□A□ □□

T□N□A□AN □□□TAKA

□ □ □ T□□□□□□□□ □ □ □□

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur jalan dengan suatu konstruksi atau struktur bangunan yang difungsikan sebagai penghubung lalu lintas transportasi pada suatu rute atau lintasan atau wilayah transportasi yang terpisahkan oleh adanya sungai, lembah, perbukitan, danau, rawa maupun oleh adanya jalan raya. Seiring berkembangnya zaman, fungsi jembatan menjadi salah satu penghubung urat nadi perekonomian antar wilayah dan bahakan juga dijadikan sebagai simbol atau ikon khusus suatu kota. Dengan demikian, sudah seharusnya suatu struktur jembatan memiliki persyaratan-persyaratan khusus baik dari segi kekuatan, kekakuan dan kelayakan suatu jembatan.

□ □ □ □□□□□□□□□□□ □□□□□

Jembatan adalah suatu konstruksi yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai atau saluran air, lembah atau menyilang jalan lain atau melintang tidak sebidang yang tidak sama elevasi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan tipe jembatan modern di daerah perkotaan, sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi: aspek lalu lintas, aspek teknis dan aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Menurut Struyk dan Veen (1984) jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah.

Rintangan tersebut berupa jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jika jembatan tersebut berada di atas jalan lalu lintas biasa, maka biasanya disebut *viaduct*. Jembatan dapat digolongkan sebagai berikut.

1. Jembatan-jembatan tetap

   Merupakan jembatan permanen yang keberadaannya dapat dimanfaatkan terus (sesuai umur perencanaan) atau tidak terikat waktu.

Sumber: http://ndre99.blogspot.com/2013/06/10-jembatan-terpanjang-di-indonesia.html

2. Jembatan-jembatan yang dapat digerakkan

   Jembatan yang dapat digerakkan biasanya karena adanya lalu lintas lain yang melintasi jembatan tersebut dan jembatan ini umumnya dari baja dan komposit karena sifat dan karakteristiknya mudah didalam operasionalnya.

Sumber: https://gburubber2014.wordpress.com/2014/07/16/konstruksi-jembatan/

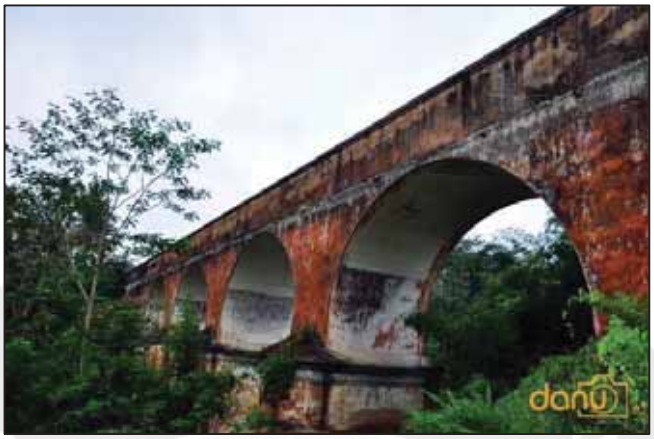
Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan sebagai lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa (Struyk dan Veen, 1984). Sedangkan, menurut Asiyanto (2008) jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain. Beban atau muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan kepada batang-batang baja struktur tersebut sebagai gaya-gaya tekan dan tarik melalui titik-titik pertemuan batang (titik buhul). Garis netral tiap-tiap batang yang bertemu pada titik buhul harus saling berpotongan pada suatu titik saja, untuk menghindari timbulnya momen sekunder.

[illegible]

Kemajuan pengetahuan dan teknologi dibidang jembatan sejalan dengan kemajuan peradaban manusia. Jembatan dapat diklasifikasikan beberapa bentuk struktur atas jembatan yang telah berkembang hingga saat ini, seperti yang diuraikan berikut ini (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

[illegible] ***stone arch bridge***

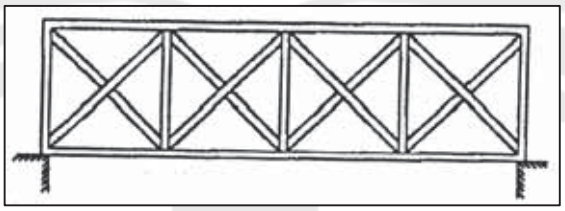
Jembatan pelengkung (busur) dari bahan batu, telah ditemukan pada masa lampau, di masa Babylonia. Pada perkembangannya, jembatan jenis ini semakin banyak ditinggalkan, jadi saat ini hanya berupa sejarah (Supriyadi dan Muntohar, 2007).



Sumber: http://danubudi.com/tag/bululawang/

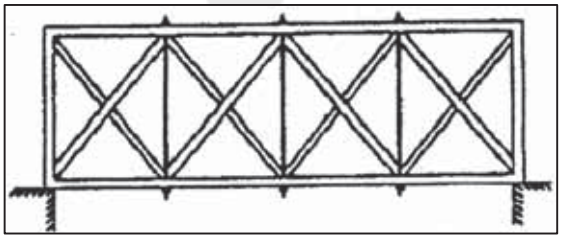
truss bridge

Jembatan rangka dapat terbuat dari bahan kayu atau logam. Jembatan rangka kayu (*wooden truss*) termasuk tipe klasik yang sudah banyak tertinggal mekanika bahannya. Jembatan rangka kayu, hanya sebatas untuk mendukung beban yang tidak terlalu besar. Pada perkembangannya setelah ditemukan bahan baja, tipe rangka menggunakan rangka baja, dengan berbagai macam bentuk (Supriyadi dan Muntohar, 2007).



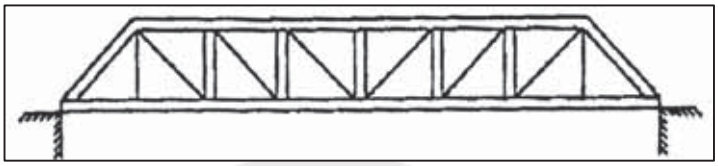
Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.19)

R ***King-Post***



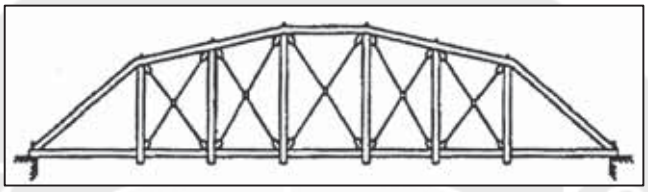
Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.20)

R ***Howe***



Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.20)

□ □□ □□□ □□□ □□□ □□□□□ **R** □□□□□ □ □□□ **T** □□□ ***Pratt***



Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.20)

□ □□ □□□ □□□ □□□ □□□□□ **R** □□□□□ □ □□□ **T** □□□ ***Arch***

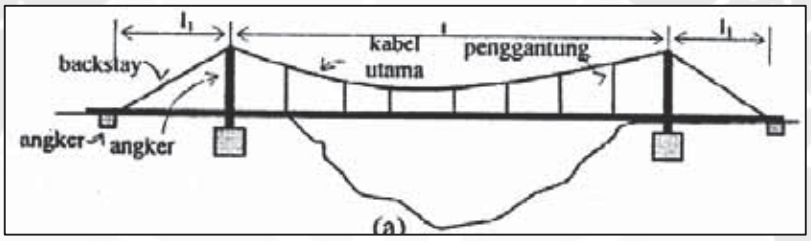
Sumber: https://www.flickr.com/photos/68344286@N05/6352736006/

□ □□ □□□ □□□ □□□ □□□□□ ***Truss*** □**T** □□□□ □ □□ □□□□□ **R** □□□

□ □ □ □□□□ □□□□□ □□□□□□□ □***suspension bridge***□

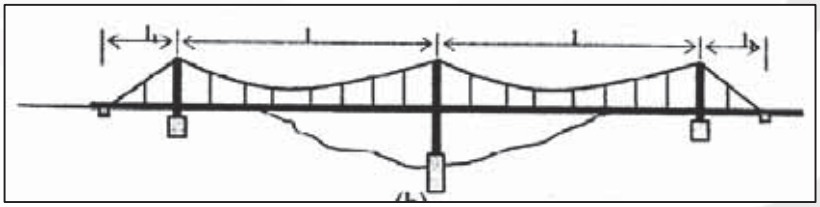
Semakin majunya teknologi dan demikian banyak tuntutan kebutuhan transportasi, manusia mengembangkan tipe jembatan gantung, yaitu dengan memanfaatkan kabel-kabel baja. Tipe ini tentunya sangat menguntungkan bila digunakan. Tipe ini sering digunakan untuk jembatan bentang panjang. Pertimbangan pemakaian tipe jembatan gantung adalah dapat dibuat untuk bentang panjang tanpa pilar ditengahnya. Jembatan gantung terdiri atas pelengkung penggantung dan batang penggantung (*hanger*) dari kabel baja dan bagian yang

lurus berfungsi mendukung lalu lintas (dek jembatan). Selain bentang utama, biasanya jembatan gantung mempunyai bentang luar (*side span*) yang berfungsi untuk mengikat/mengangkerkan kabel utama pada blok angker. Walaupun pada kondisi tertentu terdapat keadaan dimana kabel utama dapat langsung diangkerkan pada ujung jembatan dan tidak memungkinkan adanya bentang luar, bahkan kadangkala tidak membutuhkan dibangunnya pilar (Supriyadi dan Muntohar, 2007).



Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.167)

□ □□ □□□ □□□ □□□□□ □ □ □□ □□□ □□□□ □ □□□□□***Side Span Free***



Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.167)

□ □□ □□□ □□□ □□□□□ □ □ □□ □□□ □□□□ □ □□□□□***Side Span Suspended***

Sumber: http://amadt.pun.bz/jembatan-barito.xhtml

□ □□ □□□ □□□ □□□ □□□□ □ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□

□ □ □ □□□□ □□□□□ □□□□□ □***concrete bridge***□

Beton telah banyak dikenal dalam dunia konstruksi. Dewasa ini, dengan kemajuan teknologi beton dimungkinkan untuk memperoleh bentuk penampang beton yang beragam, bahkan dalam kenyataan sekarang jembatan beton ini tidak hanya berupa beton bertulang konvensional saja, tetapi telah dikembangkan berupa jembatan prategang (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

1. Jembatan slab beton bertulang

   Suatu jembatan slab pada tumpuan sederhana tersusun dari pelat monolit, dengan bentang dari tumpuan ke tumpuan tanpa didukung oleh gelagar atau balok melintang (*stringer*). Jembatan beton bertulang dengan tipe struktur atas berupa slab akan lebih efisien bila digunakan untuk bentang pendek. Hal ini disebabkan berat slab yang tidak ekonomis lagi untuk bentang yang lebih panjang lagi. Sistem bentang menerus akan menambah penghematan panjang bentang, dengan pertimbangan kesederhanaan dalam desain dan pekerjaan lapangan. Pada bentang sederhana, panjang bentang adalah jarak ke pusat tumpuan (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Sumber: http://www.nasirullahsitam.com/2014/01/menyusuri-selokan-mataram.html

□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□ □ □□□□□□

2. Jembatan gelagar kotak (*box girder*)

Jembatan gelagar kotak (*box girder*) tersusun dari gelagar longitudinal dengan slab di atas dan di bawah yang berbentuk rongga (*hollow*) atau gelagar kotak. Tipe gelagar ini digunakan untuk jembatan bentang panjang. Gelagar kotak beton prategang dalam desain biasanya lebih menguntungkan untuk bentang menerus dengan panjang bentang ±100 meter. Keutamaan gelagar kotak adalah pada tahanan terhadap beban torsi (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Sumber: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1548691&page=17

□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ ***Box Girder□Overpass*** □ □□□□□□□

3. Jembatan gelagar-dek (*deck girder*)

Jembatan gelagar-dek terdiri atas gelagar utama arah longitudinal dengan slab beton membentangi diantara gelagar. Spasi gelagar longitudinal atau balok lantai dibuat sedemikian sehingga hanya cukup mampu menggunakan slab tipis, sehingga beban mati menjadi relatif kecil. Jembatan gelagar-dek mempunyai banyak variasi dalam desain dan fabrikasi. Salah satunya adalah seperti jembatan beton balok-T (*T-Beam*). Jembatan tipe ini digunakan secara luas dalam konstruksi jalan raya, tersusun dari slab beton yang

didukung secara integral dengan gelagar. Jembatan gelagar-dek juga lebih sederhana dalam desain dan relatif mudah untuk dibangun, serta akan ekonomis bila dibangun pada bentang yang sesuai (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Sumber: http://www.republika.co.id/berita/ramadhan/info-mudik/12/08/12/m8n3ga-tol-purbaleunyi-lengang

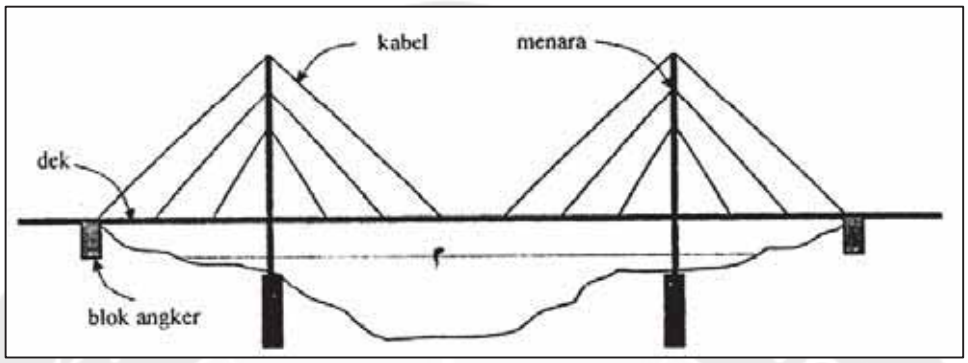
□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ □ □□□□□□□□ □□ □□R□□T □□□□□□□□□□□□

□ □ □ □□□□ □□□□ ***haubans*** □***cable stayed***□

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) jembatan tipe ini sangat baik dan menguntungkan bila digunakan untuk jembatan bentang panjang. Kombinasi penggunaan kabel dan dek beton prategang merupakan keunggulan jembatan tipe ini.

Menurut Walther, pada jembatan *cable stayed* (*Cable Stayed Bridge*) sudah dikenal sejak lebih dari 200 tahun yang lalu yang pada awal era tersebut umumnya dibangun dengan menggunakan kabel vertikal dan miring seperti *Dryburgh Abbey Footbridge* di Skotlandia yang dibangun tahun 1817. Jembatan seperti ini masih merupakan kombinasi dari jembatan *cable stayed modern*. Sejak saat itu, jembatan *cable stayed* mengalami banyak perkembangan dan mempunyai bentuk yang

bervariasi baik dari segi jenis material yang digunakan maupun segi estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).



Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.20)

□ □□ □□□ □□□□**K**□□ □□□□□ □ □□□ □ □□□ □□□□□ ***Cable Stayed***

Contoh jembatan *cable stayed* yang ada di Indonesia adalah Jembatan Suramadu seperti pada gambar di bawah ini.

Sumber: http://pustaka.pu.go.id/new/infrastruktur-jembatan-detail.asp?id=320

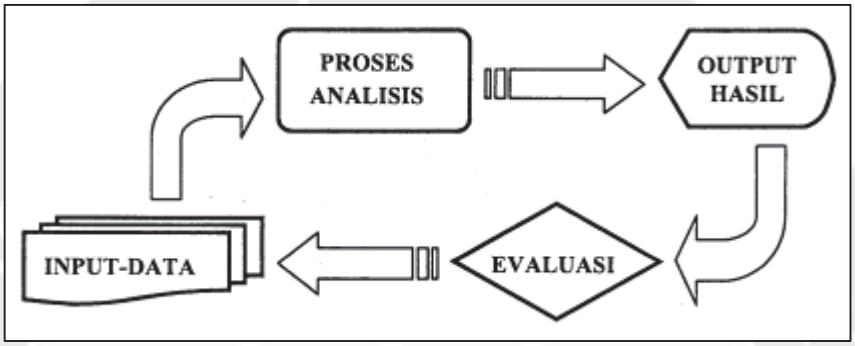
□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ ***Cable Stayed***□□□□□□ □□□ □□□ □**T**□□ □□

□ □ □ **T**□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□

Dalam perencanaan jembatan dimungkinkan adanya perbedaan antara ahli satu dengan yang lainnya, tergantung latar belakang kemampuan dan pengalamannya. Akan tetapi perbedaan tersebut harus tidak boleh menyebabkan gagalnya proses perencanaan (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Sebelum sampai tahap pelaksanaan konstruksi, paling tidak seorang ahli atau perancang telah mempunyai data baik sekunder maupun primer yang berkaitan

dengan pembangunan jembatan. Data tersebut merupakan bahan pemikiran dan pertimbangan sebelum kita mengambil suatu keputusan akhir. Pada gambar 3.1 berikut ini dirtunjukkan tentang suatu proses tahapan perencanaan yang palik tidak perlu dilaksanakan (Supriyadi dan Muntohar, 2007).



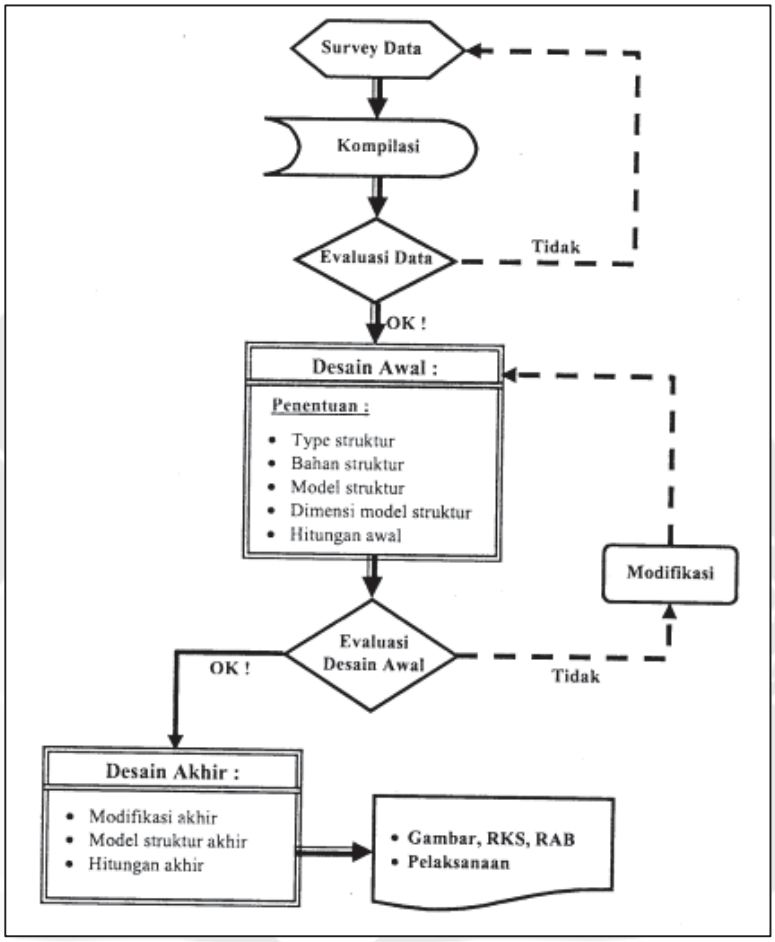
Sumber: Supriyadi dan Muntohar, 2007 (Jembatan, hal.24)

□ □□ □□□ □□□□ □□□□ □ □□□□□□□□□□□□□□□□□□

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) data-data yang diperlukan dalam proses perencanaan dapat berupa sebagai berikut.

1. Lokasi:
   a. topografi
   b. lingkungan: kota dan luar kota
   c. tanah dasar
2. Keperluan: melintasi sungai, melintasi jalan lain
3. Bahan struktur: karakteristik dan ketersediaannya
4. Peraturan

   Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) proses perencanaan secara detail dapat dijelaskan dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.18.



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

A

A

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 sangatlahpenting 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 eksisting dan rencana,

volume lalu lintas, oleh karenanya sangat diperlukan ketepatan dalam penentuan tipe jembatan yang akan digunakan (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

A. Aspek Teknis

Aspek teknis merupakan aspek terpenting dalam perencanaan jembatan. Dalam hal ini, menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) terdapat beberapa persyaratan teknis yang perlu dipertimbangkan antara lain:

1. penentuan geometri struktur, alinemen horisontal dan vertikal, 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 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.

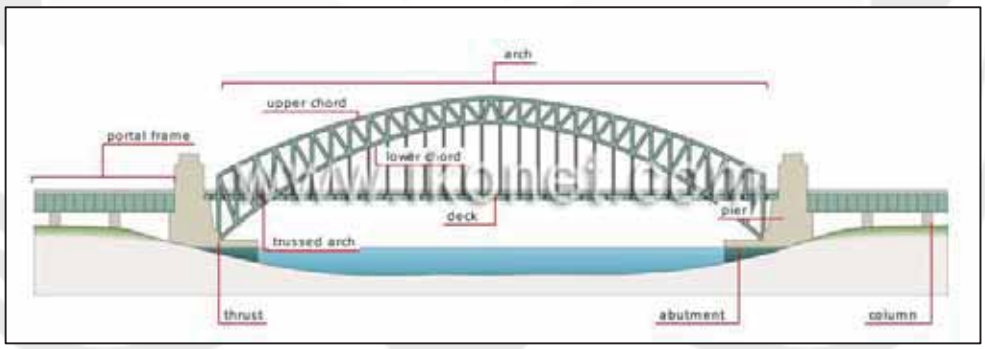
A. Aspek Estetika

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007) dewasa ini jembatan modern di daerah perkotaan didesain tidak hanya didasarkan pada struktural dan pemenuhan transportasi saja, tetapi juga untuk ekonomi dan artistik. Aspek estetika jembatan di perkotaan merupakan faktor yang penting pula dipertimbangkan dalam perencanaan.

Kesesuaian estetika dan arsitektural akan memberikan nilai lebih kepada jembatan yang dibangun ditengah-tengah kota. Pada banyak kota-kota besar di dunia terdapat jembatan yang mempunyai nilai estetika yang maha tinggi disamping kekuatan strukturnya (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

K

Struktur jembatan adalah kesatuan di antara elemen-elemen konstruksi yang dirancang dari bahan-bahan konstruksi yang bertujuan serta mempunyai fungsi menerima beban-beban di atasnya baik berupa beban primer, sekunder, khusus dan lain-lain. Kemudian diteruskan atau dilimpahkan hingga ke tanah dasar. Secara umum, konstruksi jembatan dibagi menjadi struktur atas dan struktur bawah (Zainuddin, 2010).



Sumber: http://pazrules.blogspot.com/2009_06_01_archive.html

K

upper structure

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. Jenis bangunan atas jembatan pada umumnya ditentukan berdasarkan:

1. bentang yang sesuai dengan perlintasan jalan, sungai atau keadaan lokasi jembatan,
2. panjang bentang optimum untuk menekan biaya konstruksi total,
3. pertimbangan yang terkait pada pelaksanaan bangunan-bangunan bawah dan pemasangan bangunan atas untuk mencapai nilai yang ekonomis, dan
4. pertimbangan segi pandang estetika.

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 (Nasution, 2012). Bagian dari struktur atas jembatan meliputi sebagai berikut.

1. Sandaran (*railling*)

   Sandaran merupakan pembatas pada tepi jembatan (pinggiran jembatan) guna memberikan rasa aman bagi pengguna jembatan yang melewatinya.

Sumber: http://sonimancing.blogspot.com/2012/05/jembatan-rumpiang-di-atas-sungai-barito.html

□ □□ □□□ □□□ □□□□□□□□ □□□ □□□□

2. Trotoar

Trotoar harus direncanakan untuk menahan beban rencana *ultimate* sebesar 15 kN/meter yang bekerja sepanjangbagian atas trotoar.

Sumber: http://sonimancing.blogspot.com/2012/05/jembatan-rumpiang-di-atas-sungai-barito.html

□ □□ □□□ □□□□**T**□□□□□□ □□□ □□□□□

3. Lantai jembatan

Berfungsi sebagai penahan lapisan perkerasan. Pelat lantai diasumsikan tertumpu pada dua sisi. Pembebanan pada pelat lantai adalah sebagai berikut (Prasetiyo dan Prehardiyanto, 2008).

a. Beban mati berupa berat sendiri pelat, berat *pavement* dan berat air hujan.

b. Beban hidup berupa muatan "*T*" dengan beban gandar maksimum 10 T.

Sumber: http://sonimancing.blogspot.com/2012/05/jembatan-rumpiang-di-atas-sungai-barito.html

□ □□ □□□ □□□□ □ □□□□□□□□ □□□□□

4. Gelagar jembatan

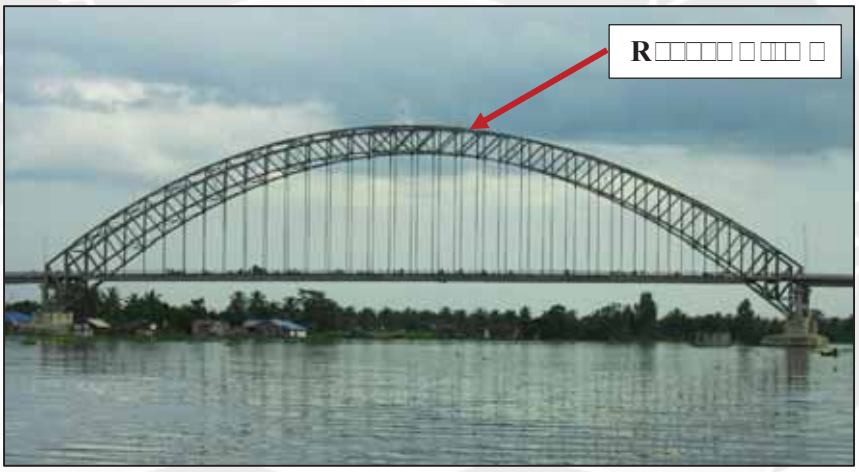
Gelagar memanjang berfungsi menahan beban pelat lantai, lapis perkerasan dan beban air hujan, kemudian menyalurkannya ke gelagar melintang. Gelagar melintang menerima limpahan beban dari gelagar memanjang kemudian menyalurkannya ke rangka baja (Prasetiyo dan Prehardiyanto, 2008).

Sumber: http://cv-fajarsinatra.blogspot.com/2013/02/jembatan.html

□ □□ □□□ □□□□ □ □□□□□□ □□□ □□□□□

5. Struktur rangka jembatan

Rangka jembatan merupakan rangka utama 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 (Doloksaribu dan Oktaga, 2008).



Sumber: https://sinarbakumpai.wordpress.com/photo-pilihan/

6. Ikatan angin

Ikatan angin berfungsi untuk mengakukan konstruksi, mengurangi getaran dan menjaga agar terus tetap tegak, mencegah runtuhnya jembatan akibat adanya gaya lateral yang ditimbulkan angin dari tepi (Doloksaribu dan Oktaga, 2008).

Sumber: http://sonimancing.blogspot.com/2012/05/jembatan-rumpiang-di-atas-sungai-barito.html

A A

A

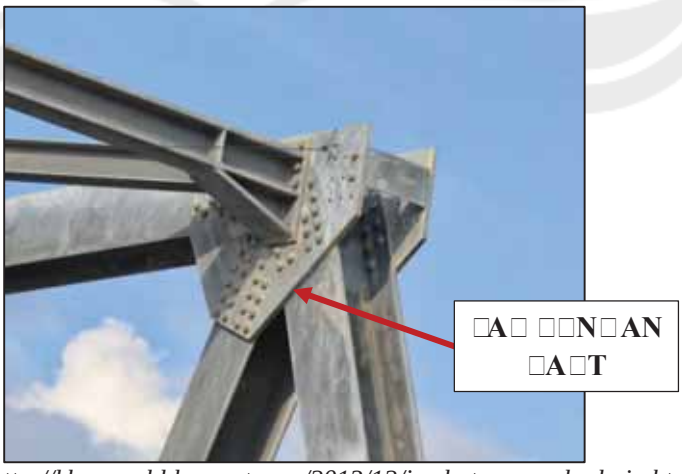
Elemen sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat penyambung, pelat buhul, pelat pendukung, pelat isi) dan penghubung (baut, pen dan las). Ukuran dan perbandingan dimensi sambungan dalam struktur harus konsisten dengan anggapan dalam analisis struktur dan memenuhi persyaratan pengurangan untuk 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

Salah satu alat pengencang selain las yang cukup populer adalahbaut terutama baut mutu tinggi. Baut mutu tinggi menggeser penggunaan paku keling sebagai alat pengencang karena beberapa kelebihan yang dimilikinya dibandingkan paku keling, seperti jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit, kemampuan menerima gaya yang lebih besar dan secara keseluruhan dapat menghemat biaya konstruksi. Selain mutu tinggi, ada pula baut mutu normal A307 terbuat dari baja kadar karbon rendah (Setiawan, 2008).

Dua tipe dasar baut mutu tinggi yang distandarkan oleh ASTM adalah tipe A325 dan A490. Baut ini mempunyai kepala berbentuk segi enam. Baut A325 terbuat dari baja karbon yang memiliki kuat leleh 560 MPa sampai 630 MPa, baut A490 terbuat dari baja *alloy* dengan kuat leleh 790 MPa sampai 900 MPa, tergantung pada diameternya. Diameter baut mutu tinggi berkisar antara ½ – 1½ inch, yang sering digunakan dalam struktur bangunan berdiameter ¾ dan 7/8 inch, dalam desain jembatan antara 7/8 hingga 1 inch (Setiawan, 2008).



Sumber: http://khammal.blogspot.com/2013/12/jembatan-rangka-baja.html

□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□□ □□□□

2. Sambungan las

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahann 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 (Setiawan, 2008).

Sumber: https://wiryanto.wordpress.com/2010/02/25/semuanya-las-kapan-pakai-bautnya/

□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□□ □□□

□ □ □ □□□ □□□□□□□□ □□□ □□□□□

Suatu struktur jembatan yang dirancang harus sesuai dengan perhitungan yang benar dan mengacu pada peraturan dan standarisasi teknis yang berlaku sampai saat ini. Penggunaan standarisasi dalam perancangan struktur jembatan

sangat diperlukan guna memberikan tuntunan yang tepat selama proses perancangan, sehingga nantinya didapat hasil yang maksimal juga.

Suatu struktur jembatan yang dirancang, hendaknya dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penggunanya. Sejalan dengan hal tersebut, perencana juga harus memperhatikan hal-hal yang mungkin dapat terjadi akibat adanya kegagalan struktur yang disebabkan oleh adanya beban yang berlebih atau beban yang melampaui kapasitas beban jembatan.

Berdasarkan Standar Pembebanan Untuk Jembatan tahun 2005, 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,
    c. pelapisan kembali permukaan jembatan,
    d. sarana lain jembatan
    e. tekanan tanah, dan
    f. pengaruh tetap pelaksanaan.
2. Beban lalu lintas
    a. lajur lalu lintas rencana,
    b. beban lajur “D”,
    c. beban truk “T”,
    d. gaya rem,
    e. gaya sentrifugal, dan

f. pembebanan untuk pejalan kaki.

3. Aksi lingkungan
    a. penurunan,
    b. pengaruh temperatur atau suhu,
    c. aliran air, benda hanyutan dan tumbukan dengan batang kayu,
    d. tekanan hidrostatis dan gaya apung,
    e. beban angin, dan
    f. pengaruh gempa.
4. Aksi-aksi lainnya
    a. gesekan pada perletakan,
    b. pengaruh getaran, dan
    c. beban pelaksanaan.