

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETEK DENGAN MENGGUNAKAN JEMBATAN RANGKA BAJA “BOOMERANG BRIDGE” SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI JEMBATAN GANTUNG

Fery Kustiawan, Sugeng P. Budio dan Ari Wibowo
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
e-mail: fery_kustiawan@yahoo.com

ABSTRAK

Jembatan Betek merupakan jembatan gantung untuk pejalan kaki yang menjadi jalur alternatif yang dipilih pengendara sepeda motor untuk menyeberangi aliran sungai Brantas. Namun meningkatnya volume pengguna jembatan tersebut tidak sebanding dengan kelayakan dari jembatan tersebut. Terdapat beberapa kerusakan yang cukup mengkhawatirkan pada struktur atas jembatan gantung Betek. Oleh sebab itu, dengan beberapa pertimbangan diputuskan untuk mengganti struktur atas jembatan ini dengan menggunakan struktur jembatan tipe rangka baja. Model Jembatan yang akan digunakan untuk dasar perencanaan jembatan Betek ini merupakan penerapan dari jembatan “Boomerang Bridge” yang telah digunakan pada Kompetisi Jembatan Indonesia ke-09 yang telah dilaksanakan pada Desember 2013. Jembatan Betek direncanakan dengan panjang bentang 21 m dan lebar 3 m. Konstruksi atas jembatan direncanakan menggunakan pelat beton bertulang dengan tebal 20 cm. Gelagar memanjang menggunakan profil baja WF 250.125.5.8 yang terpasang secara komposit dengan pelat lantai kendaraan dan gelagar melintang menggunakan profil baja WF 350.175.7.1. Pipa sandaran direncanakan menggunakan pipa baja dengan diameter 3,5” dan tebal 2,8 mm. Ikatan angin atas dan bawah menggunakan baja profil siku L.50.50.5 dan Rangka baja pada gelagar induk menggunakan baja profil WF 250.250.9.14. Dan untuk metode pelaksanaan perakitan jembatan menggunakan system perancah yang dikombinasikan dengan memanfaatkan kabel pada jembatan lama.

Kata Kunci: Perencanaan Jembatan, Jembatan Rangka Baja, Jembatan Betek, *Boomerang Bridge*, Jembatan gantung

PENDAHULUAN

Jembatan betek merupakan jembatan gantung untuk pejalan kaki yang menghubungkan dua kelurahan, yakni Penanggungan, Kecamatan Klojen dan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru Kota Malang.

Volume kendaraan pengguna jembatan gantung ini meningkat sejak diterapkannya sistem oneway pada beberapa ruas jalan utama di Kota Malang. Namun meningkatnya volume pengguna jembatan tersebut tidak sebanding dengan kelayakan dari jembatan tersebut. Terdapat beberapa kerusakan yang cukup mengkhawatirkan pada struktur atas jembatan gantung Betek. Oleh sebab itu, penggantian struktur atas jembatan merupakan salah satu upaya meningkatkan fungsi dan peranan jembatan Betek.

Dalam sebuah perencanaan jembatan perlu mempertimbangkan untuk menggunakan desain hasil kompetisi

Jembatan Indonesia, agar desain jembatan tersebut tidak hanya digunakan dalam sebuah kompetisi, tetapi juga dapat bermanfaat bagi masyarakat. Sehingga pada perencanaan jembatan Betek ini digunakan desain jembatan rangka baja “*Boomerang Bridge*”, yang merupakan desain jembatan yang menjuarai Kompetisi Jembatan Indonesia ke-09 pada kategori jembatan rangka baja yang telah diselenggarakan tahun 2013 lalu .

Pada perencanaan jembatan Betek ini, perlu memperhatikan metode konstruksi yang akan digunakan karena sempitnya lahan yang ada pada lokasi pembangunan jembatan dan juga terbatasnya dana yang ada pada proyek pembangunan ini.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disampaikan beberapa tujuan penulisan Penelitian ini yaitu:

- Untuk merencanakan Jembatan Betek dengan menggunakan tipe jembatan

rangka baja “*Boomerang Bridge*” agar tercipta pergerakan arus lalu lintas yang lancar.

- Untuk mengetahui metode konstruksi yang digunakan dalam pembangunan struktur atas jembatan Betek.

Dengan adanya perencanaan jembatan ini diharapkan Memberikan tingkat pelayanan transportasi yang optimal bagi pengguna jembatan Betek dan juga menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi antar suatu daerah dengan daerah lain melalui jembatan Betek ini.

Tinjauan Pustaka

Menurut Struyk (1995), jembatan merupakan struktur yang melintasi sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan yang dimaksud yaitu dapat berupa sungai, jurang, laut, ruas jalan tidak sebidang dan lain sebagainya. Sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki dapat melintas dengan lancar dan aman.

Jembatan Betek merupakan jembatan sederhana dengan menggunakan type jembatan gantung yang hanya digunakan untuk pejalan kaki dan kendaraan roda dua.

Jembatan gantung hanya digunakan untuk struktur yang sederhana yang hanya berfungsi untuk menahan beban yang tidak terlalu berat. Apabila lantai kerja tidak cukup kaku, maka jembatan gantung akan bergoyang dan menjadi tidak stabil jika terkena angin dan getaran akibat adanya beban berjalan dari pengguna jalan.

Struktur Jembatan

Struktur jembatan adalah kesatuan di antara elemen-elemen konstruksi yang dirancang dari bahan-bahan konstruksi yang bertujuan serta mempunyai fungsi menerima beban-beban diatasnya baik berupa beban primer, sekunder, khusus dll., dan diteruskan hingga ke tanah dasar.

Struktur jembatan dapat dibedakan menjadi bagian atas (*super structure*) yang terdiri dari Gelagar, sistem lantai, bracings, system perletakan dan rangka utama, serta bagian bawah (*sub structure*) yang terdiri dari pier atau pendukung bagian tengah, kolom, kaki pondasi (*footing*), tiang pondasi dan abutmen. (Ariestadi, 2008)

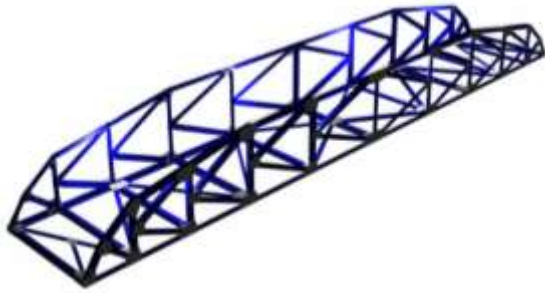
Jembatan Rangka Baja

Dalam buku Struktur (Schodek, 1998), dijelaskan bahwa struktur rangka adalah susunan elemen-elemen linear yang membentuk segitiga atau kombinasi segitiga, sehingga menjadi bentuk rangka yang tidak dapat berubah bentuk apabila diberi beban eksternal tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih batangnya. Struktur dari gabungan segitiga ini merupakan bentuk yang stabil. Setiap deformasi yang terjadi pada struktur stabil adalah minor dan diasosiasikan dengan perubahan panjang batang yang diakibatkan oleh gaya yang timbul di dalam batang sebagai akibat dari beban eksternal.

Model Jembatan Boomerang Bridge

Boomerang Bridge merupakan jembatan rangka baja atas (lantai kendaraan bawah) yang menggunakan konfigurasi *K-Truss*. Model jembatan *Boomerang Bridge* ini telah dilombakan pada Kompetisi Jembatan Indonesia Ke-09 Tahun 2013 di Universitas Brawijaya yang diselenggarakan oleh Ditjen Dikti.

Pada rangka luar bagian atas desain *Boomerang Bridge* menggunakan konsep struktur pelengkung. Hal ini dikarenakan dengan bentuk struktur yang melengkung tersebut dianggap lebih stabil dan baik dalam mengalirkan gaya aksial pada batang. Pelengkung adalah struktur yang dibentuk oleh elemen garis yang melengkung dan membentang antara dua titik. Struktur ini umumnya terdiri atas potongan-potongan kecil yang mempertahankan posisinya akibat adanya pembebanan. (Schodek,1998)

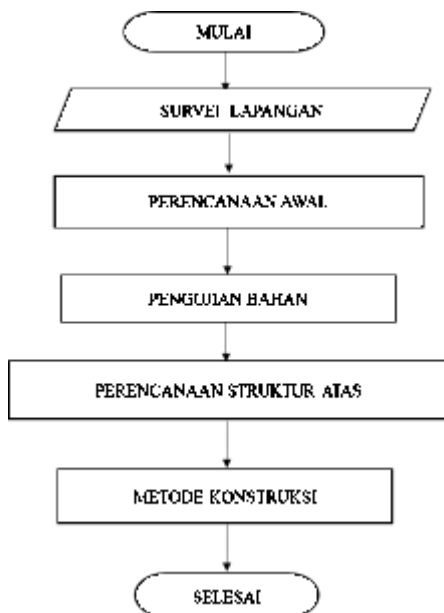


Gambar 1. Model Jembatan *Boomerang Bridge*

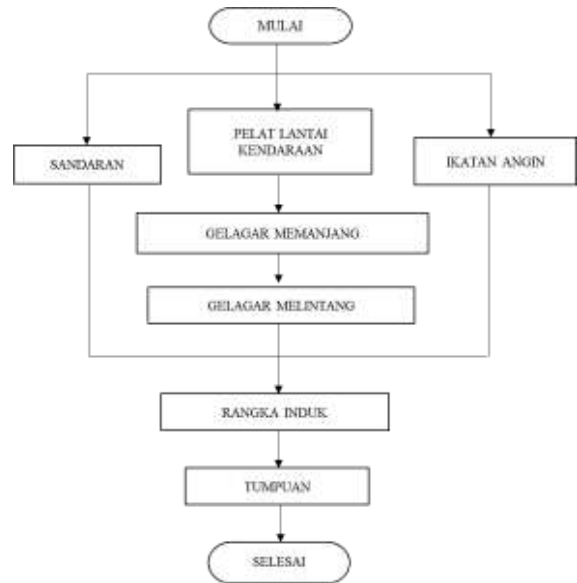
Metode Perencanaan

Dalam penelitian ini, yang akan dibahas adalah perencanaan struktur atas Jembatan rangka baja (yang meliputi pelat lantai kendaraan, gelagar memanjang, gelagar melintang, ikatan angin, sandaran, rangka induk dan juga tumpuan / perletakan) dan juga metode konstruksi.

Adapun langkah-langkah rancangan perencanaan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan Jembatan Betek



Gambar 3. Diagram Alir untuk Perencanaan Struktur Atas

Perencanaan Awal Jembatan

Berikut merupakan spesifikasi jembatan Betek:

- Bentang Jembatan : 21 m
- Lebar Jembatan : 3 m
- Lebar Pelat lantai Jembatan: 3 m
- Pipa Sandaran :
Pipa baja diameter 3,5" BJ 37
- Pelat lantai :
Beton bertulang dengan tebal 20 cm
mutu Beton $f'_c = 20.75 \text{ Mpa}$
- Rangka baja :
Profil baja WF 250 x 250 x 9 x 14
- Gelagar memanjang :
Profil baja WF 250 x 125 x 5 x 8
- Gelagar melintang :
Profil baja WF 350.175.7.11
- Ikatan angin :
Profil baja L 50.50.5

ANALISIS DAN HASIL

Pengujian Mutu Baja

Dalam penelitian ini, penulis hanya menguji baja tulangan polos diameter 12, yang direncanakan akan digunakan untuk penulangan pelat lantai kendaraan. Sedangkan untuk baja profil, penulis menggunakan data yang didapatkan dari uji

tarik yang pernah dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Bangunan, Jurusan Sipil, Universitas Brawijaya. Hal ini dikarenakan penulis kesulitan untuk mencari sampel baja profil untuk digunakan sebagai sampel uji laboratorium.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Baja Profil

No		Benda Uji	Luas mm ²	Kekuatan Tarik Mpa				Panjang		Regangan (%)	Kualitas
				LELEH		PUTUS		Lo	Lu		
				KN	Kg/mm ²	KN	Kg/mm ²	mm	mm		
1	a	WF 350	305.92	78	25.50	133	43.48	225	292.5	23.08	Bj P 41
	b	WF 350	305.92	78	25.50	136	44.46	225	296	23.99	
2	a	WF 250	249.99	80	32.00	117	46.80	225	287.5	21.74	Bj P 41
	b	WF 250	249.99	80	32.00	116	46.40	225	290.5	22.55	
3	a	L 60.60.6	235.17	90	38.27	135	57.41	200	252	20.63	Bj 50
	b	L 60.60.7	235.17	86	36.57	136	57.83	200	239	16.32	
4	a	L 70.70.7	272.96	107	39.20	153	56.05	200	243	17.70	Bj 50
	b	L 70.70.7	272.96	102	37.37	153	56.05	200	248	19.35	

Tabel 2 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Polos

No	Diameter		Luas		Kekuatan Tarik				Panjang		Regangan (%)	Mutu
	Do	Du	Aso	Asu	Leleh		Putus		Lo	Lu		
	mm	mm	mm ²	mm ²	KN	Mpa	KN	Mpa	mm	mm		
1	11.78	6.85	109.03	36.87	34	311.83	50	458.58	120	172	43.33	BjTP 24
2	11.78	6.85	109.03	36.87	32	293.49	52	476.92	121	167.5	38.43	

Perhitungan Struktur Atas

a) Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

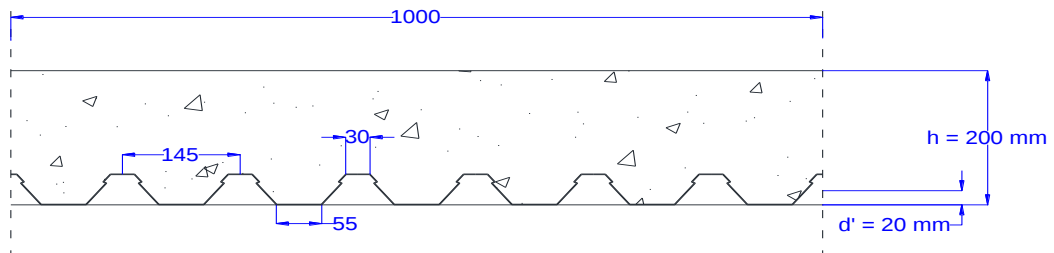
Pelat lantai menggunakan beton bertulang dengan tebal 20 cm dan mutu beton 20.75 MPa, yang terpasang secara komposit dengan gelagar memanjang. Beban yang diperhitungkan pada perencanaan pelat lantai kendaraan antara lain:

- Berat Sendiri (Q_{MS})
- Berat Sendiri Tambahan (Q_{MA})
- Beban Truk "T"

- Beban Angin
- Temperatur
- Pejalan Kaki

Karena jembatan hanya direncanakan untuk kendaraan roda dua dan pejalan kaki, maka beban Truk "T" yang digunakan pada perencanaan jembatan ini digunakan beban terpusat sebesar 1,5 Ton.

Tulangan bawah pelat lantai kendaraan direncanakan menggunakan dek baja merk Combideck dengan tebal 0.75mm.



Gambar 4. Penampang Pelat Lantai Kendaraan

Sedangkan untuk Tulangan atas pelat lantai kendaraan digunakan baja tulangan polos Ø12 – 100 sebagai Tulangan pokok dan baja tulangan polos Ø8 – 100 sebagai tulangan bagi.

b) Perencanaan Gelagar Memanjang

Direncanakan gelagar memanjang dengan Profil Baja WF 250.125.5.8 dengan mutu baja BJ-41.

Pembebanan yang digunakan antara lain Berat Mati, Beban D, Beban Angin, dan Beban Rem. Pada beban D, analisis pembebanan yang digunakan yaitu sebesar 50% beban “D” pada PPPJJR.

Didapatkan hasil analisis sebagai berikut:

Kontrol Penampang:

- Kontrol kelangsingan penampang
 $\lambda < \lambda_p \rightarrow$ Penampang Kompak
- Kontrol momen terhadap tekuk lateral dan lokal:

$$\begin{aligned} \phi M_n &> M_u \\ 0,9 M_n &> M_u \\ 12558.24 \text{ kgm} &> 2835.25 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- Kontrol terhadap pengaruh geser:

$$\begin{aligned} \phi V_n &> V_u \\ 0,9 V_n &> V_u \\ 179712 \text{ kg} &> 6157.93 \text{ kg} \end{aligned}$$

Kontrol Pengaruh Lendutan

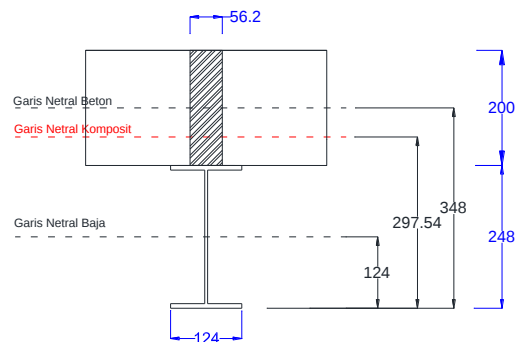
Didapatkan lendutan yang terjadi pada gelagar sebesar:

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{5}{384} \frac{q_L L^4}{EI_x} + \frac{1}{48} \frac{P_L L^3}{EI_x} + \frac{5}{48} \frac{M_L L^2}{EI_x} \\ &= 1.115 \text{ mm} \end{aligned}$$

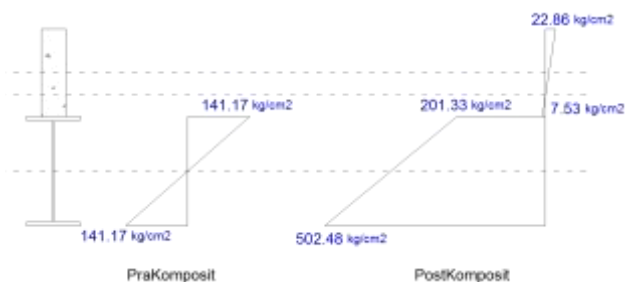
Syarat lendutan maksimum balok sebesar: $\frac{L}{800} = \frac{2100}{800} = 2.625 \text{ mm (Ok!)}$

c) Perhitungan Komposit

Perhitungan Komposit yang dihitung merupakan aksi komposit yang terjadi pada gelagar memanjang dan pelat lantai kendaraan



Gambar 5. Titik Berat Penampang Komposit



Gambar 9. Diagram tegangan pada penampang komposit

d) Gelagar Melintang

Direncanakan menggunakan baja profil WF.350.175.7.11 dengan mutu baja BJ-41, $f_y = 255 \text{ Mpa}$.

Pembebanan yang terjadi antara lain:

- Beban Mati: Beban merata terdiri dari berat sendiri gelagar melintang. $q = 49.6 \text{ kg/m}$

- Beban dari gelagar Memanjang
Beban terpusat yang terdiri dari lantai kendaraan, aspal, air hujan dan berat gelagar memanjang, diambil dari reaksi pada gelagar memanjang. $P_u = 10905 \text{ kg}$

Kontrol Penampang

- Kontrol kelangsingan penampang
 $\lambda < \lambda_p < \lambda_r \rightarrow \text{Penampang Kompak}$
- Kontrol momen terhadap tekuk lokal:
 $\phi M_n > M_u$
 $0,9 \times 30236.6 > 10956.38$
 $27213 \text{ Kg.m} > 10966.38 \text{ Kg.m}$
- Kontrol momen terhadap tekuk lateral:
 $\phi M_n \geq M_u$
 $0,9 \times 28735.112 \geq 10966.38$
 $25861.6 \text{ Kg.m} > 10966.38 \text{ Kg.m}$
- Kontrol terhadap pengaruh geser:
 $\phi V_n > V_u$
 $0,9 V_n > V_u$
 $289170 \text{ kg} > 21871.8 \text{ kg}$

Kontrol terhadap pengaruh lendutan

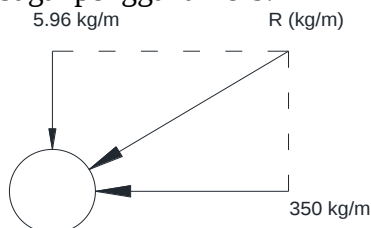
$$\frac{L}{800} > \Delta$$

$$3.75 \text{ mm} > 3.6834 \text{ mm (Ok)}$$

e) Perencanaan Sandaran

Pipa Sandaran direncanakan menggunakan pipa baja $\phi 3,5''$, $t = 2,8 \text{ mm}$, dengan berat sebesar 5.96 kg/m .

Pembebanan sandaran direncanakan sebesar 100 kg/m yang bekerja pada tinggi 90 cm di atas trotoar dan beban horizontal tambahan sebesar 250 kg/m sebagai pengganti kerb.



Gambar 10. Pembebanan pada sandaran

Pipa sandaran direncanakan dengan kontrol kemandan terhadap Momen, Geser, dan Lendutan

f) Rangka Jembatan

Direncanakan menggunakan baja profil WF 250.250.9.14 dengan mutu baja BJ-41, $f_y = 320 \text{ Mpa}$.

Pembebanan yang diperhitungkan antara lain:

- Beban dari gelagar Melintang
- Berat sendiri Profil Rangka
- Berat Ikatan Angin
- Berat Sandaran

Berdasarkan Analisis StaadPro, didapatkan lendutan arah vertical pada setengah bentang sebesar $25,698 \text{ mm}$.

Syarat Lendutan Maksimum =

$$\frac{L}{800} = \frac{2100}{800} = 26,25 \text{ mm (Ok)}$$

g) Sambungan

• Sambungan Rangka Batang

Digunakan sambungan data sbb:

- Sambungan dengan menggunakan baut mutu tinggi ASTM tipe A325.
- ϕ baut $7/8'' = 22 \text{ mm}$
- $f_u^b = 825 \text{ Mpa}$
- $t_p = 10 \text{ mm}$
- Mutu pelat = BJ-37

• Sambungan Ikatan Angin

Digunakan sambungan data sbb:

- Sambungan dengan menggunakan baut mutu tinggi ASTM tipe A325
- ϕ baut $1/2'' = 12,7 \text{ mm}$
- $f_u^b = 825 \text{ Mpa}$
- $T_p = 10 \text{ mm}$
- Mutu pelat = BJ-37

Metode Konstruksi

Pada proses distribusi bahan, truk pengangkut bahan tidak bisa masuk hingga ke lokasi proyek, karena jalan menuju terlalu sempit dan curam, sehingga sangat berisiko jika memaksakan kendaraan masuk ke lokasi. Oleh sebab itu, bahan konstruksi hanya diletakkan di jalan raya sebelum memasuki pemukiman warga. Selanjutnya, proses distribusi dilanjutkan dengan menggunakan tenaga manusia. Bahan – bahan tersebut diangkut dengan menggunakan gerobak ataupun diangkat secara langsung oleh pekerja.

Pekerjaan Abutment pada jembatan betek hanya bertujuan untuk memperkuat abutment yang sudah ada pada jembatan gantung yang lama. Abutment yang ada, dinilai masih dalam kondisi baik. Namun karena adanya perbedaan berat sendiri jembatan yang awalnya jembatan gantung dirubah menjadi jembatan rangka baja yang memiliki beban lebih besar, dan dengan beberapa pertimbangan untuk memperbesar factor keamanan, maka abutment yang ada diperbesar dimensinya.

Perakitan jembatan direncanakan menggunakan sistem perancah. Perancah digunakan sebagai tumpuan sementara selama pelaksanaan konstruksi. Perancah yang digunakan direncanakan dengan menggunakan perancah yang terbuat dari baja agar kuat menahan beban sendiri jembatan sebelum jembatan tersambung secara sempurna.

Adapun urutan perakitan jembatan rangka baja dengan menggunakan sistem perancah adalah sebagai berikut :

1. Letakkan semua gelagar melintang di atas perancah termasuk kedua gelagar ujung melintang dengan ketinggian yang sesuai. Setelah itu ikat penampang baja ke kabel jembatan gantung. Untuk gelagar melintang pada posisi ujung, ditambahkan balok kayu dibawah gelagar untuk memudahkan pemasangan tumpuan setelah jembatan selesai dirangkai.
2. Pasang semua batang Rangka datar bagian bawah dihubungkan ke ujung gelagar melintang dan pelat penghubung.
3. Setelah gelagar melintang dan batang datar bawah tersambung, periksa kembali posisi dan elevasi pada titik sambungan apakah sudah sesuai.
4. Perakitan dilanjutkan dengan memasang batang tegak, batang diagonal, dan juga batang rangka bagian atas dari ujung salah satu sisi jembatan bertahap hingga ujung sisi lainnya.
5. Pasang batang ikatan angin atas/bracing atas dan juga bracing bawah sehingga rangka batang akan membentuk frame yang kaku.
6. Pasangkan dan kencangkan semua baut yang ada.
7. Apabila semua batang rangka jembatan sudah tersambung, dilanjutkan dengan pemasangan gelagar memanjang yang diletakkan di atas gelagar melintang dan disambung dengan baut.
8. Pelepasan Kabel penggantung
9. Proses pemasangan Dek Baja dan bekisting untuk pengecoran pelat lantai kendaraan.
10. Pengecoran Pelat lantai kendaraan
11. Apabila beton sudah mengering, bekisting dilepas.
12. Pelepasan perancah dan dilanjutkan dengan pemasangan tumpuan / perletakan jembatan dengan cara jembatan didongkrak.
13. Pembongkaran pilar jembatan gantung lama.
14. Pemasangan pipa sandaran pada sisi dalam rangka jembatan.
15. Pekerjaan pengaspalan pada lapisan permukaan jalan.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Desain jembatan rangka baja “Boomerang Bridge” merupakan salah satu desain yang dihasilkan melalui Kompetisi Jembatan Indonesia ke-09 pada tahun 2013.
2. Jembatan Betek direncanakan menggunakan rangka baja “Boomerang Bridge” dengan bentang 21 m dan lebar 3 m.
3. Konstruksi atas jembatan direncanakan menggunakan :
 - a. Pelat lantai kendaraan dengan menggunakan beton bertulang dengan $f'c = 20,75$ MPa dengan tebal 20 cm.
 - b. Tulangan atas pada pelat lantai menggunakan tulangan polos diameter 12 untuk tulangan arah melintang, dan diameter 8 untuk tulangan arah memanjang.
 - c. Tulangan bawah menggunakan dek baja merk combideck dengan tebal = 0.75 mm dengan mutu baja minimum $f_y = 320$ MPa.
 - d. Perkerasan jalan menggunakan lapisan aspal dengan tebal 5 cm.
 - e. Gelagar memanjang menggunakan profil baja WF 250.125.5.8 dengan mutu baja BJ-41 yang terpasang secara komposit dengan pelat lantai kendaraan.
 - f. Gelagar melintang menggunakan profil baja WF 350.175.7.11 dengan mutu baja BJ-41.
 - g. Pipa sandaran direncanakan dapat menahan gaya 250 kg/m sebagai pengganti kerb dengan menggunakan pipa baja dengan diameter 3,5” dan tebal 2,8 mm dengan mutu baja BJ-37.
 - h. Ikatan angin atas dan ikatan angin bawah menggunakan baja profil siku L.50.50.5 dengan mutu baja BJ-50
 - i. Rangka baja pada gelagar induk menggunakan baja profil WF 250.250.9.14 dengan mutu baja BJ-41.

- j. Sambungan antar rangka menggunakan baut dengan tambahan pelat baja dengan tebal 10 mm.
 - k. Perletakan menggunakan perletakan sendi dan rol.
4. Metode pelaksanaan perakitan jembatan menggunakan system perancah yang dikombinasikan dengan memanfaatkan kabel pada jembatan lama.

Saran

1. Proyek pembangunan jembatan Betek merupakan proyek pengabdian masyarakat yang diprakarsai oleh Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Semoga setelah proyek ini, ada proyek-proyek lain yang diselenggarakan oleh Universitas Brawijaya maupun Universitas lain untuk mendukung pembangunan di daerah.
2. Kompetisi Jembatan Indonesia merupakan kompetisi nasional yang bertujuan untuk mendapatkan desain jembatan yang inovatif, oleh sebab itu, alangkah baiknya desain-desain yang inovatif tersebut dimanfaatkan dan direalisasikan.
3. Karena proyek jembatan betek merupakan proyek yang didanai secara swadaya oleh masyarakat, kerja sama dan komunikasi yang baik antara semua pihak harus dijaga demi tercapainya keberhasilan proyek.
4. Peran serta masyarakat sangat dibutuhkan demi terselenggaranya proyek pembangunan jembatan betek ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariestiadi, D. (2008). *Teknik Struktur Bangunan*. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- L Schodek, D. (1998). *Struktur*. Bandung: PT Eresco.
- RSNI-T-02. (2005). *Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- RSNI-T-03. (2005). *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-1729. (2002). *SNI03-1729*. Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Erlangga.
- Supriyadi, B., & Muntohar, A. S. (2007). *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Ken Arok, Team (2013). *Proposal Kompetisi Jembatan Indonesia ke-09 2013*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Anonim, (1987), *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, *Prinsip Dasar Teknik Jembatan & Aplikasinya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Struyk,H,J., Veen,K.H.C.W. & Soemargono.(1995).*Jembatan*.Jakarta: PT.Pradnya Paramira