

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jembatan

2.1.1. Pengertian jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa. Jembatan yang berada diatas jalan lalu lintas biasanya disebut *viaduct*. Jembatan dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Jembatan – jembatan tetap.
2. Jembatan – jembatan dapat digerakkan.

Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan untuk lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa (Struyk dan Veen, 1984).

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi : Aspek lalu lintas, Aspek teknis, Aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

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 satu titik saja, untuk menghindari timbulnya momen sekunder.

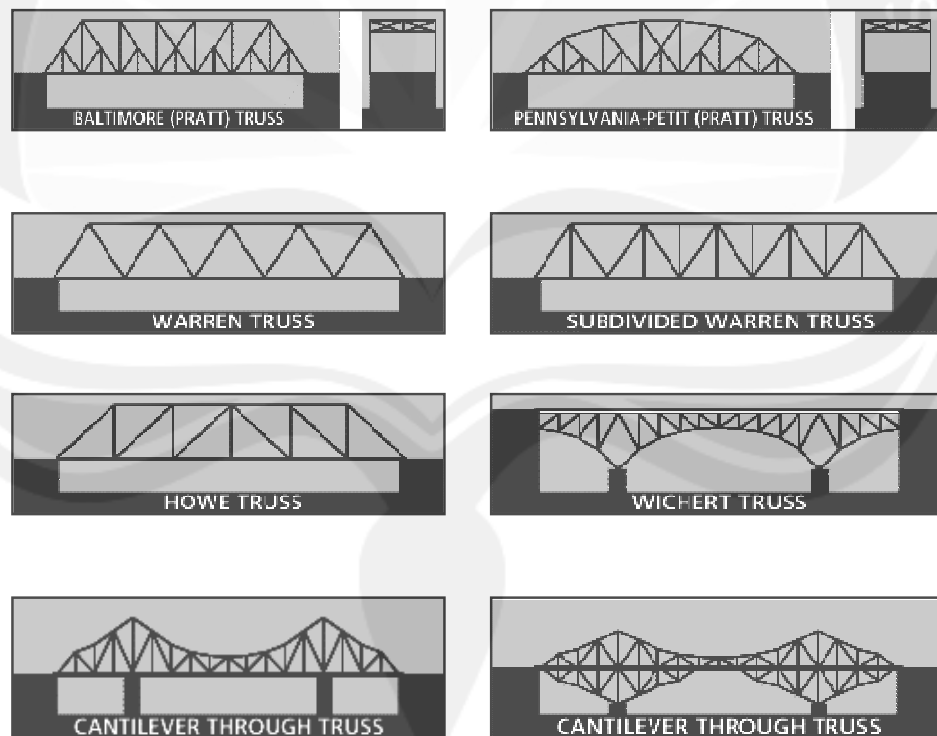
2.1.2. Peranan jembatan terhadap transportasi

Jalan merupakan alat penghubung antara daerah yang penting sekali bagi penyelenggaraan pemerintah, ekonomi kebutuhan sosial, perniagaan, kebudayaan, pertahanan. Transportasi sangat penting bagi ekonomi dan pembangunan negara dan bangsa. Maju – mundurnya suatu negara, terutama dalam bidang ekonomi sangat tergantung pada baik dan tidaknya sistem transportasi yang ada. Baik tidaknya atau lancar tidaknya transportasi sangat tergantung pada alat – alatnya, antara lain yang terpenting kendaraan – kendaraannya, sistem transportasi, *transportation policy* dan pada keadaan jalannya. Jembatan adalah bagian dari jalan itu. Jembatan sangat menentukan pula kelancaran transportasi. Peranan jembatan yang sangat penting dalam menopang sistem transportasi darat yang ada, maka jembatan harus kita buat cukup kuat dan tahan, tidak mudah rusak. Kerusakan pada jembatan dapat menimbulkan gangguan terhadap kelancaran lalu lintas jalan, terlebih – lebih di jalan yang lalu lintasnya padat seperti di jalan utama, di kota, dan di daerah ramai lainnya. Kemacetan lalu lintas dalam kota bisa terjadi karena adanya suatu perbaikan jembatan. Berpuluh – puluh bahkan ratusan kendaraan berhenti berderet – deret menunggu giliran untuk lewat jembatan. Berapakah kerugian yang diderita sebagai akibat dari waktu yang hilang itu?. Beberapa kerugian yang nyata itu dapatlah kita sebut, diantaranya penghambatan kecepatan angkut dari kendaraan – kendaraan. Kecepatan angkut sangat penting

pengaruhnya dalam bidang ekonomi, kestabilan harga – harga, kelancaran distribusi dan lain sebagainya (Subarkah, 1979).

2.1.3. Jembatan rangka (*truss bridge*)

Menurut (Satyarno, 2003) 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 2.1.



Gambar 2.1. Tipe - Tipe Jembatan Rangka

Sumber : Satyarno, 2003

2.2. Baja Konstruksi

Menurut (Spiegel dan Limbrunner, 1991) baja konstruksi adalah *alloy steels* (baja paduan), yang pada umumnya mengandung lebih dari 98 % besi dan biasanya kurang dari 1 % karbon. Komposisi aktual kimiawi sangat bervariasi untuk sifat – sifat yang diinginkan, seperti kekuatannya dan ketahanannya terhadap korosi, baja dapat juga mengandung elemen paduan lainnya, seperti silikon, magnesium, sulfur, fosfor, tembaga, krom, dan nikel, dalam berbagai jumlah. Baja tidak merupakan sumber yang dapat diperbaharui (*renewable*), tetapi dapat mempunyai daur ulang (*recycled*), dan komponen utamanya, besi, sangat banyak. Baja tidak mudah terbakar, tetapi harus anti api. Hal ini tidak dimaksudkan untuk mengatakan bahwa baja merupakan jawaban untuk semua masalah struktur. Bahan bangunan lainnya, seperti beton, bata, dan kayu, mempunyai peran sendiri – sendiri. Penggunaan struktur baja, apabila dilihat pada bangunan dan perbandingan (*ratio*) antara kekuatan berat (atau kekuatan per satuan berat) harus dipertahankan tinggi, maka bajalah yang dapat memenuhinya. Baja konstruksi juga memiliki keuntungan dan kelemahan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat – sifatnya yang dapat diduga secara cukup tepat. Kestabilan dimension, kemudahan pembuatan, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal – hal yang menguntungkan dari baja struktur ini.
2. Kelemahan baja adalah mudahnya bahan ini mengalami korosi (tidak semua jenis baja) dan berkurangnya kekuatan pada temperatu tinggi.

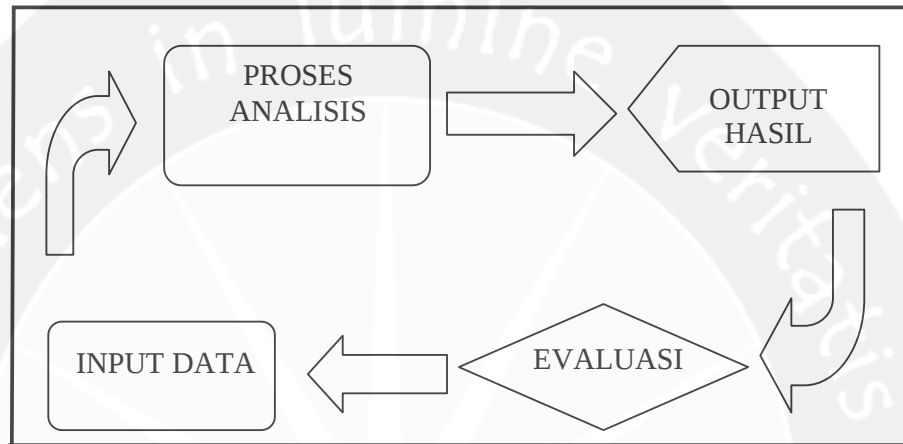
2.3. Proses Perencanaan Jembatan

2.3.1. Tahapan perencanaan

Menurut (Supriyadi dan Muntohar, 2007) perbedaan antara ahli satu dengan yang lainnya sangat dimungkinkan terjadi, dalam perencanaan jembatan, tergantung latar belakang kemampuan dan pengalamannya. Belajar dari 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 harus tidak boleh menyebabkan gagalnya proses perencanaan. Seorang ahli atau perancang paling tidak harus telah mempunyai data baik 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. Pada Gambar 2.2 akan ditunjukkan tentang suatu proses perencanaan yang perlu dilaksanakan. 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



Gambar 2.2. Skema Proses Perencanaan

Sumber : Supriyadi dan Muntohar, 2007

Pemilihan lokasi jembatan

Penentuan lokasi dan *layout* jembatan tergantung pada kondisi lalu lintas. Umumnya, suatu jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, kecuali bila terdapat kondisi-kondisi khusus. Prinsip dasar dalam pembangunan jembatan menurut (Troitsky, 1994) dalam (Supriyadi dan Muntohar, 2007) adalah jembatan untuk jalan raya, tetapi bukan jalan raya untuk jembatan. Kondisi lalu lintas yang berbeda-beda dapat mempengaruhi lokasi jembatan. Panjang - pendeknya bentang jembatan akan disesuaikan dengan lokasi jalan setempat. Penentuan bentangnya dipilih yang sangat layak dari beberapa alternatif bentang

pada beberapa lokasi yang telah diusulkan. Pertimbangan terhadap lokasi akan sangat didasarkan pada kebutuhan masyarakat yang menggunakan jembatan. Pada penentuan lokasi jembatan akan dijumpai suatu permasalahan apakah akan dibangun di daerah perkotaan ataukah 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).

1. Aspek lalu lintas

Persyaratan transportasi meliputi kelancaran arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki yang melintasi jembatan tersebut. Perencanaan yang kurang tepat terhadap kapasitas lalu lintas perlu dihindarkan, karena akan sangat mempengaruhi lebar jembatan. Pentingnya 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 muncul kompleksitas terhadap existing dan rencana, volume lalu lintas, oleh karenanya sangat diperlukan ketepatan dalam penentuan tipe jembatan yang akan digunakan. Pendekatan ekonomi selanjutnya juga sebagai bahan pertimbangan biaya jembatan perlu dibuat seminimum mungkin. Melihat beberapa kasus biaya investasi jembatan di daerah perkotaan adalah sangat tinggi. Hal ini akan sangat terkait dengan

kesesuaian lokasi yang akan direncanakan (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

2. Aspek teknis

Persyaratan teknis yang perlu dipertimbangkan antara lain :

- a. Penentuan geometri struktur, alinemen horizontal dan vertical, sesuai dengan lingkungan sekitarnya.
- b. Pemilihan sistem utama jembatan dan posisi dek.
- c. Penentuan panjang bentang optimum sesuai dengan syarat hidraulika, arsitektural, dan biaya konstruksi.
- d. Pemilihan elemen-elemen utama struktur atas dan struktur bawah, terutama tipe pilar dan *abutment*.
- e. Pendetailan struktur atas seperti : sandaran, parapet, penerangan, dan tipe perkerasan.
- f. Pemilihan bahan yang paling tepat untuk struktur jembatan berdasarkan pertimbangan struktural dan estetika.

3. Aspek estetika

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 di tengah-tengah kota. Jembatan pada kota-kota besar di dunia banyak yang mempunyai nilai estetika yang tinggi disamping kekuatan strukturalnya (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Layout jembatan

Variabel yang penting, setelah lokasi jembatan ditentukan adalah mempertimbangkan *layout* jembatan terhadap topografi setempat. Perkembangan sistem jalan raya, pada awalnya mempunyai standar yaitu jalan raya lebih rendah dari jembatan. Biaya investasi jembatan merupakan proporsi terbesar dari total biaya jalan raya. Konsekuensinya, struktur tersebut hampir selalu dibangun pada tempat yang idela untuk memungkinkan bentang jembatan sangat pendek, fondasi dapat dibuat sehematnya, dan melintasi sungai dengan *layout* berbentuk *square layout* (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Proses perencanaan jembatan akan dihadapkan pada dua sudut pandang yang berbeda antara seorang ahli jalan dan ahli jembatan menurut (Troitsky, 1994) dalam (Supriyadi dan Muntohar, 2007). Ilustrasi perbedaan kepentingan antara seorang ahli jalan dan ahli jembatan adalah sebagai berikut :

1. Pandangan ahli jembatan

Perlindungan tegak lurus sungai, jurang atau jalan rel lebih sering dipilih, dari pada perlindungan yang membentuk alinemen yang miring. Penentuan ini didasarkan pada aspek teknis dan ekonomi. Menurut (Waddel, 1916) dalam (Supriyadi dan Muntohar, 2007) menyatakan bahwa struktur yang dibuat pada alinemen miring adalah abominasi dalam lingkup rekayasa jembatan.

2. Struktur jembatan sederhana

Kenyataan untuk struktur jembatan yang relatif sederhana sering diabaikan terhadap alinemen jalan. Para ahli jalan raya yang sering menempatkan alinemen sedemikian sehingga struktur jembatan merupakan bagian penuh

dari alinemen rencana jalan tersebutm, sehingga apabila melalui sungai seringkali kurang memperhatikan *layout* secara cermat.

3. *Layout* jembatan bentang panjang

Struktur bertambahnya tingkat kegunaan jalan dan panjang bentang merupakan hal yang cukup penting untuk menentukan *layout*. Kasus seperti ini, dalam menentukan bagaimana *layout* jembatan yang sesuai perlu diselaraskan oleh kedua ahli tersebut guna menekan biaya konstruksi. Banyak faktor yang mempengaruhinya, salah satunya adalah sudut yang dibentuk terhadap bidang alinemen.

2.4. Peraturan – Peraturan Perancangan Jembatan

Struktur baja yang ada saat ini, telah berkembang pesat dengan berbagai aturan yang berbeda pada tiap negara. Konsep pemikiran dalam perhitungannya adalah sama tetapi aturan yang terjadi adalah lain, dan itu tergantung dari negara yang memakainya.

Menurut Tim Peneliti dan Pengembangan Wahana Komputer, 2003, struktru baja yang saat ini, telah berkembang pesat dengan berbagai aturan yang berbeda pada tiap negara. Diantara peraturan perhitungan struktur baja yang dipakai pada SAP 2000 adalah sebagai berikut :

1. *American institute of Steel Construction's "Allowable Stress Design and Plastis Design Spesification for Structural Steel Buildings", AISC – ASD (AISC, 1989).*
2. *American institute of Steel Construction's "Load and Resistance Factor*

Design Specification for Structural Steel Buildings”, AISC – LRFD (AISC, 1994).

3. *American Association of State Highway and Transportation Officials “AASHTO – LRFD Bridge Design Specification”, AASHTO – LRFD (AASHTO, 1997).*
4. *Canada Institute of Steel Construction’s “Limit State Design of Steel Structures”, CANICSA – s16. 1 – 94 (CISC, 1995).*
5. *British Standard Institution’s “Structural Use of Steelwork in Building”, BS5950 (BSI, 1990).*
6. *European Committee for Standardization’s “Eurocode 3 : Design of Steel Structures Part 1.1 : General Rules and Rules for Buildings”, ENV 1993 – 1 – 1 (CEN, 1992).*

(Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, 2003)

Badan Standarisasi Nasional (2005) mempunyai peraturan – peraturan yang digunakan di Indonesia, untuk merancang struktur jembatan. Peraturan yang digunakan Badan Standarisasi Nasional (2005) dalam perancangan jembatan adalah sebagai berikut :

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR, 1987)
2. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)
3. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (*Bridge Management System*, 1992)
4. Revisi SNI 03-2833-1992, tentang Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan.
5. RSNI T-03-2005, tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.

2.5. **Perencanaan Pembebanan**

Perencanaan pembebanan jembatan jalan raya didasarkan pada pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJR, 1987) dan *Bridge Management System* 1992.

1. Beban primer

Beban primer merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban primer meliputi beban mati, beban hidup, beban kejut dan gaya akibat tekanan tanah.

2. Beban sekunder

Beban sekunder merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Beban sekunder meliputi beban angin, gaya akibat perbedaan selip, gaya akibat rangka susut, gaya rem, gaya akibat gempa bumi, gaya gesekan pada tumpuan yang bergerak.

3. Beban khusus

Beban khusus merupakan beban-beban khusus untuk perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan. Beban khusus meliputi gaya sentrifugal, gaya tumbuk pada jembatan layang, gaya dan beban selama pelaksanaan, dan gaya akibat air.