

# **METODE ERECTION RANGKA JEMBATAN BAJA SISI BENTANG TENGAH PADA SUNGAI DALAM**

**Ali Ma'ruf<sup>1</sup>, Ermanu Azizul Hakim<sup>2</sup>**  
Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang

Kontak Person:

Ali Ma'ruf

Jalan Raya Tlogomas No. 246, Tlogomas, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65144

E-mail: [maruf.ali66@gmail.com](mailto:maruf.ali66@gmail.com)

## **Abstrak**

*Jembatan merupakan bagian dari infrastruktur jalan atau transportasi yang berfungsi untuk mendistribusikan manusia maupun barang, sehingga satu daerah dengan daerah lainnya dapat terhubung dan tidak terisolasi. Jembatan berfungsi untuk menghubungkan antara dua jalan yang terpisah karena suatu rintangan seperti sungai, dengan adanya jembatan, durasi lintas penyeberangan sungai dapat dipercepat, mengurangi kemacetan lalu lintas, dan mempercepat distribusi logistik dan orang. Sebelum Jembatan Dondang diresmikan pada tahun 2004, mode transportasi yang digunakan adalah sampan kayu yang menghubungkan Kecamatan Muara Jawa dengan Kecamatan Sanga-Sanga. Transportasi sampan kayu ini dinilai kurang efektif karena volume angkut terbatas, ketidak seimbangan supply dan demand, durasi penyeberangan sungai lambat, dan kendala peristiwa alam seperti pasang surut air sungai. Jembatan Dondang berada di Muara Jawa Ulu, Kecamatan Muara Jawa, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Padatnya lalu lintas tongkang batu bara yang melintasi antar sungai mengganggu proses pemasangan rangka jembatan sehingga menurunkan produktivitas pembangunan jembatan tersebut. Pembangunan Jembatan Dondang menggunakan metode erection rangka jembatan baja dengan metode kantilever dengan perancah gelagar baja IWF. Berdasarkan Analisa perbandingan biaya dan waktu, didapatkan perancah gelagar baja IWF memiliki efisiensi biaya sebesar Rp. 136.320.000 lebih murah untuk 4 segmen dibandingkan dengan gelagar kayu kelapa serta efisiensi waktu pelaksanaan 36 hari lebih cepat dibandingkan dengan gelagar kayu kelapa.*

**Kata Kunci :** *Jembatan, Erection, Gelagar baja IWF*

## **1. Pendahuluan**

Jembatan merupakan bagian dari infrastruktur jalan atau transportasi. Transportasi berfungsi untuk mendistribusikan manusia maupun barang, sehingga satu daerah dengan daerah lainnya dapat terhubung dan tidak terisolasi [1]. Jembatan sendiri merupakan bagian dari jalan yang berfungsi untuk menghubungkan antara dua jalan yang terpisah karena suatu rintangan seperti sungai, lembah, laut, jalan raya atau rel kereta api [2]. Dengan adanya jembatan, durasi lintas penyeberangan sungai dapat dipercepat, mengurangi kemacetan lalu lintas, dan mempercepat distribusi logistik dan orang. Infrastruktur jembatan perlu diprioritaskan khususnya di wilayah daerah terpencil untuk menumbuhkan kembangkan daerah tersebut dan daerah sekitarnya.

Sebelum Jembatan Dondang diresmikan pada tahun 2004, mode transportasi yang digunakan adalah sampan kayu yang menghubungkan Kecamatan Muara Jawa dengan Kecamatan Sanga-Sanga. Transportasi sampan kayu ini dinilai kurang efektif karena volume angkut terbatas, ketidak seimbangan *supply* dan *demand*, durasi penyeberangan sungai lambat, dan kendala peristiwa alam seperti pasang surut air sungai. Oleh karena itu, dibangun Jembatan Dondang yang berjalan dari tahun 2001-2003 untuk menyeimbangkan *supply* dan *demand* distribusi logistik maupun orang dengan kapasitas yang lebih banyak, kecepatan distribusi yang lebih singkat, dan biaya operasi penyeberangan yang lebih sedikit.

Pembangunan Jembatan Dondang menggunakan metode *erection* rangka jembatan baja pada sungai dalam, yang dilaksanakan dengan model perancah dari gelagar IWF. Pemilihan model perancah dari gelagar IWF dilandasi oleh rangkaian gelagar IWF tersebut dipakai sebagai tumpuan untuk menyeberangkan rangka jembatan baja sisi tengah atau selanjutnya. Kelebihan lain dari model ini adalah dari segi biaya lebih ekonomis karena tidak membutuhkan alat bantu penyokong rangkaian jembatan baja dan efisiensi waktu karena tidak terkendala lalu lintas sungai. Oleh karena itu, model ini dinilai efektif, dan efisiensi biaya dan waktu untuk mempercepat pembangunan rangka jembatan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Definisi dan Asumsi

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 34 tahun 2006 tentang jalan, jembatan adalah jalan yang terletak di atasnya permukaan air dan atau diatas permukaan tanah. Dalam perkembangannya, jembatan diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi konstruksi terkini. Berikut jenis-jenis jembatan menurut material penyusun, struktur dan fungsinya:

**Tabel 1** Jenis-Jenis Jembatan

Penyusun	Struktur	Fungsi
Jembatan baja	Jembatan gelagar ( <i>Girder Bridge</i> )	Jembatan kereta api
Jembatan beton bertulang	Jembatan pelat ( <i>Slab Bridge</i> )	Jembatan jalan raya
Jembatan pratekan	Jembatan rangka batang ( <i>Truss Bridge</i> )	Jembatan penyeberangan pejalan kaki
Jembatan komposit	Jembatan busur ( <i>Arch Bridge</i> )	Jembatan khusus (untuk saluran irigasi air sawah, pipa air bersih, dan utilitas)
Jembatan kayu	Jembatan gantung ( <i>Suspension Bridge</i> ) Jembatan kabel ( <i>Cable Stayed Bridge</i> )	

#### 2.1.1 Kelas Jembatan

PT. Cigading Habeam Centre mengembangkan suatu sistem jembatan rangka terdiri dari 3 kelas yang masing-masing terdiri dari 5 jenis panjang jembatan

**Tabel 2** Kelas Jembatan

Kelas	Lebar Jalan	Trotoar	Panjang Jembatan
A	7,00 m	2 × 1,00 m	40 m; 45 m; 50 m; 55 m; 60 m
B	6,00 m	2 × 0,50 m	40 m; 45 m; 50 m; 55 m; 60 m
C	5,00 m	2 × 0,50 m	40 m; 45 m; 50 m; 55 m; 60 m

Beban lalu lintas disalurkan melalui perkerasan pelat beton yang dicor di atas pelat baja gelombang (*Smartdek*) yang ditopang oleh gelagar memanjang dan gelagar melintang sebagai penerus beban pada struktur rangka baja.

#### 2.1.2 Type Jembatan Rangka Batang

Jembatan Rangka Batang (*Truss Bridge*) adalah jembatan yang dibangun dengan menggunakan dua rangka utama yang dihubungkan oleh elemen – elemen sudut, sehingga membentuk sebuah struktur berbentuk kotak dan segitiga. Dua rangka utama tersebut diikat bersama dengan balok – balok melintang dan memanjang. Para ahli mengelompokkan jembatan rangka batang ke dalam tipe-tipe sesuai dengan karakteristik dan fungsinya. Diantaranya sebagai berikut :

##### Tipe Warren (*Warren Truss*)

Tipe jembatan ini ditemukan oleh James Warren dan Willoughby Theobald Monzani pada tahun 1848 di Britania Raya. Karakteristik jembatan rangka batang ini tidak memiliki batang vertikal pada bentuk rangkanya serta membentuk segitiga-segitiga sama kaki atau sama sisi. Sebagian batang diagonal mengalami gaya tekan (*compression*) dan sebagian lain mengalami gaya tegangan (*tension*).

##### Tipe Pratt (*Pratt Truss*)

Tipe jembatan rangka batang ini ditemukan oleh Thomas dan Caleb Pratt pada tahun 1844. Jembatan ini menggunakan elemen diagonal yang mengarah ke bawah dan bertemu pada titik tengah batang jembatan bagian bawah.

##### Tipe Howe (*Howe Truss*)

Tipe jembatan rangka batang ini ditemukan oleh William Howe di Massachusetts pada tahun 1840 di Amerika Serikat. Jembatan ini menggunakan elemen diagonal yang mengarah ke atas dan menerima tekanan (*compression*) sedangkan batang vertikalnya menerima tegangan (*tension*).

### 2.1.3 Jembatan Rangka Baja

Jembatan rangka tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain dengan pelat buhul, dengan pengikat paku keling, baut atau las [3]. Jembatan rangka baja ini merupakan jenis jembatan rangka yang menggunakan material baja. Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan lainnya. Beban yang diterima oleh struktur ini akan disalurkan ke batang-batang baja tersebut.

### 2.1.4 Komponen Rangka Baja Jembatan

Untuk Komponen Struktur jembatan Dondang ini memakai Produk PT. Chigading Habeam Centre, produk PT. Krakatau Industrial Estate Cilegon – Banten. Dengan memakai mutu baja JIS G3106 – SM.490YB dan JIS G3101 – SS400.

Baut yang dipakai untuk penyambungan komponen memakai baut Mutu Tinggi dengan mutu ISO 8.8 dan baut penyambung Plat baja Gelombang adalah Baut biasa dengan mutu F10T atau *Grade* 4.6. Seluruh komponen baja adalah Galvanis celup panas (*Hot Dip Galvanize*) sesuai dengan standar AASHTO-M 111, sedangkan material baut, mur dan ring galvanis sesuai dengan standar AASHTO-M232.

**Tabel 3** Kelas Jembatan Gelagar IWF

Kelas	Lebar Jalan	Trotoar	Panjang Bentang
A	7,00 m	2 × 1,00 m	8; 12; 16; 20; 25 & 30 m'
B	6,00 m	2 × 0,50 m	8; 12; 16; 20; 25 & 30 m'

### 2.1.5 Komponen Mutu Material Baja IWF

Struktur Utama dibuat dari dua jenis mutu baja, meliputi:  
ASTM A572 Gr50 / JIS G3 106 – SM 490 YB

$$\begin{aligned} F_y &= 350 \text{ Mpa} \\ F_u &= 490 \text{ Mpa} \\ \sigma &= 2.300 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

ASTM A36/JIS G3101 – SS400

$$\begin{aligned} F_y &= 245 \text{ Mpa} \\ F_u &= 400 \text{ Mpa} \\ \sigma &= 1.600 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Struktur Pendukung meliputi :

ASTM A36/JIS G3101 – SS400

$$\begin{aligned} F_y &= 245 \text{ Mpa} \\ F_u &= 400 \text{ Mpa} \\ \sigma &= 1.600 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hand Railing

ASTM A53 – 89 Type E

Baut

ASTM A325 Type 1

Stud Connector

ASTM A572 Gr 42

**Tabel 4** Pengencangan Baut Awal / Akhir Jembatan

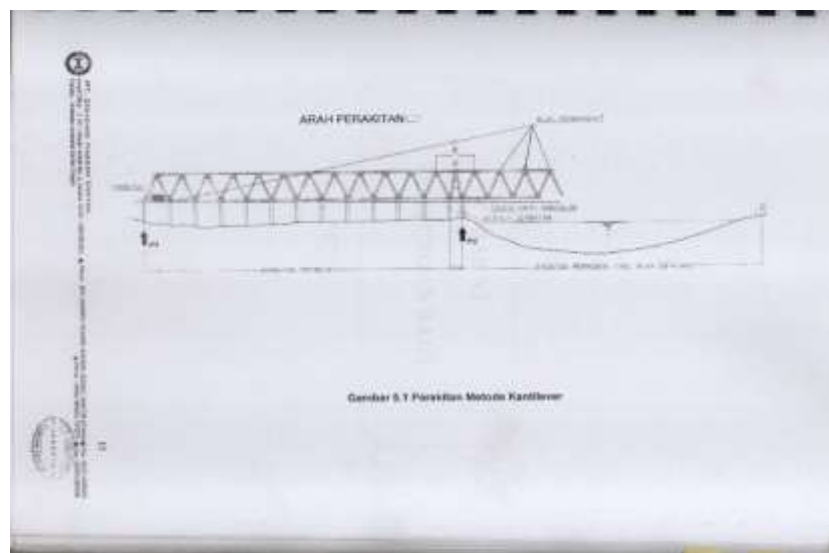
Baut	Pengencangan Awal	Pengencangan Akhir
M 24	62 <i>Kgf.m</i>	88 <i>Kgf.m</i>
M 20	36 <i>Kgf.m</i>	51 <i>Kgf.m</i>
M 16	18 <i>Kgf.m</i>	25 <i>Kgf.m</i>

**Tabel 5** Estimasi Berat Rangka Jembatan, Plat Bondek, dan Lantai Cor Beton

No	Bentang	J ( ton )
1.	40 m	-
2.	45 m	-
3.	50 m	108,00
4.	55 m	-
5.	60 m	130,00

## 2.2 Metode Erection Rangka Baja Jembatan dengan Metode Kantilever

Metode kantilever adalah pemasangan rangka baja dimana rangka baja dipasang berupa kantilever terhadap bentang pemberat yang membuat sistem keseimbangan pada saat pemasangan. Model kantilever biasa dilaksanakan di tengah sungai (area jalur pelayaran), banyak dilakukan pada perakitan bentang jamak (multi span) atau pada sungai yang memiliki dasar yang dalam dengan tebing yang curam sehingga terdapat kesulitan jika dipasang perancah meskipun bukan bentang jamak. Umumnya dilaksanakan pada kondisi sungai yang curam atau kedalaman aliran sungai cukup dalam, dan tidak memungkinkan untuk dipasang perancah, bentang pemberat dan beban pemberat harus disiapkan yang diletakkan pada ujung terluar bentang pemberat untuk menimbulkan momen lawan yang menghasilkan keseimbangan pada waktu proses pemasangan, besaran beban pemberat tergantung pada bentangan rangka pemberat dan bentang yang dipasang, sambungan harus dikencangkan 100% saat pemasangan rangka baja setelah setiap panel dan juga semua baut pada panel tersebut selesai terpasang [4]. Pada model ini memasang rangka jembatan dimulai dari abutment (pondasi beton bertulang konstruksi awal) ke arah darat, dengan rangkain sepanjang bentang rangka yang akan diseberangkan (dari abutment ke pilar 1) dengan bagian lantai sisi darat diberi pemberat. Bisa juga dari rangka baja yang belum terpasang dan bisa dari kubus – kubus beton disusun yang rapi di lantai dengan jumlah melebihi berat rangka baja yang diseberangkan (Gambar 1).



**Gambar 1** Perakitan Metode Kantilever

Pada pelaksanaannya metode kantilever dengan cara memasang gelagar WF dari abutmen ke pilar 1. Dengan jumlah barisan sebanyak 6 lajur dan dirangkai / diperkuat dengan besi WF lebih kecil agar kokoh dan tidak terguling (Gambar 2).



**Gambar 2** Jembatan Dondang

Dari ke 2 metode tersebut pada pelaksanaan pembangunan Jembatan Dondang memakai model ke-2, yaitu dengan memasang gelagar IWF dengan posisi abutment ke pilar 1 serta pilar 1 ke pilar 2 struktur jembatan memakai gelagar IWF tipe A-30 dengan bentang : 30 m serta semua rangkaian rangka baja menggunakan alat bantu *crawler crane* kapasitas 25 ton dengan tinggi lengan 35 m dari lantai ponton pengangkut. Rangkaian gelagar IWF tersebut dipakai sebagai tumpuan untuk menyeberangkan rangka jembatan baja sisi tengah/selanjutnya. Kelebihan lain dari model ini adalah dari segi biaya lebih ekonomis karena tidak membutuhkan alat bantu atau perancah sebagai penyokong rangkaian jembatan baja, dari segi waktu lebih efektif karena bisa dilaksanakan di atas sungai tanpa kendala lalu lintas sungai. Oleh karena kelebihan-kelebihan tersebut model ini dinilai efektif, dan efisiensi biaya dan waktu untuk mempercepat pembangunan rangka jembatan.

### 2.3 Evaluasi Lentutan pada Keadaan Batas Layan

Evaluasi lentutan selama masa pembangunan harus digunakan keadaan batas daya layan kombinasi I untuk menghitung besarnya lentutan yang terjadi. Beban mati akibat peralatan hidup yang terjadi selama pelaksanaan harus dianggap sebagai bagian dari beban hidup. Besarnya lentutan yang diizinkan selama masa pembangunan harus dicantumkan di dalam dokumen kontrak [5]

### 3. Hasil dan Pembahasan

Perbandingan *erection* jembatan baja dengan perancah memakai kayu kelapa dengan memasang baja profil IWF sebagai berikut :

**Tabel 6** Perancah Memakai Kayu Kelapa

Nomor	Biaya yang akan dikeluarkan	Keterangan	Sub Total Biaya (Rp.)
1.	Upah tenaga pemasangan perancah kayu kelapa A-30 m'	$12 \text{ orang} \times 6 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp. } 90.000$	12.960.000
2.	Sewa <i>crane</i> 25 ton	$10 \text{ jam} \times 15 \text{ hari} \times \text{Rp. } 350.000$	52.500.000
3.	Pembelian kayu kelapa diameter 25 cm $\times$ 8 m'	$24 \text{ batang} \times \text{Rp. } 700.000$	16.800.000
4.	Upah tenaga setel rangka awal dan rangka jadi A-50 m'	$9 \text{ orang} \times 15 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp. } 90.000$	24.300.000
5.	Upah tenaga pembongkaran rangka awal A-50 m'	$6 \text{ orang} \times 8 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp. } 90.000$	8.640.000

6	Upah tenaga bongkar perancah kayu kelapa	$6 \text{ orang} \times 3 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp.} 90.000$	3.240.000
		Total Biaya	118.440.000

**Tabel 7** Perancah Memakai Gelagar Baja IWF

Nomor	Biaya yang akan dikeluarkan	Keterangan	Sub Total Biaya (Rp.)
1.	Upah tenaga pemasangan IWF A – 30 m' 12 org × 3 hr × 2 sif × Rp. 90.000	$12 \text{ orang} \times 3 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp.} 90.000$	6.480.000
2.	Sewa crane 25 ton 10 jam × 12 hr × Rp. 350.000	$10 \text{ jam} \times 12 \text{ hari} \times \text{Rp.} 350.000$	42.000.000
3.	Pembelian kayu bantalan	$3 \text{ m}^3 \text{ Rp.} 2.600.000$	7.800.000
4.	Upah tenaga setel rangka awal dan rangka jadi A-50 m'	$9 \text{ orang} \times 12 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp.} 90.000$	19.440.000
5.	Upah tenaga pembongkaran rangka awal A-50 m'	$6 \text{ orang} \times 8 \text{ hari} \times 2 \text{ shift} \times \text{Rp.} 90.000$	8.640.000
6.	Pengadaan IWF	Memakai gelagar IWF yang ada	
		Total Biaya	84.360.000

**Tabel 8** Perbandingan Waktu Pelaksanaan

Nomor	Keterangan	Perancah Kayu Kelapa	Perancah Gelagar Baja IWF
1.	Pemasangan perancah	6 hari	3 hari
2.	Setel rangka awal dan rangka jadi	15 hari	12 hari
3.	Pembongkaran rangka awal	8 hari	8 hari
4.	Pembongkaran perancah kayu kelapa	3 hari	
	Total	32 hari	23 hari

Pembangunan Jembatan Dondang menggunakan perancah gelagar baja IWF dimana jembatan terdiri dari 4 segmen, tiap segmen 50 m. Biaya yang diperlukan untuk pembangunan sebesar Rp. 84.360.000 tiap segment sehingga total biaya Rp. 136.320.000. Waktu yang diperlukan 23 hari tiap segmen sehingga total waktu yang diperlukan adalah 92 hari.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa biaya dan waktu pelaksanaan, perancah memakai gelagar baja IWF dinilai lebih menguntungkan karena lebih ekonomis dan lebih cepat. Perancah memakai gelagar baja IWF memiliki efisiensi biaya Rp. 34.080.000 lebih murah dibandingkan dengan perancah kayu kelapa. Serta perancah memakai gelagar baja IWF memiliki efisiensi waktu 9 hari lebih cepat dibandingkan dengan perancah kayu kelapa. Total efisiensi biaya pembangunan Jembatan Dondang dengan perancah gelagar baja IWF sebesar Rp. 136.320.000 lebih murah untuk 4 segmen dan efisiensi waktu pelaksanaan 36 hari lebih cepat untuk 4 segmen.

#### Daftar Notasi

$F_y$  :  
 $F_\mu$  :

$\sigma$  :

### Referensi

- [1] Dewi A. Fungsi Infrastruktur Jembatan Bagi Perubahan Masyarakat Kelurahan Lempake Kecamatan Samarinda Utara. *eJournal Sosiatri-Sosiologi*. 2020; 8 (1): 72-86
- [2] Henrianto M. Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Orongan Kabupaten Toraja Utara. *Dynamic Sain T*. 2019; 4 (1): 756-763
- [3] Ayu P, Dhian AS, Mustholih. *Jembatan Struktur Rangka Baja (Steel Truss Bridge) Permodelan Jembatan Rangka "Dam Bridge"*. Yogyakarta: Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Yogyakarta. 2015.
- [4] Raka PM. Perancangan Struktur Atas Rangka Baja Jembatan Juwana, Kabupaten Pati Design of Steel Truss Superstructure Juwana Bridge, Pati Regency. Tugas Akhir. Bandung: Politeknik Negeri Bandung; 2016.
- [5] Badan Standarisasi Nasional 2016. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan ( SNI. 1725 – 2016 )*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendran Bina Marga.