

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

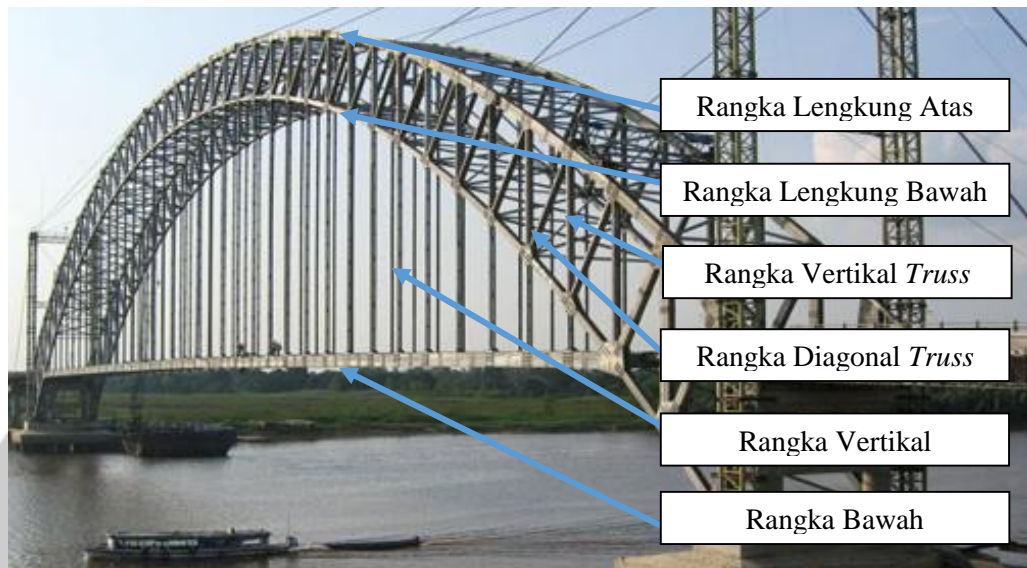
Jembatan merupakan salah satu fasilitas fundamental bagi kegiatan manusia untuk sampai pada tempat yang dituju dengan jarak lebih cepat, seperti halnya antara dua daerah yang terpisah sungai, lembah, perbukitan, danau, rawa maupun oleh adanya jalan raya. Beberapa wilayah di Indonesia, perkembangan ekonomi ditentukan oleh adanya suatu jembatan. Hal tersebut dikarenakan jembatan menjadi satu-satunya penghubung menuju wilayah tersebut dan bahkan jembatan menjadi ikon suatu wilayah. Sudah seharusnya struktur jembatan yang ada di Indonesia memiliki persyaratan-persyaratan khusus baik dari segi kekuatan, kekakuan dan kelayakan suatu jembatan.

2.2. Komponen Baja pada Jembatan

Komponen baja pada jembatan terdiri dari rangka utama, gelagar, ikatan angin, sandaran (*railing*), baut dan dudukan jembatan.

2.2.1. Rangka induk

Rangka induk pada jembatan dengan sistem rangka baja pelengkung terdiri dari rangka lengkung atas (*upper chord*), rangka lengkung bawah (*lower chord*), rangka bawah (*bottom chord*), rangka vertikal, rangka vertikal *truss*, dan rangka diagonal *truss*. Berikut merupakan gambar bagian-bagian dari rangka induk jembatan dengan sistem rangka baja pelengkung.



Sumber: dokument.tips

Gambar 2.1. Bagian Rangka Induk Jembatan

2.2.2. Ikatan angin

Fungsi ikatan angin sebagai berikut:

1. Memberikan kekuatan pada jembatan.
2. Stabilitasasi terhadap batang lengkung yang tertekan
3. Meneruskan sebagian besar dari beban angin ke tiang ujung, kemudian meneruskan kepada landasan.

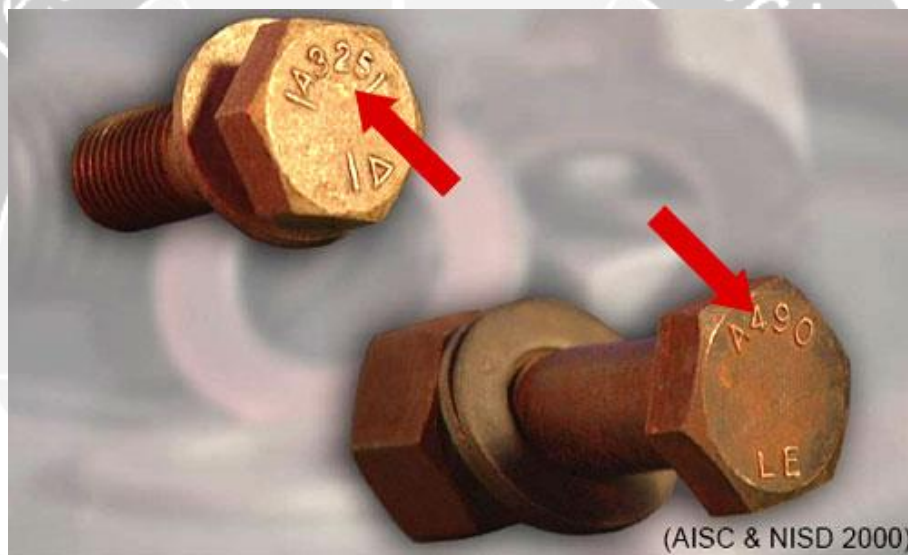


Sumber : jamiupdate.com

Gambar 2.2. Ikatan Angin pada Jembatan

2.2.3. Baut

Untuk menyambungkan konstruksi baja pada jembatan, digunakan dengan baut-baut tegangan tinggi (High Tension Bolt / HTB) berdiameter 12 mm, 16 mm, 20 mm dan 24 mm sesuai dengan standar DIN 6914 kelas 8.8 setara dengan ASTM A325. Baut kelas A490 memiliki tegangan putus 8000 kg/cm². Baut yang berdiameter 12 mm digunakan pada pemasangan sandaran jembatan sedangkan diameter lainnya digunakan pada komponen struktur utama.



Gambar 2.3. Baut Kelas A490

2.2.4. Dudukan jembatan

Perletakan berfungsi untuk menyalurkan beban jembatan keseluruhan ke pilar atau kepala jembatan. Perletakan yang ada harus sesuai antara perencanaan dengan kenyataan di lapangan. Apabila pelaksanaan perletakan tidak sesuai dengan perencanaan maka pada rangka utama akan timbul gaya-gaya ekstra yang cukup besar. Gaya-gaya ekstra tersebut mengakibatkan penambahan atau pengurangan gaya-gaya batang. Bahkan mungkin saja batang tarik berubah menjadi batang tekan atau sebaliknya.

Pada jembatan ini, menggunakan sendi-rol sebagai perletakan yang terbuat dari baja seperti gambar berikut:



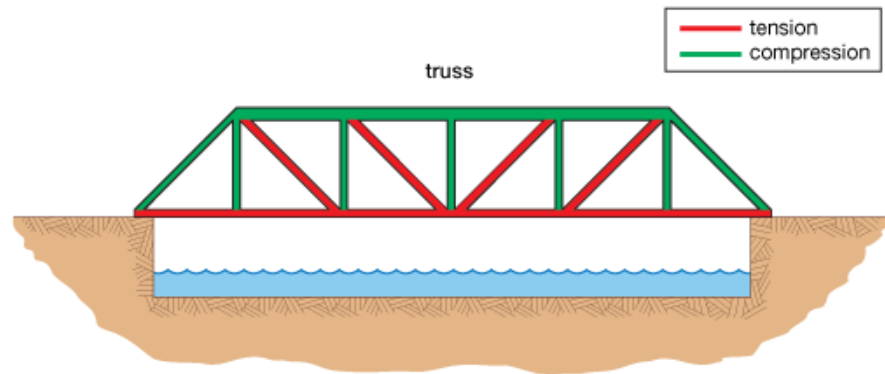
Sumber: document.tips

Gambar 2.4. Dudukan Sendi-rol

2.3. Contoh Jembatan Rangka Baja

2.3.1. Jembatan rangka (*truss bridge*)

Jembatan Rangka merupakan desain versi lebih kokoh dibandingkan dengan Jembatan Grider Hal ini dikarenakan adanya *truss* atau kerangka yang umumnya berbentuk tringular untuk menahan beban lebih baik. Bagian paling atas dari balok mendapatkan kompresi yang lebih tinggi, dan bagian paling bawah dari balok mengalami tegangan tertinggi. Oleh karena itu, penambahan *truss* akan meminimalisir kompresi dan tegangan. Sedangkan desain *truss* biasanya varian dari segitiga, menciptakan kedua struktur yang sangat kaku dan salah satu fungsinya mentransfer beban dari satu titik ke daerah yang jauh lebih luas sehingga tidak bertumpu pada satu titik. (Adi Rian, 2015)



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Sumber: <https://global.britannica.com/technology/bridge-engineering/images-videos>

Gambar 2.5. Ilustrasi Jembatan Rangka (*Truss Bridge*)



Sumber: <https://nusantarabajaprima.com/definisi-jembatan-rangka-baja/>

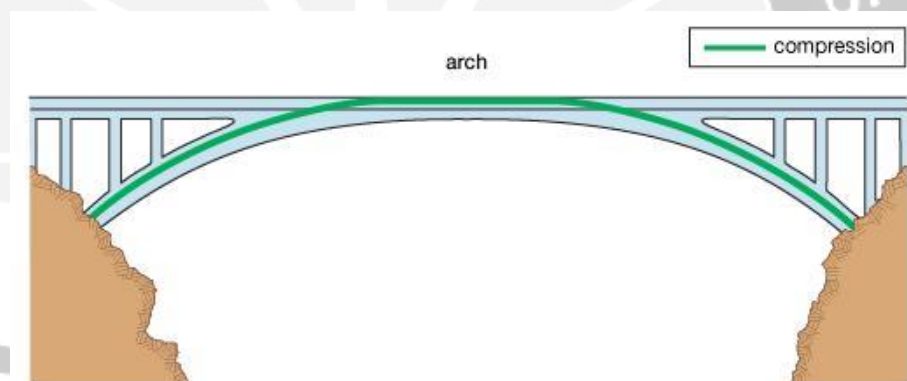
Gambar 2.6. Jembatan Rangka (*Truss Bridge*)

2.3.2. Jembatan pelengkung (*arch bridge*)

Disebut jembatan pelengkung, karena memiliki desain melengkung setengah lingkaran layaknya sebuah panahan atau bentuk parabola. Karena bentuknya parabola atau melengkung, maka kompresi terletak pada dua arah yakni horizontal dan vertical, sehingga bahan dari lengkungan tersebut terdiri dari bahan yang kuat. Jembatan pelengkung ini memiliki kekuatan lebih besar

dibandingkan jembatan rangka. Hal ini dikarenakan kompresi akan disebarkan merata melalui seluruh bentuk lengkungan dan mengalihkan berat pada dua *abutment* (penopang vertikal di kedua ujung lengkungan), komponen jembatan yang langsung menahan tekanan. (Adi Rian, 2015)

Kurva alami dari lengkungan dan kemampuannya untuk menahan kekuatan luar sangat mengurangi efek tegangan yang terjadi dibagian bawah lengkungan. Tetapi semakin besar tingkat kelengkungan, semakin besar pula efek tegangan dibagian bawah jembatan. Membangun lengkungan yang cukup besar, tegangan pada akhirnya akan menyalip kekuatan alami struktur dukungan tersebut. (Adi Rian, 2015)



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Sumber: <https://global.britannica.com/technology/bridge-engineering/images-videos>

Gambar 2.7 Ilustrasi Jembatan Pelengkung (*Arch Bridge*)

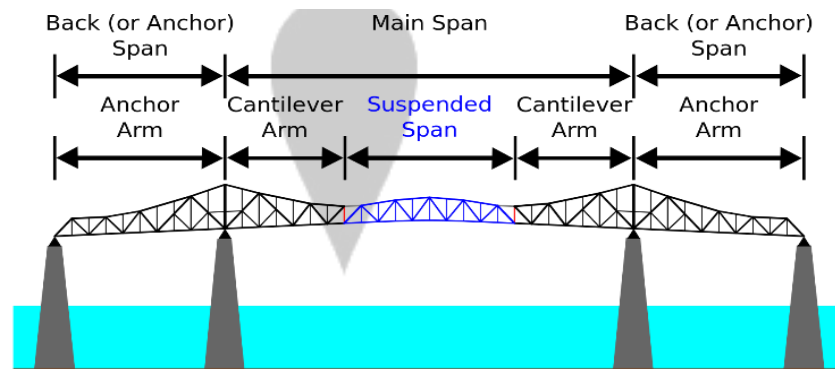


Sumber: Wikipedia Commons

Gambar 2.8 Jembatan Pelengkung (*Arch Bridge*)

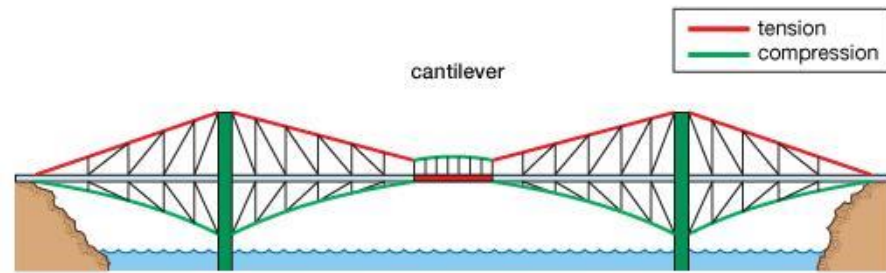
2.3.3. Jembatan penyangga (*cantilever bridge*)

Struktur jembatan penyangga berupa balok horizontal yang disangga balok penopang hanya pada satu pangkalnya. Jembatan penyangga biasanya digunakan untuk mengatasi masalah pembuatan jembatan apabila keadaan tidak memungkinkan untuk menahan beban jembatan dari bawah sewaktu proses pembuatan.



Sumber: Wikipedia

Gambar 2.9 Fungsi Komponen Struktur Jembatan *Cantilever*



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Sumber: britannica.com

Gambar 2.10 Ilustrasi Jembatan *Cantilever*



Sumber: Archhineeringtalk.com

Gambar 2.11 Jembatan *Cantilever*

2.4. Tahap Perencanaan Jembatan

Menurut (Supriyadi dan Muntohar, 2007) perbedaan antara ahli satu dengan yang lainnya sangat dimungkinkan terjadi dalam perencanaan jembatan, tergantung latar belakang kemampuan dan pengalamannya. Perbedaan pandangan inilah seharusnya para ahli dapat menyimpulkan suatu permasalahan yang ada pada perencanaan jembatan, dan dapat menemukan suatu penyelesaian dalam

sebuah perencanaan. Perbedaan tersebut tidak boleh menyebabkan gagalnya proses perencanaan. Seorang ahli atau perancang harus mempunyai data, baik data sekunder maupun primer yang berkaitan dengan pembangunan jembatan. Sebelum sampai pada tahap pelaksanaan konstruksi, hal ini sangat diperlukan untuk kelangsungan para ahli dalam merencanakan pembangunan sebuah jembatan. Data sekunder maupun primer yang telah didapat tersebut, merupakan bahan pemikiran dan pertimbangan sebelum kita mengambil suatu keputusan akhir.

Data yang diperlukan berupa:

1. Lokasi:

- a. topografi,
- b. lingkungan,
- c. tanah dasar.

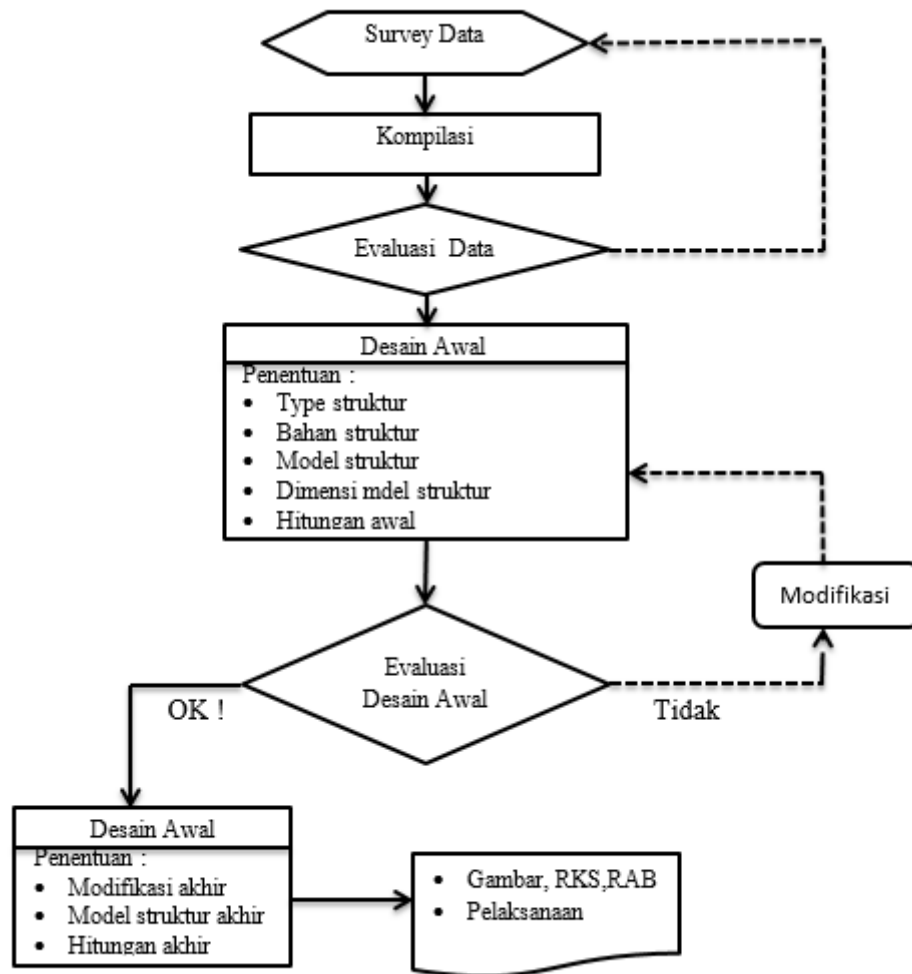
2. Keperluan: melintasi sungai, melintasi jalan lain

3. Bahan Struktur:

- a. karakteristiknya,
- b. ketersediaannya.

4. Peraturan

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) proses perencanaan secara detail dapat dijelaskan dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.25)

Gambar 2.12 Diagram Alir Proses Perencanaan

2.5. Pemilihan Lokasi Jembatan

Dalam penentuan lokasi jembatan akan dijumpai suatu permasalahan apakah akan dibangun di daerah perkotaan atau pinggiran kota bahkan di pedesaan. Perencanaan dan perancangan jembatan di daerah perkotaan terkadang tidak diperhatikan dengan cermat dan tepat. Kehadiran jembatan di tengah kota sangat mempengaruhi *landscape* atau tata kota tersebut. Perencanaan dan perancangan tipe jembatan modern di daerah perkotaan,

seorang ahli sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

2.5.1. Aspek lalu lintas

Persyaratan transportasi meliputi kelancaran arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki (*pedestrians*) yang melintasi jembatan tersebut. Perencanaan yang kurang tepat terhadap kapasitas lalu lintas perlu dihindarkan, karena akan sangat mempengaruhi lebar jembatan. Untuk itu sangatlah penting diperoleh hasil yang optimum dalam perencanaan lebar optimumnya agar didapatkan tingkat pelayanan lalu lintas yang maksimum. Mengingat jembatan akan melayani arus lalu lintas dari segala arah, maka akan muncul kompleksitas terhadap existing dan rencana volume lalu lintas, oleh karenanya sangat diperlukan ketepatan dalam penentuan tipe jembatan yang akan digunakan. Pendekatan ekonomi selayaknya juga digunakan sebagai bahan pertimbangan biaya jembatan perlu dibuat seminimum mungkin (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

2.5.2. Aspek teknis

Persyaratan teknis yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan jembatan menurut Supriyadi dan Muntohar, 2007 antara lain:

1. Penentuan geometri struktur, alinemen horizontal dan vertical, sesuai dengan lingkungan sekitarnya.
2. Pemilihan sistem utama jembatan dan posisi dek.
3. Penentuan panjang bentang optimum sesuai dengan syarat hidraulika, arsitektural, dan biaya konstruksi.

4. Pemilihan elemen-elemen utama struktur atas dan struktur bawah, terutama tipe pilar dan *abutment*.
5. Pendetailan struktur atas seperti: sandaran, parapet, penerangan, dan tipe perkerasan.
6. Pemilihan bahan yang paling tepat untuk struktur jembatan berdasarkan pertimbangan struktural dan estetika.

2.6. Struktur Atas Jembatan Pelengkung (*Arch Bridge*)

Menurut Zainuddin (2010) struktur atas jembatan adalah bagian dari elemen-elemen konstruksi yang dirancang untuk memindahkan beban-beban yang diterima oleh lantai jembatan hingga ke perletakan, sedangkan menurut Nasution (2012) Struktur atas jembatan merupakan bagian yang menerima beban langsung yang meliputi berat sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan, gaya rem, beban pejalan kaki, dan lainnya.

Bagian dari struktur atas jembatan meliputi sebagai berikut:

1. Sandaran Jembatan

Sandaran jembatan digunakan untuk memberi rasa aman bagi kendaraan dan orang yang akan melewati jembatan. Sandaran jembatan terdiri dari pipa sandaran dan tiang sandaran.



Sumber : jambiupdate.com

Gambar 2.13 Sandaran Jembatan

2. Trotoar

Trotoar adalah bagian yang digunakan sebagai perlintasan bagi pejalan kaki. Biasanya memiliki lebar 0,5-2,0 m.



Sumber : jambiupdate.com

Gambar 2.14 Trotoar

3. Lantai Kendaraan/Jembatan

Lantai Kendaraan adalah bagian tengah dari plat jembatan yang berfungsi sebagai perlintasan kendaraan. Lebar jalur untuk kendaraan dibuat cukup untuk perlintasan dua buah kendaraan yang besar sehingga kendaraan dapat melaluinya dengan leluasa.

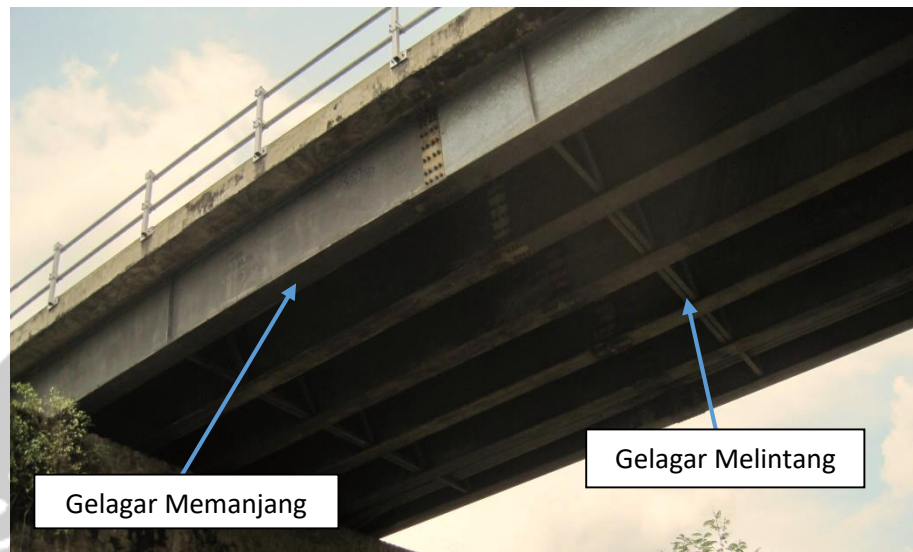


Sumber : <http://nusantarabajaprima.com>

Gambar 2.15 Lantai Jembatan

4. Gelagar Jembatan

Gelagar memanjang berfungsi menahan beban pelat lantai, lapis perkerasan dan beban air hujan, kemudian menyalurkannya ke gelagar melintang. Gelagar melintang (*diafragma*) menerima limpahan beban dari gelagar memanjang kemudian menyalurkannya ke rangka baja



Sumber: document.tips

Gambar 2.16 Gelagar Jembatan

5. Struktur Rangka Jembatan

Rangka jembatan merupakan rangka utama/induk dimana untuk menahan beban-beban yang terjadi. Rangka jembatan tersebut menahan beban-beban yang terjadi di atasnya termasuk dari berat sendiri rangka jembatan serta menyalurkan segala muatan ke kepala jembatan atau pilar-pilar.



Sumber: document.tips

Gambar 2.17 Rangka Utama Jembatan

2.7. Sambungan

Elemen sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat penyambung, pelat buhul, pelat pendukung, pelat isi) dan penghubung (baut, pen dan las). Ukuran dan perbandingan dimensi sambungan dalam struktur harus konsisten dengan anggapan dalam analisis struktur dan memenuhi persyaratan pengurangan untuk lubang pengencang. Sambungan juga harus mampu menyalurkan gaya dalam rencana (RSNI T-03-2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, 2005).

Setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang tekan yang disatukan dengan alat pengencang. Alat pengencang atau sambungan pada rangka baja terbagi sebagai berikut.

1. Sambungan baut

Dua jenis utama baut kekuatan (mutu) tinggi ditunjukkan oleh ASTM sebagai A325 dan A490. Baut ini memiliki kepala segi enam yang tebal dan digunakan dengan mur segi enam yang setengah halus (*semifinished*). Bagian berulirnya lebih pendek dari pada baut non-struktural, dan dapat dipotong atau digiling (*rolled*). Baut A325 terbuat dari baja karbon sedang yang diberi perlakuan panas dengan kekuatan leleh sekitar 81 sampai 92 ksi (558 sampai 634 MPa) yang tergantung pada diameter. Baut A490 juga diberi perlakuan panas tetapi terbuat dari baja paduan (*alloy*) dengan kekuatan leleh sekitar 115 sampai 130 ksi (793 sampai 896 MPa) yang tergantung pada diameter. Diameter yang paling sering digunakan pada

konstruksi gedung adalah 3/4 inci dan 7/8 inci, sedang ukuran yang paling umum dalam perencanaan jembatan adalah 7/8 inci dan 1 inci.

2. Sambungan las

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahan logam yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanasinya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Meskipun pengetahuan tentang las sudah ada sejak beberapa tahun silam, namun pemakaian las dalam bidang konstruksi dapat terbiang masih baru, hal ini antara lain disebabkan pemikiran para ahli mengenai beberapa kerugian las yaitu bahwa las dapat mengurangi tahanan leleh bahan (*fatigue strenght*) dibandingkan paku keling dan mereka juga berpendapat bahwa tidak mungkin untuk memastikan kualitas las yang baik.

2.8. Pembebanan Jembatan

Berdasarkan Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725:2016), aksi-aksi (beban, perpindahan dan pengaruh lainnya) dikelompokkan menurut sumbernya kedalam beberapa kelompok sebagai berikut.

1. Aksi tetap

- a. beban mati,
- b. beban mati tambahan/*utilitas*,
- c. beban akibat tekanan tanah,
- d. pengaruh tetap pelaksanaan.

2. Beban lalu lintas

- a. lajur lalu lintas rencana,
- b. beban lajur “D”,
- c. beban truk “T”,
- d. faktor dinamis,
- e. gaya rem,
- f. gaya sentrifugal,
- g. pembebanan untuk pejalan kaki,
- h. beban akibat tumbukan kendaraan,
- i. beban fatik.

3. Aksi lingkungan

- a. penurunan,
- b. gaya akibat deformasi,
- c. aliran air, benda hanyutan dan tumbukan dengan batang kayu,
- d. tekanan hidrostatik dan gaya apung,
- e. beban angin,
- f. pengaruh gempa.

4. Aksi-aksi lainnya

- a. gesekan pada perletakan,
- b. pengaruh getaran,
- c. beban pelaksanaan.