kendaraan dan pejalan kaki sebagai berikut :

$$\text{f ijin} = \frac{1}{1000} \text{x Bentang}$$

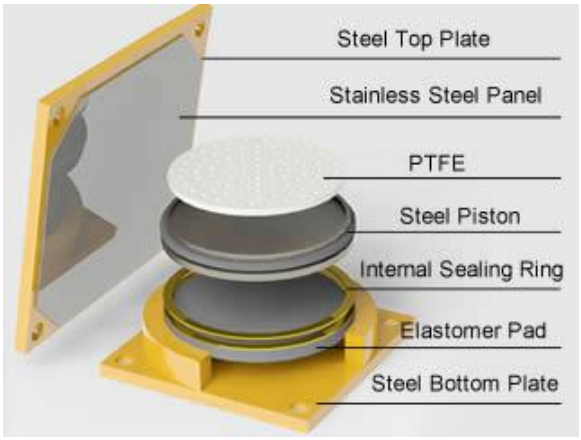
Perencanaan Perletakan *Pot Bearing*

Pada perencanaan perletakan *pot bearing* dilakukan kontrol terhadap reaksi gaya vertikal dan horizontal. Bantalan pot dilengkapi dengan penggeser PTFE untuk menyediakan rotasi dan gerakan horizontal, seperti itu permukaan geser dan sistem pemandu apa pun harus dirancang di sesuai dengan ketentuan. Elemen rotasi dari bantalan pot harus terdiri dari setidaknya pot, piston, cakram elastomer, dan cincin penyegel.



Gambar 2. Perletakan *Pot Bearing*
(Sumber : AASHTO, 2024)

Dimana :
hr : Tebal elastomer *disc* (mm)
hw : Tinggi dari atas pelek ke bagian bawah piston (mm)
tb : Tebal *lower plate* (mm)
tw : Tebal *wall plate* (mm)
hp1 : Ketebalan rongga dalam pot (mm)
hp2 : *Clereance* antara *upper plate* dengan pot (mm)
Dp : Diameter dalam pot (mm)



Gambar 3. Komponen Perletakan *Pot Bearing*
(Sumber : Google.com)

Perencanaan Sambungan

1. **Sambungan Baut**
Penentuan diameter baut mengacu pada SNI 1729:2020 Pasal J3.1 dengan mempertimbangkan kekuatan pratarik minimum baut.

Tabel 1. Diameter Baut

Ukuran Nominal, inch	Diameter nominal (mm)	Kelompok A[(a)] misal, Baut A325	Kelompok B[(a)] misal, Baut A490	Kelompok A[(a)] misal, Baut Grade 2 F3043
1/2	12,7	12	15	-
5/8	15,875	19	24	-
3/4	19,05	28	35	-
7/8	22,225	39	49	-
1	25,4	51	64	90
1 1/8	28,575	64	80	113
1 1/4	31,75	81	102	143
1 3/8	34,925	97	121	-
1 1/2	38,1	118	148	-

a. Kekuatan Tarik atau Geser Desain

$$\text{Rn} = \text{fn x Ab}$$

Dimana :
Φ : 0,75 (DFBT)
Rn : Kekuatan tarik desain penyambung
Fn : Tegangan tarik nominal baut (MPa)
Ab : Luas *bruto* penampang baut (mm^2)

b. Kekuatan Tumpu Desain Baut

$$\text{Rn} = 2{,}4 \text{ x d x t x fu}$$

Dimana :
Φ : 0,75 (DFBT)
Rn : Kekuatan desain baut

Fu : Tegangan tarik minimum material yang disambung (MPa)
t : Tebal material yang disambung (mm)
d : Diameter baut nominal (mm)

c. Kekuatan Geser Blok

$$Rn = 0{,}6 \text{ x fu x Anv x Ubs x fu x Ant} \leq 0{,}60 \text{ x fy x Agv} + \text{Ubs x fu x Ant}$$

Dimana :
Φ : 0,75 (DFBT)
Fu : Kuat tarik putus terendah dari baut atau pelat (MPa)
Fy : Kuat leleh terendah dari baut atau pelat (MPa)
Anv : Luas *netto* elemen yang memikul gaya geser (mm²)
Ant : Luas *netto* elemen yang memikul gaya tarik (mm²)
Agv : Luas *bruto* elemen pemikul gaya geser (mm²)
Ubs : 1, jika tegangan tarik merata
Ubs : 0,5, jika tegangan tarik tidak merata

d. Kekuatan Slip – Kritis

$$Rn = \mu \text{ x } D_u \text{ x } h_f \text{ x } T_b \text{ x } n_s$$

Dimana :
μ : Koefisien slip rata-rata tergantung kondisi permukaan (untuk kelas A μ = 0,30 dan untuk kelas B μ = 0,50)
D_u : 1,13, rasio rata-rata pratarik baut
h_f : 1,0 jika tidak ada pelat pengisi (filler) diantara pelat sambung dan 0,85 bila terdapat filler
T_b : Gaya tarik minimum baut
Φ : 1,0 (untuk ukuran lubang baut standar)

e. Perhitungan Jumlah Baut (n)

$$n = \frac{Pu}{\phi Rn}$$

Dimana :
Pu : Beban terfaktor (kg)
Rn : Kekuatan desain baut (kg)

f. Kontrol Kekuatan Baut
Terhadap kekuatan tarik desain

$$\phi Rnt \geq Rut$$

Terhadap geser desain

$$\phi Rnv \geq Ruv$$

Dimana :
Rut : Beban tarik terfaktor baut (kg)
Ruv : Beban geser terfaktor (kg)

2. Sambungan Las Sudut
Sambungan merupakan elemen penting dalam struktur baja yang berfungsi menghubungkan komponen-komponen struktur untuk meneruskan gaya dan momen.

a. Kuat Nominal Sambungan Las

$$Rn = Fnw \text{ x } Awe$$

Dimana :
Fnw : $0{,}60 \text{ FEXX } (1{,}0 + 0{,}50 \sin^{1{,}5}\theta)$ (Mpa)
FEXX : Kekuatan klasifikasi logam pengisi (Mpa)
Awe : Luas las efektif (mm²)
θ : Sudut pembebanan sumbu longitudinal las

b. Kontrol Sambungan Las

$$Rn \geq Pu$$

Dimana :
Φ : 0,75 (DFBT)
Rn : Kuat nominal las (kg)
Pu : Beban terfaktor (kg)

3. METODOLOGI PERENCANAAN

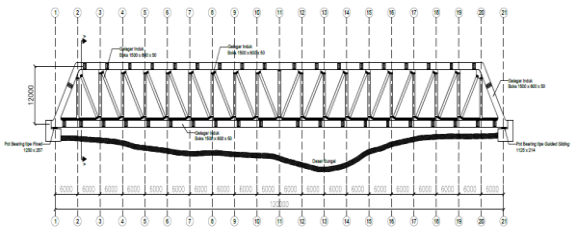
Data Perencanaan Jembatan Kali Gede

Data Struktur :

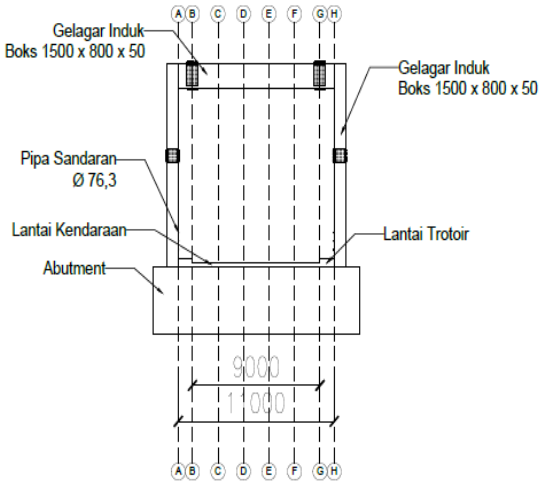
Tipe Jembatan	: *Pratt Truss*
Kelas Jembatan	: I (satu)
Panjang Jembatan	: 120 meter
Lebar Jembatan	: 11 meter
Lebar Lantai Kendaraan	: 9 meter
Lebar Trotoir (2 x 1)	: 1 meter
Jarak Antar Gelagar Memanjang	: 1,8 meter
Jarak Antar Gelagar Melintang	: 6 meter

Data Material :

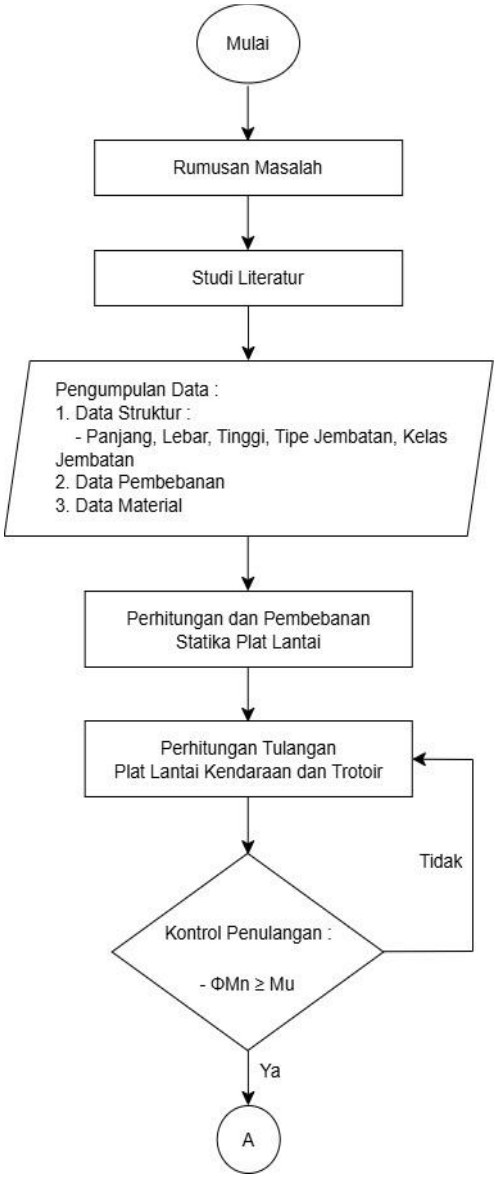
Mutu Beton (Fc')	: 30 MPa
Mutu Profil Baja	: BJTS 520
Fy	: 460 MPa
Fu	: 570 MPa
Mutu *Steel Deck*	: 560 MPa
Mutu Baut	: ASTM A490
E Baja	: 200000 MPa

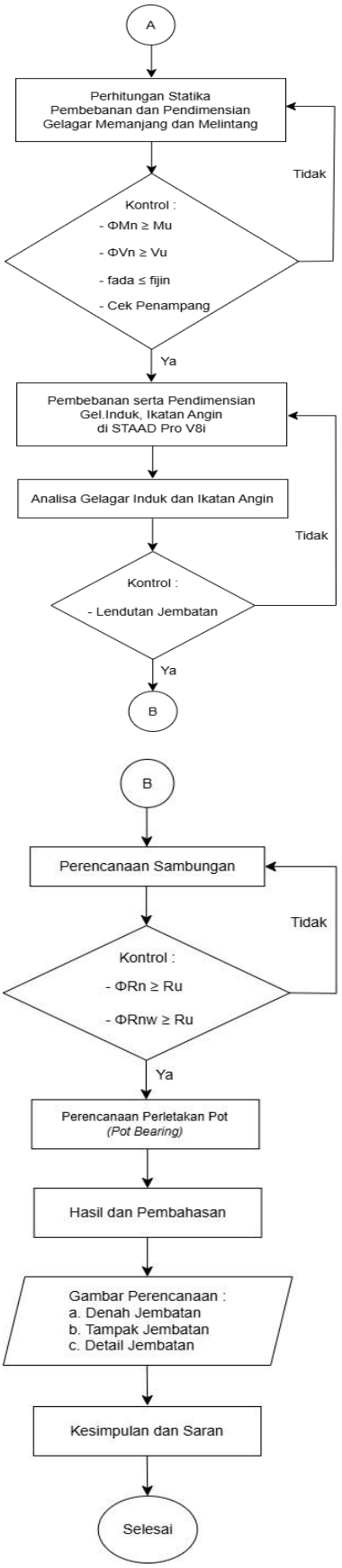


Gambar 4. Alternatif Jembatan Kali Gede



Gambar 5.. Alternatif Tampak Depan Jembatan



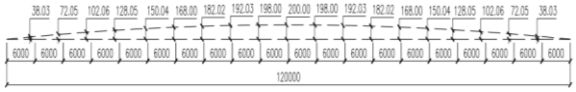


Gambar 6. Diagram Alir

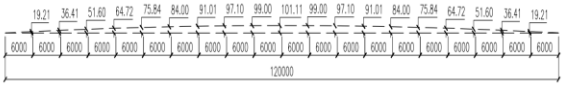
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Camber

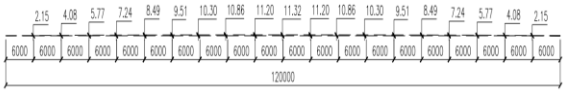
Camber pada jembatan Kali Gede direncanakan berdasarkan kondisi batas layan 1 dengan faktor beban 1 untuk mengompensasi lendutan akibat seluruh beban mati permanen, yaitu berat sendiri baja, pelat lantai beton, dan lapisan aspal. Hasil analisis menunjukkan camber maksimum di tengah bentang sebesar 200 mm, dengan diagram camber sebagai berikut :



Gambar 7. Diagram *Camber* Fabrikasi

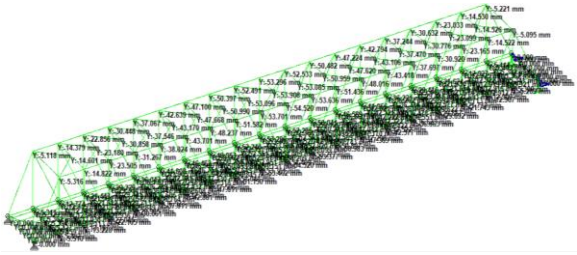


Gambar 8. Diagram *Camber* setelah Berat Sendiri



Gambar 9. Diagram *Camber* setelah Beban Mati Tambahan

Lendutan Jembatan



Gambar 10. Lendutan Maksimum Jembatan

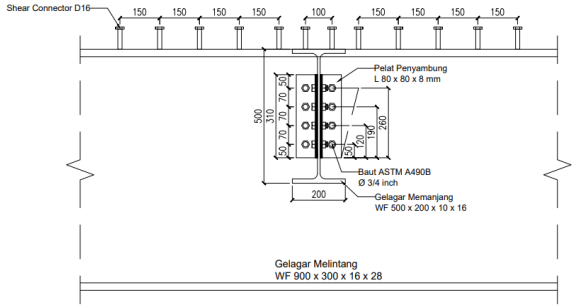
Berdasarkan hasil analisis program STAAD Pro v8i lendutan maksimum yang didapatkan adalah sebesar **:** 54,52 mm (pada kombinasi beban hidup layan 1).

$$\text{f ijin} = \frac{1}{1000} \text{x L} = \frac{1}{1000} \text{x } 120000 = 120 \text{ mm}$$

Kontrol :
F ada < f ijin
54,52 mm < 120 mm (OK)

Perencanaan Sambungan

Sambungan Gelagar Memanjang - Melintang



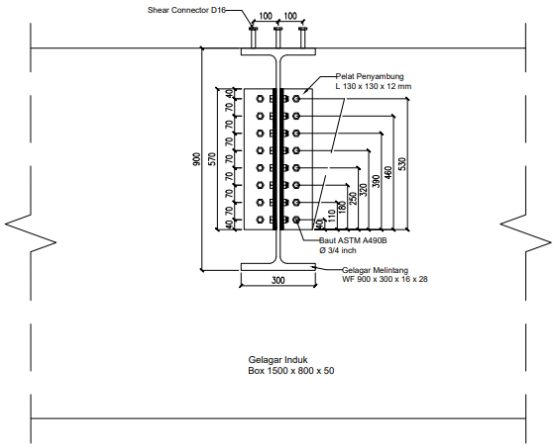
Gambar 11. Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang

Tabel 2. Kontrol Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang

Parameter Kontrol	Kapasitas (kN)	Beban (kN)
Kontrol Kekuatan Tarik Baut	166,65	10,25
Kontrol Baut Terhadap Geser	165,67	56,59
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	625,45	226,37
Kontrol Terhadap Geser Blok *(Block Shear)*	1034,86	226,37
Kontrol Kapasitas Pelat Penyambung	907,67	226,37

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar memanjang-melintang menggunakan baut ukuran ¾ inch (19,05 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 50 mm, jarak antar baut (S) sebesar 70 mm, dengan jumlah baut sebanyak 4 baut untuk gelagar memanjang dan 8 baut untuk gelagar melintang.

Sambungan Gelagar Melintang-Induk



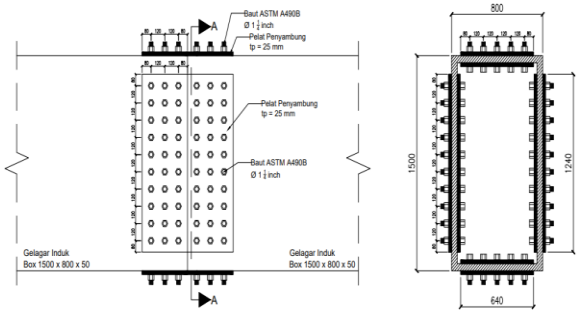
Gambar 12. Sambungan Gelagar Melintang – Induk

Tabel 3. Kontrol Sambungan Gelagar Melintang-Induk

Parameter Kontrol	Kapasitas (kN)	Beban (kN)
Kontrol Kekuatan Tarik Baut	166,65	12,22
Kontrol Baut Terhadap Geser	163,70	163,01
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	1829,41	1304,08
Kontrol Terhadap Geser Blok *(Block Shear)*	2952,57	1304,08
Kontrol Kapasitas Pelat Penyambung	2349,03	1304,08

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar melintang-induk menggunakan baut ukuran ¾ inch (19,05 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 40 mm, jarak antar baut (S) sebesar 70 mm, dengan jumlah baut sebanyak 8 baut untuk gelagar melintang dan 16 baut untuk gelagar induk.

Sambungan Gelagar Induk-Induk



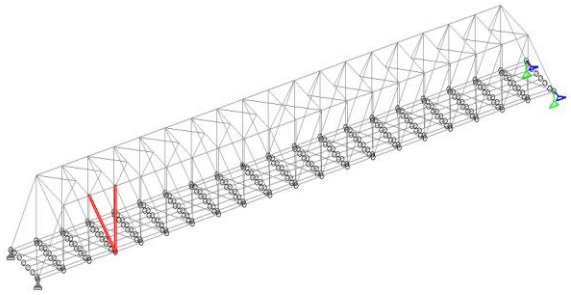
Gambar 13. Sambungan Gelagar Induk-Induk

Tabel 4. Kontrol Sambungan Gelagar Induk-Induk

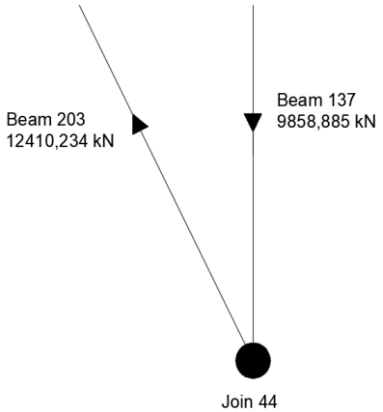
Parameter Kontrol	Kapasitas (kN)	Beban (kN)
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	73294,88	38091,83
Kontrol Terhadap Geser Blok *(Block Shear)* Pada *Web*	22636,13	12120,13
Kontrol Terhadap Geser Blok *(Block Shear)* Pada *Flens*	13418,16	6925,79
Kontrol Kapasitas Pelat Penyambung	73155,94	38091,83

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk-induk menggunakan baut ukuran 1 ¼ inch (31,75 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 80 mm, jarak antar baut (S) sebesar 120 mm, dengan jumlah baut sebanyak 90 baut.

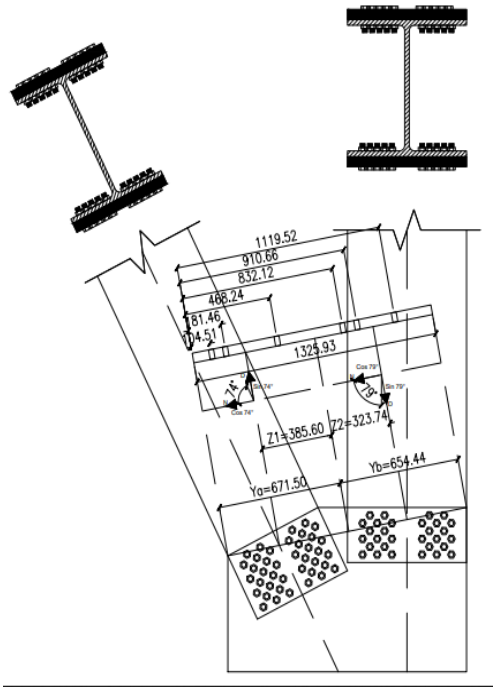
Sambungan Pada Titik Buhul 1



Gambar 14. Simpul Gelagar Pada Joint No.44



Gambar 15. Skema Gaya Batang Pada Simpul Joint 44



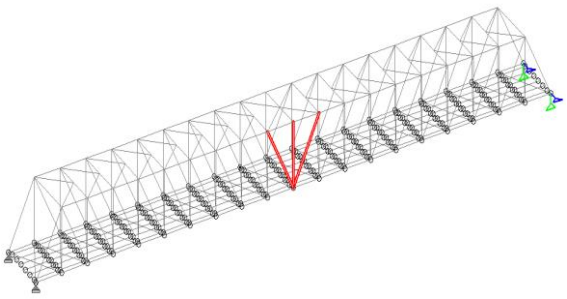
Gambar 16. Analisa Plat Simpul Pada Joint 44

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut 1 inch (25,4 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 40 mm, jarak antar baut (S) sebesar 80 mm, dengan jumlah baut sebanyak 60 baut pada batang vertikal.

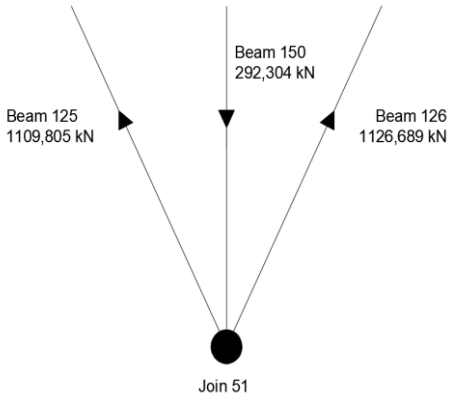
Tabel 5. Kontrol Plat Simpul Joint 44

Parameter Kontrol	Hasil	Satuan
Luas Penampang (Ag)	66296,5	mm^2
Luas Nominal (An)	58076,5	mm^2
Titik Berat (Ya)	671,49	mm
Titik Berat (Yb)	654,44	mm
Gaya Geser Total (Vu)	1125866,53	N
Gaya Normal Total (Nu)	2650944,01	N
Momen Lentur (Mu)	733466927,9	Nmm
Fcr	79,0	N/mm^2
Tegangan Geser (Fv)	19,39	N/mm^2
Tegangan Kombinasi (Fr)	81,36	N/mm^2

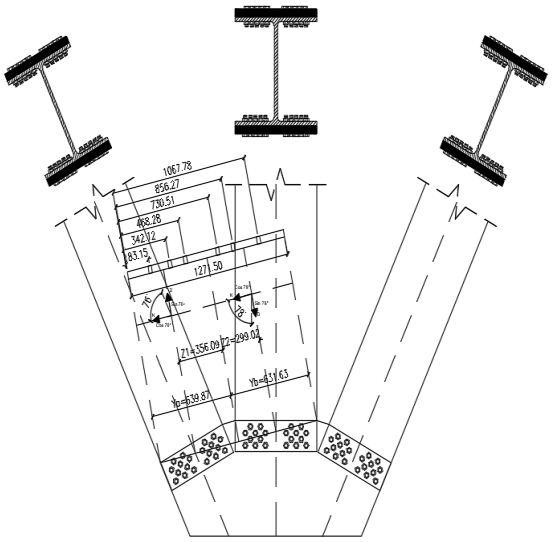
Sambungan Pada Titik Buhul 2



Gambar 17. Simpul Gelagar Pada Joint No.51



Gambar 18. Skema Gaya Batang Pada Simpul Joint 51



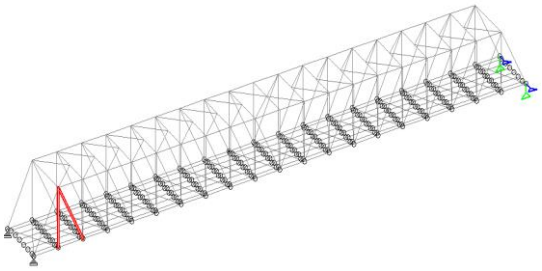
Gambar 19. Analisa Plat Simpul Pada Joint 51

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut 1 inch (25,4 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 40 mm, jarak antar baut (S) sebesar 80 mm, dengan jumlah baut sebanyak 40 baut pada batang diagonal.

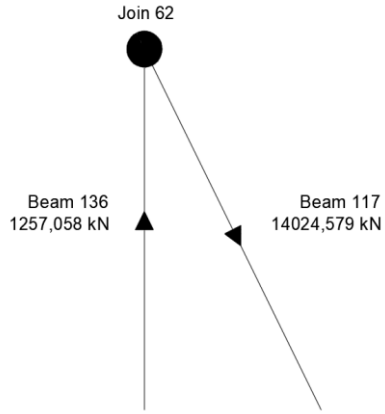
Tabel 6. Kontrol Plat Simpul Joint 51

Parameter Kontrol	Hasil	Satuan
Luas Penampang (Ag)	63575	mm^2
Luas Nominal (An)	55355	mm^2
Titik Berat (Ya)	631,53	mm
Titik Berat (Yb)	639,97	mm
Gaya Geser Total (Vu)	403652,53	N
Gaya Normal Total (Nu)	166672,08	N
Momen Lentur (Mu)	151936630,6	Nmm
Fcr	10,5	N/mm^2
Tegangan Geser (Fv)	7,29	N/mm^2
Tegangan Kombinasi (Fr)	12,81	N/mm^2

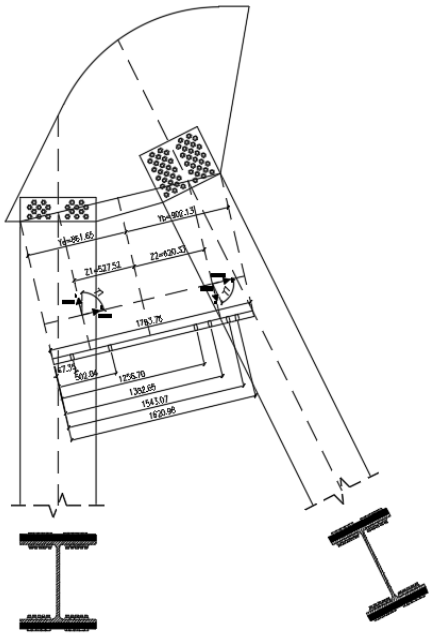
Sambungan Pada Titik Buhul 3



Gambar 20. Simpul Gelagar Pada Joint No.62



Gambar 21. Skema Gaya Batang Pada Simpul Joint 62



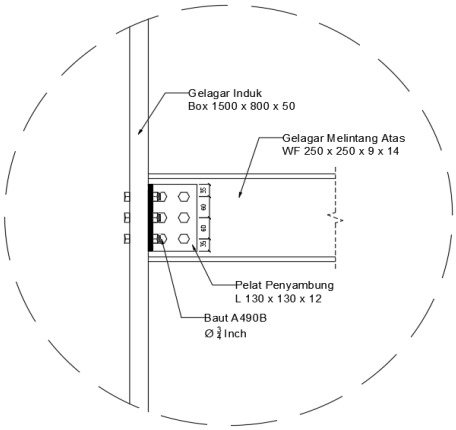
Gambar 22. Analisa Plat Simpul Pada Joint 62

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut 1 inch (25,4 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 40 mm, jarak antar baut (S) sebesar 80 mm, dengan jumlah baut sebanyak 40 baut pada batang vertikal.

Tabel 7. Kontrol Plat Simpul Joint 62

Parameter Kontrol	Hasil	Satuan
Luas Penampang (Ag)	88189	mm^2
Luas Nominal (An)	79969	mm^2
Titik Berat (Ya)	861,65	mm
Titik Berat (Yb)	902,13	mm
Gaya Geser Total (Vu)	6220145,13	N
Gaya Normal Total (Nu)	1718810,2	N
Momen Lentur (Mu)	3915381315	Nmm
Fcr	122,18	N/mm^2
Tegangan Geser (Fv)	77,78	N/mm^2
Tegangan Kombinasi (Fr)	144,84	N/mm^2

Sambungan Gelagar Melintang Atas



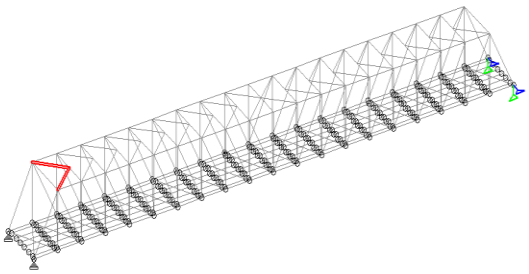
Gambar 23. Sambungan Gelagar Melintang Atas-Induk

Tabel 8. Perhitungan Kontrol Gelagar Melintang Atas

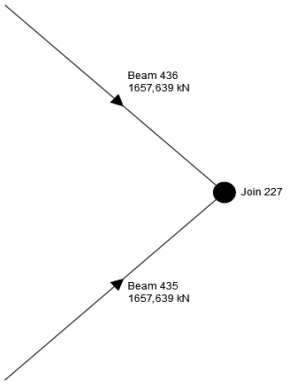
Parameter Kontrol	Kapasitas (kN)	Beban (kN)
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	1171,33	1115,77
Kontrol Terhadap Geser Blok *(Block Shear)*	1580,14	1115,77
Kontrol Kapasitas Pelat Penyambung	1917,08	1115,77

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut ukuran 3/4 inch (19,05 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 35 mm, jarak antar baut (S) sebesar 60 mm, dengan jumlah baut sebanyak 6 baut.

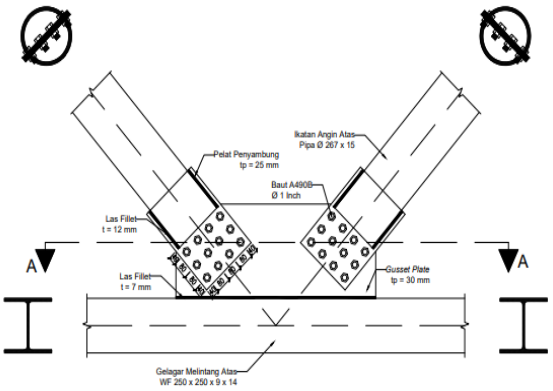
Sambungan Ikatan Angin Atas



Gambar 24. Ikatan Angin Atas Pada Joint No.227



Gambar 25. Skema Gaya Batang Pada Joint No.243



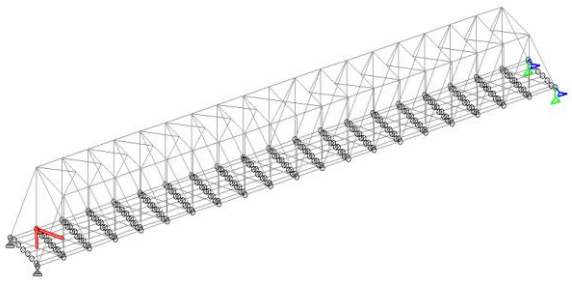
Gambar 26. Sambungan Ikatan Angin Atas-Gelagar Melintang Atas

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut 1 inch (25,4 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 40 mm, jarak antar baut (S) sebesar 80 mm, dengan jumlah baut sebanyak 12 baut.

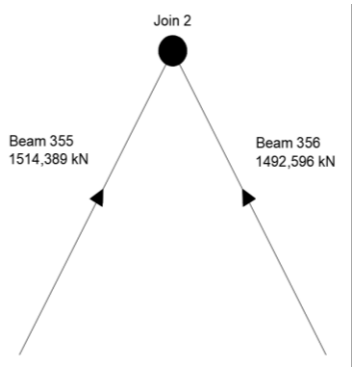
Tabel 9. Kontrol Sambungan Ikatan Angin Atas

Parameter Kontrol	Kapasitas (kN)	Beban (kN)
Kontrol Las (Pelat Penyambung Penampang Ikatan Angin Atas)	1695,19	1657,64
Kontrol Las (*Gusset Plate*-Gelagar Melintang Atas)	2273,18	1657,64
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	7818,12	1657,64
Kontrol Kapasitas Pelat Penyambung	3312	1657,64

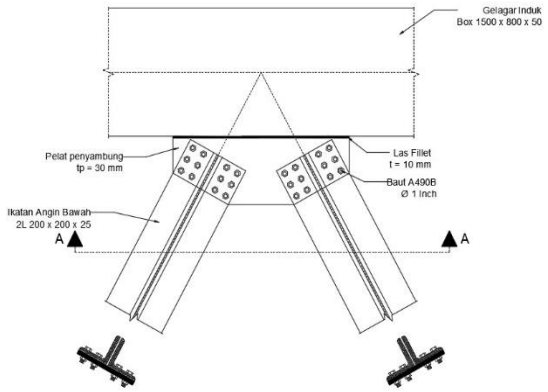
Sambungan Ikatan Angin Bawah



Gambar 27. Ikatan Angin Atas Pada Joint No.2



Gambar 28. Skema Gaya Batang Pada Joint No.2



Gambar 29. Sambungan Ikatan Angin Bawah-Gelagar Induk

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut 1 inch (25,4 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 40 mm, jarak antar baut (S) sebesar 80 mm, dengan jumlah baut sebanyak 12 baut.

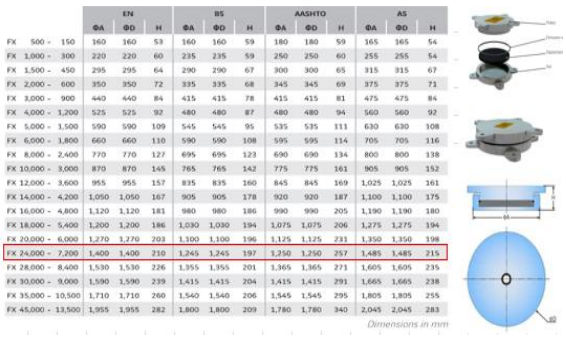
Tabel 10. Kontrol Sambungan Ikatan Angin Bawah

Parameter Kontrol	Kapasitas (kN)	Beban (kN)
Kontrol Las (*Gusset Plate*-Gelagar Induk)	2560,68	1514,39
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	7873,52	1514,39
Kontrol Kapasitas Pelat Penyambung	5117,04	1514,39

Perencanaan Perletakan

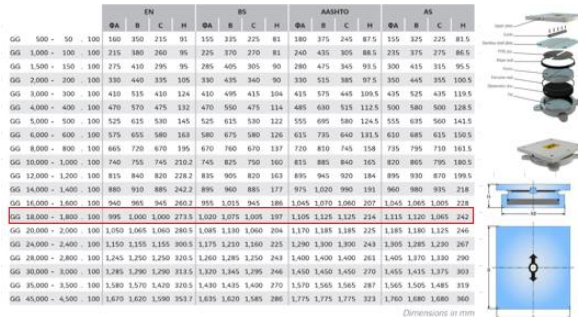
Pada perencanaan perletakan menggunakan perletakan pot (*pot bearing*).

Tabel 11. Model *Fixed Pot Bearing*

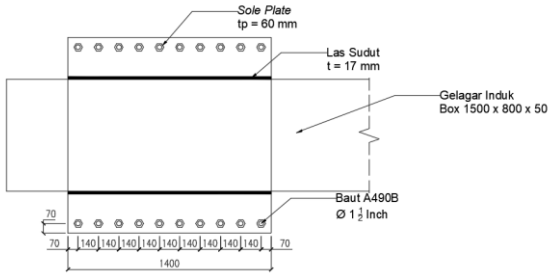


Dari hasil penguraian beban dan penyesuian model *pot bearing* pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pada tumpuan sendi menggunakan *fix pot bearing* model FX 24000-7200.

Tabel 12. Model *Guided Sliding Pot Bearing*



Dari hasil penguraian beban dan penyesuian model *pot bearing* pada tabel di atas dapat disimpulkan bahwa pada tumpuan rol menggunakan *guided sliding pot bearing* model GG 18000-1800-100.



Gambar 30. Sambungan Baut *Sole Plate* ke *Pot Bearing*

Berdasarkan hasil perencanaan, sambungan antara gelagar induk menggunakan baut 1 ½ inch (38,1 mm). Sambungan tersebut direncanakan dengan jarak baut ke tepi (St) sebesar 70 mm, jarak antar baut (S) sebesar 140 mm, dengan jumlah baut sebanyak 20 baut.

Tabel 13. Kontrol Sambungan Baut *Sole Plate* ke *Pot Bearing*

Parameter Kontrol Sambungan *Pot Bearing*	Kapasitas	Beban	Satuan
Kontrol Las (*Sole Plate*-Gelagar Induk)	7303,92	7064,39	kN
Kontrol Kapasitas Tumpu Pelat Penyambung	45292,77	7064,39	kN
Kontrol Terhadap Geser Blok (*Block Shear*)	39110,09	7064,39	kN
Kontrol *Sole Plate*	372600	355144,36	Nmm/mm
Kontrol Gaya Tarik Angkur	666,62	26,57	kN
Kontrol Gaya Geser Angkur	400,82	353,22	kN

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Lendutan Jembatan
   Lendutan maksimum yang terjadi pada jembatan berdasarkan hasil analisis STAAD Pro v8i adalah sebesar 54,52 mm, yang masih berada di bawah lendutan izin sebesar 120 mm (L/1000), sehingga memenuhi persyaratan desain.

2. Perencanaan Sambungan
   a. Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang
      Sambungan direncanakan menggunakan baut mutu A490B berdiameter ¾ inch, dengan jumlah 4 baut pada sambungan gelagar memanjang dan 8 baut pada sambungan gelagar melintang, serta menggunakan pelat penyambung berukuran L 80 x 80 x 8.

   b. Perencanaan Sambungan Gelagar Melintang-Induk
      Sambungan direncanakan menggunakan baut mutu A490B berdiameter ¾ inch, dengan jumlah 8 baut pada sambungan gelagar melintang dan 16 baut pada sambungan gelagar induk, serta menggunakan pelat penyambung berukuran L 130 x 130 x 12.

   c. Perencanaan Sambungan Gelagar Induk
      Sambungan direncanakan menggunakan baut mutu A490B berdiameter 1 ¼ inch, dengan jumlah 90 baut pada sambungan gelagar induk, serta menggunakan pelat penyambung tp = 25 mm.

   d. Sambungan Gelagar Melintang Atas-Induk
      Sambungan direncanakan menggunakan baut mutu A490B berdiameter ¾ inch, dengan jumlah 6 baut, serta menggunakan pelat penyambung berukuran L 130 x 130 x 12.

   e. Sambungan Ikatan Angin Atas
      Sambungan direncanakan menggunakan baut mutu A490B berdiameter 1 inch, dengan jumlah 12 baut, serta menggunakan pelat penyambung tp = 25 mm, tebal *gusset plate* (tpgp) = 30 mm.
      Digunakan sambungan las sudut E70XX dengan t = 12 mm, panjang las (Lw) = 230 mm (pelat penyambung ke penampang ikatan angin atas) dan sambungan las sudut E70XX dengan t = 7 mm, panjang las (Lw) = 1057,4 mm (*gusset plate* ke gelagar melintang atas).

   f. Sambungan Ikatan Angin Bawah
      Sambungan direncanakan menggunakan baut mutu A490B berdiameter 1 inch, dengan jumlah 12 baut, serta menggunakan pelat penyambung tp = 30 mm.
      Digunakan sambungan las sudut E70XX dengan t = 12 mm, panjang las (Lw) = 977,1776 mm.

3. Perencanaan *Pot Bearing*
   a. Pada tumpuan sendi direncanakan menggunakan *fix pot bearing* tipe FX 24000-7200 dengan dimensi 257 mm x 1250 mm.
   b. Pada tumpuan rol direncanakan menggunakan *guided sliding pot bearing* tipe GG 18000-1800-100 dengan dimensi 214 mm x 1125 mm.

6. DAFTAR PUSTAKA

AASHTO Committee on Bridges and Structures, 2024. (2024). *LRFD Bridge Design Specifications*.

Anggraini, A. S., Warsito, & Suprapto, B. (2021). Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Dengan Struktur Rangka Baja Type Pratt Pada Jembatan Petak Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, *10*(1), 24–36.

Dewobroto, W. (2010). *Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain-AISC 2010*.

Errlangga, R. S., Warsito, & Bakhtiar, A. (2025). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Jembatan Rangka Baja Tipe Pratt Truss Dengan Metode LRFD Jembatan Trisula Lama Kabupaten Blitar. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, *15*(2), 10.

Freyssinet. (2016). *Mechanical bearings* (CV4-01/16). Freyssinet.

Gunawan, I. R. (1987). *Tabel Profil Konstruksi Baja*.

Kartini, D. A. (2020). Re-Design Jembatan Bantul Menggunakan Rangka Baja Type Pratt. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 11.

Metal, P. T. U. (1972). *Union Floor Deck II*.

Nasional, B. S. (2016a). *Pembebanan untuk Jembatan*.

Nasional, B. S. (2016b). *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*.

Nasional, B. S. (2020). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*.

Nasional, B. S. (2024). *Baja Tulangan Beton*.

Rakyat, K. P. U. dan P. (2021). *Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan*.

Ridwan, M., & Umroniah, L. (2023). Perencanaan Jembatan Rangka Baja Tipe Parker Bentang 78 Meter Menggunakan SNI 1725-2016 dan SNI 1729-2020. *JIST*, *4*(5), 9.

Salmon, C. G., & Johnson, J. E. (1986). *Struktur Baja*.

Salmon, C. G., & Johnson, J. E. (1997). *Struktur Baja*.

Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*.

Usman, J. W. A. P. (2025). *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Tlogomas Kota Malang Dengan Rangka Baja Tipe Pratt Truss*.