

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komponen Jembatan

Menurut Supriyadi (1997) struktur pokok jembatan antara lain :

1. Struktur jembatan atas

Struktur jembatan atas merupakan bagian – bagian jembatan yang memindahkan beban – beban lantai jembatan ke perletakan arah horizontal yang meliputi :

a. Gelagar induk atau gelagar utama

Komponen ini merupakan suatu bagian struktur yang menahan beban langsung dari pelat lantai kendaraan yang letaknya memanjang arah jembatan atau tegak lurus arah aliran sungai

b. Gelagar melintang atau diagframa

Komponen ini berfungsi mengikat beberapa balok gelagar induk agar menjadi suatu kesatuan supaya tidak terjadi pergeseran antar gelagar induk, komponen ini letaknya melintang arah jembatan yang mengikat balok – balok gelagar induk

c. Pelat lantai jembatan

Berfungsi sebagai penahan lapisan perkerasan yang menahan langsung beban lalu lintas yang melewati jembatan itu. Komponen ini merupakan komponen yang menahan suatu beban yang langsung dan ditransferkan secara merata keseluruh lantai

d. Perletakan atau andas

Komponen ini terletak menumpu pada *abutment* dan pilar yang berfungsi menyalurkan semua beban langsung jembatan ke *abutment* dan diteruskan ke bagian pondasi

e. Pelat injak

Komponen ini berfungsi menghubungkan jalan dan jembatan sehingga tidak terjadi perbedaan tinggi keduanya, juga menutup bagian sambungan agar tidak terjadi keausan antara jalan dan jembatan pada pelat lantai jembatan.

2. Struktur bawah jembatan

Struktur bawah jembatan merupakan suatu pengelompokan bagian – bagian jembatan yang menyangga jenis – jenis beban yang sama dan memberikan jenis reaksi yang sama, atau juga dapat disebut struktur yang langsung berdiri di atas dasar tanah yang meliputi :

a. Pondasi

Pondasi merupakan perantara dalam penerimaan beban yang bekerja pada bangunan pondasi ke tanah dasar bawahnya. Beberapa jenis pondasi yang sering digunakan yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

1) Pondasi dangkal, digunakan bila lapisan tanah pendukung yang keras terletak pada kedalaman maksimum 12 m di bawah Pondasi.

Beberapa jenis pondasi dangkal adalah :

a) Pondasi langsung, bila kedalaman tanah keras < 5 m

b) Pondasi sumuran, bila kedalaman tanah keras antara 5 - 12 m

2) Pondasi dalam, digunakan bila kedalaman lapisan tanah pendukung yang keras > 12 m di bawah pondasi. Beberapa jenis pondasi dalam adalah sebagai berikut :

a) Pondasi tiang pancang : kayu, tiang baja, beton bertulang pracetak, beton prategang

b) Pondasi tiang bor (*bored pile*)

b. *Abutment*

Abutment terletak pada ujung jembatan yang berfungsi sebagai penahan tanah dan menahan bagian ujung dari balok gelagar induk dan umumnya dilengkapi dengan konstruksi sayap yang berfungsi untuk menahan tanah dalam arah gerak lurus as jembatan dari tekanan lateral (menahan tanah ke samping)

c. Pilar

Bentuk pilar harus mempertimbangkan pola pergerakan aliran sungai, sehingga dalam perencanaannya selain pertimbangan dari segi kekuatan juga memperhitungkan masalah keamanannya. Dalam segi jumlah pun bermacam – macam tergantung dari jarak bentangan yang tersedia, keadaan topografi sungai dan keadaan tanah.

3 Bangunan pelengkap penahan jembatan

Yang dimaksud disini adalah bangunan yang merupakan pelengkap dari konstruksi jembatan yang fungsinya untuk pengamanan terhadap struktur jembatan secara keseluruhan dan keamanan terhadap pemakai jalan.

Macam – macam bangunan pelengkap :

a. Saluran drainase

Saluran drainase berfungsi untuk saluran pembuangan air hujan di atas jembatan yang terletak di kanan – kiri *abutment* dan sisi kanan – kiri perkerasan jembatan

b. Jalan pendekat atau oprit jembatan

Jalan ini berfungsi sebagai jalan masuk bagi kendaraan yang akan lewat jembatan agar terasa nyaman. Terletak di kedua ujung jembatan

c. Talud

Fungsi utama dari talud yaitu sebagai pelindung *abutment* dari aliran air sehingga sering disebut talud pelindung terletak sejajar dengan arah arus sungai

d. *Guide post* atau patok penuntun

Berfungsi sebagai penunjuk jalan bagi kendaraan yang akan melewati jembatan, biasanya diletakkan sepanjang panjang oprit jembatan

e. Lampu penerangan

Berfungsi untuk penerangan didaerah jembatan pada malam hari juga berfungsi untuk estetika.

4 Trotoar

Trotoar di sini berfungsi untuk melayani pejalan kaki sehingga memberi rasa aman baik bagi pejalan kaki maupun pengguna jalan yang lain.

2.2. Macam Pembebanan Jembatan menurut PPPJJR, 1987

Beberapa macam beban dan pengertiannya yang bekerja pada struktur jembatan menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR, 1987) adalah sebagai berikut :

1. Beban primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban primer diantaranya adalah :
 - a. Beban mati
 - b. Beban hidup
 - c. Beban kejut
 - d. Gaya akibat tekanan tanah
2. Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban sekunder diantaranya adalah :
 - a. Beban angin
 - b. Gaya akibat dari perbedaan suhu
 - c. Gaya akibat rangkai dan susut
 - d. Gaya rem dan traksi
 - e. Gaya – gaya akibat gempa bumi
 - f. Gaya gesekan pada tumpuan – tumpuan bergerak

Pada umumnya beban ini mengakibatkan tegangan – tegangan relatif lebih kecil dari tegangan – tegangan akibat beban primer kecuali gaya akibat gempa bumi dan gaya gesekan yang kadang – kadang menentukan dan biasanya

tergantung dari bentang, bahan, sistem konstruksi, tipe jembatan serta keadaan setempat.

3. Beban khusus adalah beban yang merupakan beban – beban khusus untuk perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan. Beban khusus diantaranya adalah:
 - a. Gaya sentrifugal
 - b. Gaya tumbuk pada jembatan layang
 - c. Gaya dan beban selama pelaksanaan
 - d. Gaya aliran air dan tumbukan benda – benda hanyutan

Beban – beban dan gaya – gaya selain tersebut diatas perlu diperhatikan, apabila hal tersebut menyangkut kekhususan jembatan, antara lain sistem konstruksi dan tipe jembatan serta keadaan setempat, misalnya gaya pratekan, gaya angkat (*buoyancy*) dan lain – lain.

4. Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan – kendaraan bergerak atau lalu lintas dan atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan
5. Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya
6. Beban mati primer adalah berat sendiri dari plat dan sistem lainnya yang dipikul langsung oleh masing – masing gelagar jembatan

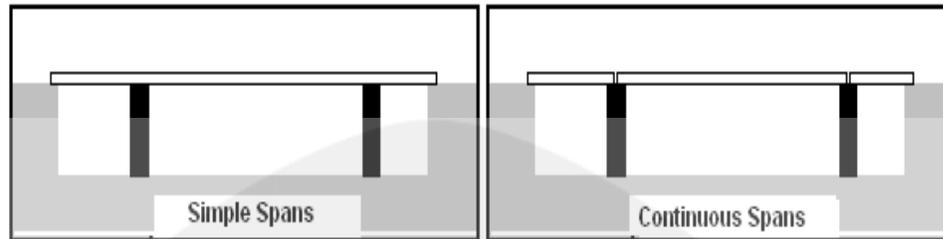
7. Beban mati sekunder adalah berat kerb, trotoir, tiang sandaran dan lain-lain yang dipasang setelah pelat dicor. Beban tersebut dianggap terbagi rata disemua gelagar
8. Lantai kendaraan adalah seluruh lebar bagian jembatan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan. Bebannya disebut beban "T"
9. Jalur lalu lintas adalah bagian dari lantai kendaraan yang digunakan oleh suatu rangkaian kendaraan. Bebannya disebut beban "D"
10. Profil ruang bebas jembatan adalah ukuran ruang dengan syarat tertentu yaitu meliputi tinggi bebas minimum jembatan tertutup lebar bebas jembatan dan tinggi bebas minimum terhadap banjir

2.3. Bentuk dan tipe jembatan

Menurut Satyarno (2003) struktur jembatan mempunyai berbagai macam tipe, baik dilihat dari bahan strukturnya maupun bentuk strukturnya. Masing – masing tipe struktur jembatan cocok digunakan untuk kondisi yang berbeda sesuai perkembangan, bentuk jembatan berubah dari yang sederhana menjadi yang sangat kompleks. Secara garis besar terdapat sembilan macam perencanaan jenis jembatan yang dapat digunakan, yaitu :

1. Jembatan balok (*beam bridge*)

Jembatan balok adalah jenis jembatan yang paling sederhana yang dapat berupa balok dengan perletakan sederhana (*simple spans*) maupun dengan perletakan menerus (*continous spans*).

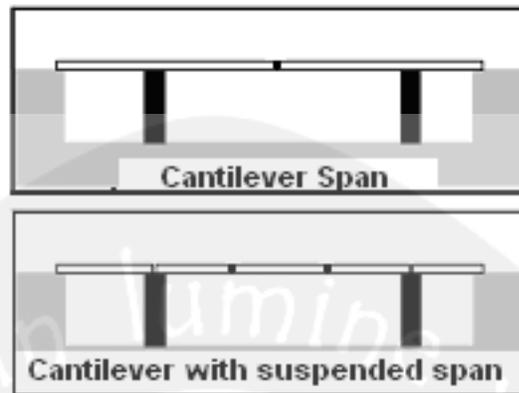


Gambar 2.1. Jembatan Balok Tipe Sederhana dan Menerus

Jembatan balok terdiri dari struktur berupa balok yang didukung pada kedua ujungnya, baik langsung pada tanah/batuan atau pada struktur vertikal yang disebut pilar atau *pier*. Jembatan balok tipe *simple spans* biasa digunakan untuk jembatan dengan bentang antara 15 meter sampai 30 meter yang dapat dilihat pada Gambar 2.1, dimana untuk bentang yang kecil sekitar 15 meter menggunakan baja (*rolled-steel*) atau beton bertulang dan bentang yang berkisar sekitar 30 meter menggunakan beton prategang.

2. Jembatan kantilever (*cantilever bridges*)

Jembatan kantilever adalah merupakan pengembangan jembatan balok. Tipe jembatan kantilever ini ada dua macam yaitu tipe *cantilever* dan tipe *cantilever with suspended spans* sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.2. Pada jembatan kantilever, sebuah pilar atau tower dibuat masing – masing sisi bagian yang akan disebrangi dan jembatan dibangun menyamping berupa kantilever dari masing – masing tower. Pilar atau tower ini mendukung seluruh beban pada lengan kantilever.

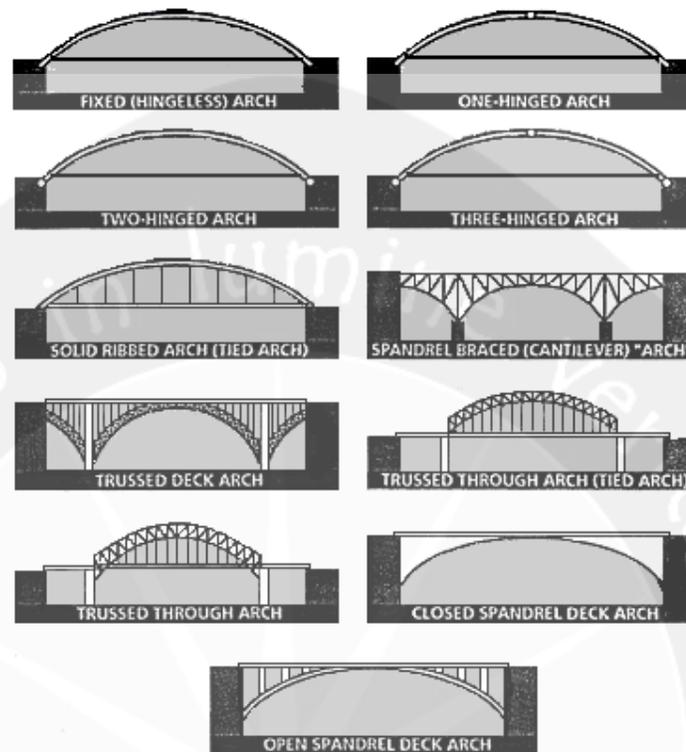


**Gambar 2.2. Jembatan Kantilever Tipe *Cantilever*
dan *Cantilever With Span***

Selama pembuatan jembatan kantilever sudah mendukung sendiri beban – beban yang bekerja. Jembatan kantilever biasanya dipilih apabila situasi atau keadaan tidak memungkinkan pengguna *scaffolding* atau pendukung-pendukung sementara yang lain karena sulitnya kondisi di lapangan. Jembatan kantilever dapat digunakan untuk jembatan dengan bentang antara 400 m sampai 500 m. Umumnya konstruksi jembatan kantilever berupa *box girder* dengan bahan beton *prestress* pracetak.

3. Jembatan lengkung (*arch bridge*)

Jembatan lengkung adalah suatu tipe jembatan yang menggunakan prinsip kestabilan dimana gaya – gaya yang bekerja di atas jembatan di transformasikan ke bagian akhir lengkung atau *abutment*, Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.3. Jembatan Lengkung dapat dibagi menjadi 11 macam yaitu :



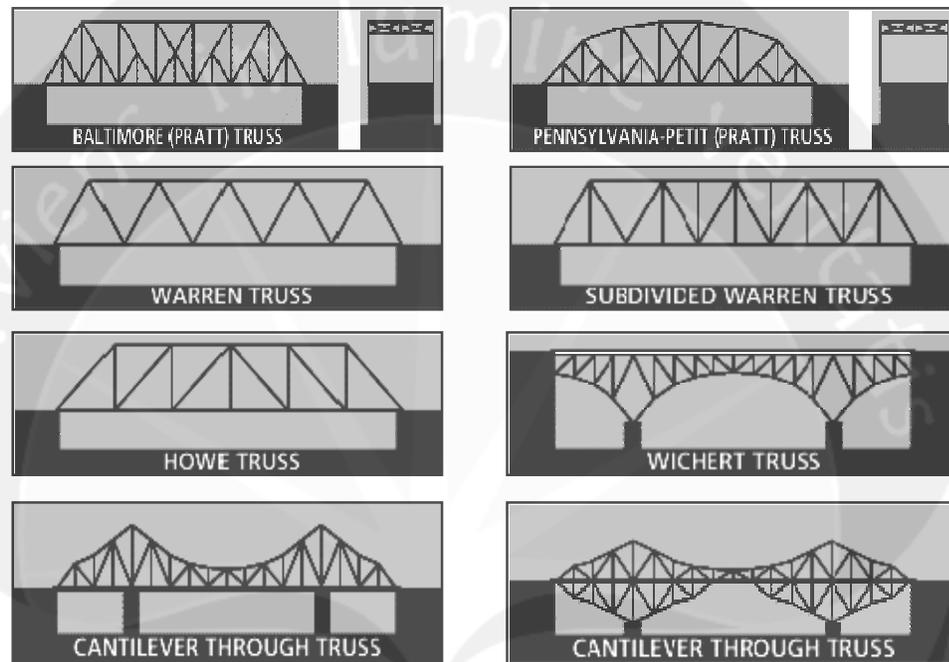
Gambar 2.3. Tipe – Tipe Jembatan Lengkung

Jembatan lengkung dapat dibuat dari bahan batu, bata, kayu, besi cor, baja maupun beton bertulang dan dapat digunakan untuk bentang yang kecil maupun bentang yang besar. Jembatan lengkung tipe *closed spandrel deck arch* biasa digunakan untuk bentang hanya sekitar 0.5 m sampai 2 m dan biasa disebut dengan gorong – gorong. Untuk bentang besar jembatan lengkung dapat digunakan untuk bentang sampai 500 m.

4. Jembatan rangka (*truss bridge*)

Jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut

yang membentuk pola – pola segitiga. Jembatan rangka biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m. Ada banyak tipe jembatan rangka yang dapat digunakan diantaranya sebagai berikut seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4.

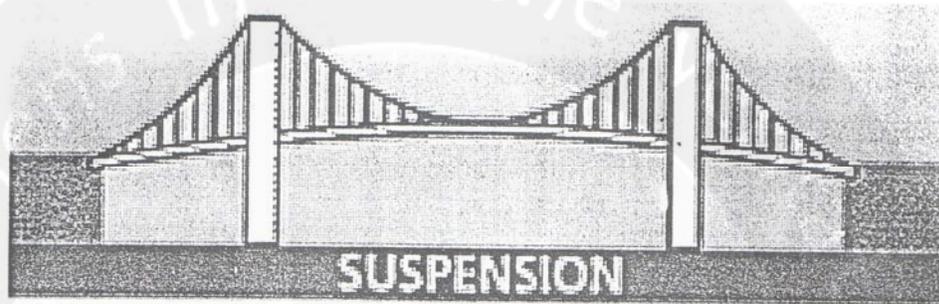


Gambar 2.4. Tipe-Tipe Jembatan Rangka

5. Jembatan gantung (*suspension bridge*)

Jembatan gantung terdiri dari dua kabel besar atau kabel utama yang menggantung dari dua pilar atau tiang utama dimana ujung – ujung kabel tersebut diangkurkan pada Pondasi yang biasanya terbuat dari beton. Dek jembatan digantungkan pada kabel utama dengan menggunakan kabel – kabel yang lebih kecil ukurannya. Pilar atau tiang dapat terbuat dari beton atau rangka baja. Struktur dek dapat terbuat dari beton atau rangka baja. Kabel

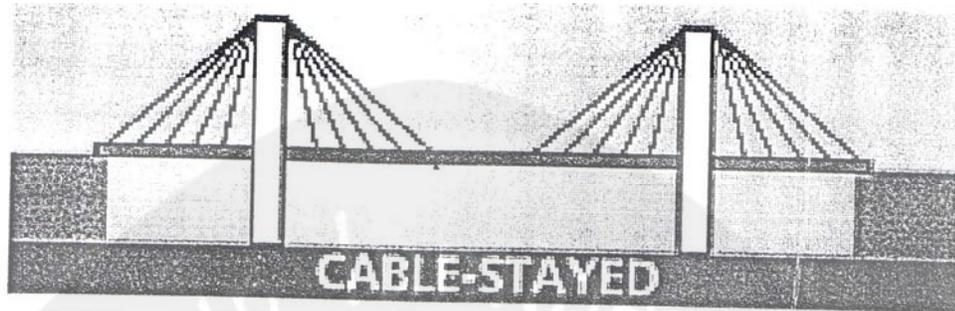
utama mendukung beban struktur jembatan dan mentransfer beban tersebut ke pilar utama dan ke angkur. Jembatan gantung merupakan jenis jembatan yang digunakan untuk bentang – bentang besar yaitu antara 500 m sampai 2000 m atau 2 km. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Jembatan Gantung

6. Jembatan kabel (*cable stayed bridge*)

Jembatan kabel merupakan suatu pengembangan dari jembatan gantung dimana terdapat juga dua pilar atau tower. Akan tetapi pada jembatan kabel dek jembatan langsung dihubungkan ke tower dengan menggunakan kabel – kabel yang membentuk formasi diagonal, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.6. Kalau pada jembatan gantung struktur dek dapat terbuat dari rangka baja maupun beton, pada jembatan kabel umumnya deknnya terbuat dari beton.



Gambar 2.6. Jembatan Kabel (*Cable Stayed Bridge*)

Jembatan kabel ini juga digunakan untuk bentang – bentang besar tetapi tidak sebesar bentang pada jembatan gantung. Besar bentang maksimum untuk jembatan kabel sekitar 500 m sampai 900 m.

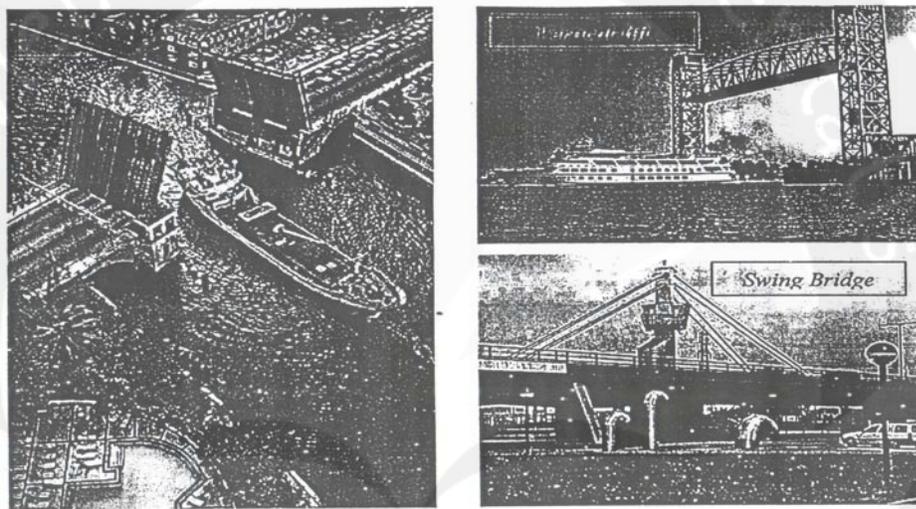
7. Jembatan bergerak (*movable bridges*)

Jembatan bergerak biasanya dibuat pada sungai dimana kapal besar yang lewat memerlukan ketinggian yang cukup tetapi pembuatan jembatan dengan pilar sangat tinggi dianggap tidak ekonomis. Ada tiga macam tipe jembatan bergerak yaitu:

- a. Jembatan terbuka (*bascule bridges*),
- b. Jembatan terangkat vertikal (*vertical lift bridges*),
- c. Jembatan berputar (*swing bridges*).

Jembatan terbuka atau *bascule bridges* biasanya digunakan untuk bentang yang tidak terlalu panjang dengan bentang maksimum 100 m. Jembatan terangkat vertikal atau *vertical lift bridges* biasanya digunakan untuk bentang yang lebih panjang yaitu sekitar 175 m, tetapi jarak bersih yang didapat

tergantung dari seberapa tinggi jembatan dapat dinaikkan. Pada umumnya ketinggian maksimum untuk mendapatkan jarak bersih adalah sekitar 40 m. Jembatan berputar mempunyai keuntungan karena kapal yang akan lewat tidak dibatasi ketinggiannya. Jembatan berputar dapat digunakan dengan bentang sampai dengan 160 m. Contoh jembatan bergerak dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Jembatan Bergerak

8. Jembatan terapung (*floating bridges*)

Jembatan terapung dibuat dengan mengikatkan dek jembatan pada ponton-ponton sebagaimana dilihat pada Gambar 2.8. Ponton – pontoon ini biasanya jumlahnya banyak sehingga jika salah satu ponton terjadi kebocoran maka tidak begitu mempengaruhi atau membahayakan kestabilan jembatan apung secara keseluruhan. Kemudian ponton yang terjadi kebocoran ini dapat diperbaiki.



Gambar 2.8. Jembatan Terapung

Jembatan terapung pada mulanya banyak digunakan sebagai jembatan sementara oleh militer. Akan tetapi kini jembatan terapung banyak digunakan apabila kedalaman air yang akan dibuat jembatan cukup dalam dan kondisi tanah dasar sangat jelek sehingga sangat sulit untuk membuat Pondasi jembatan. Saat ini ponton – ponton yang digunakan pada jembatan terapung dapat dibuat dari beton dimana bentang total dapat mencapai sebesar 2 km.

9. Jembatan kombinasi (*combination bridges*)

Jembatan kombinasi adalah jembatan yang menggunakan lebih dari satu jenis jembatan. Hal ini terutama untuk jembatan dengan bentang sangat besar dimana penggunaan satu jenis jembatan tidak ekonomis.

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007), jembatan yang berkembang hingga saat ini dapat diklasifikasikan dalam beberapa bentuk struktur atas jembatan, seperti yang diuraikan berikut ini :

1. Jembatan lengkung – batu (*stone arch bridge*)

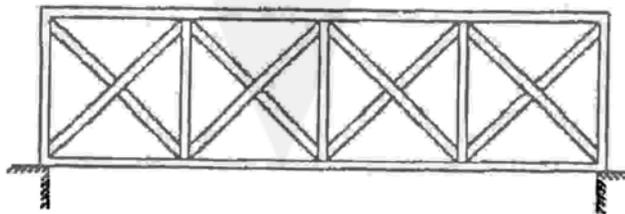
Jembatan pelengkung (busur) dari bahan batu, telah ditemukan pada masa Babylonia. Pada perkembangannya jembatan jenis ini semakin banyak ditinggalkan, jadi saat ini hanya berupa sejarah.

2. Jembatan rangka (*truss bridge*)

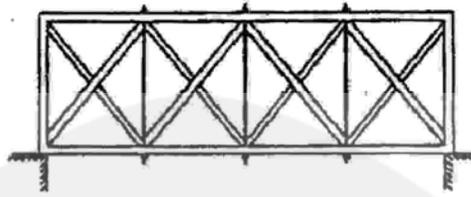
Jembatan rangka dapat terbuat dari bahan kayu atau logam. Jembatan rangka kayu (*wooden truss*) termasuk tipe klasik yang sudah banyak tertinggal mekanika bahannya. Jembatan rangka kayu, hanya terbatas untuk mendukung beban yang tidak terlalu besar. Pada perkembangannya setelah ditemukan bahan baja, tipe rangka menggunakan rangka baja, dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut yang membentuk pola – pola segitiga. Jembatan rangka biasanya digunakan untuk bentang 20 m sampai 375 m. Ada banyak tipe jembatan rangka yang dapat digunakan diantaranya sebagai berikut :



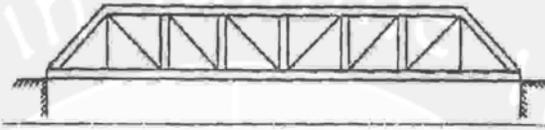
Gambar 2.9. Jembatan Tipe Rangka Kayu (*wooden truss*)



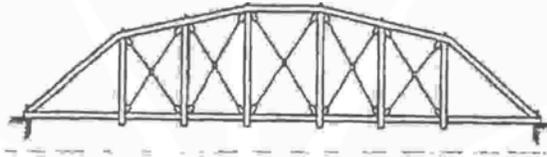
Gambar 2.10. Jembatan Rangka Baja Tipe *King-Post*



Gambar 2.11. Jembatan Rangka Baja Tipe *Howe*



Gambar 2.12. Jembatan Rangka Baja Tipe *Pratt*



Gambar 2.13. Jembatan Rangka Baja Tipe *Arch*

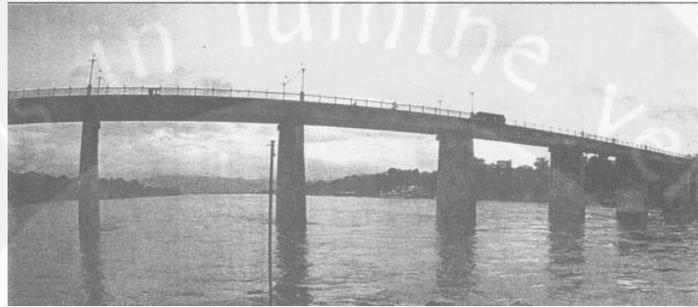
3. Jembatan gantung (*suspension bridge*)

Dengan semakin majunya teknologi dan demikian banyak tuntutan kebutuhan transportasi, manusia mengembangkan tipe jembatan gantung, yaitu dengan memanfaatkan kabel – kabel baja. Tipe ini sering digunakan untuk jembatan bentang panjang. Pertimbangan pemakaian tipe jembatan gantung adalah dapat dibuat untuk bentang panjang tanpa pilar ditengahnya. Jembatan gantung merupakan jenis jembatan yang digunakan untuk bentang – bentang besar yaitu antara 500 m sampai 2000 m atau 2 km.

4. Jembatan beton (*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 sebagaimana terlihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14. Jembatan Beton Prategang *Napa River*

5. Jembatan haubans (*cable stayed*)

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. Besar bentang maksimum untuk jembatan kabel sekitar 500 m sampai 900 m.