

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Perencanaan

Perencanaan bertujuan untuk menentukan fungsi struktur secara tepat, dan bentuk yang sesuai, efisiensi serta mempunyai fungsi estetika. Seorang perencana merasa yakin bahwa dengan mengumpulkan data dan informasi tentang lokasi jembatan dan beban-beban yang bekerja telah cukup memadai untuk melakukan perencanaan. Pada kenyataannya, sering di jumpai bahwa setelah memperoleh data-data yang memadai, cukup sulit untuk menghubungkannya dengan rumus atau persamaan-persamaan yang telah ada. Oleh karenanya, bagaimana mungkin perencana akan menganalisis dan merancang serta melakukan proses perhitungan bila rumus-rumus yang diinginkan tidak ada, untuk itu perlu dipahami adanya suatu proses desain (*design process*) sebelum perencana melakukan perhitungan dan pemilihan struktur. (Supriyadi dan Muntohar, 2007)

2.2. Merencanakan Jembatan

2.2.1. Pemilihan lokasi jembatan

Menurut Troitsky (1994) untuk merencanakan sebuah jembatan bagi lalu lintas kendaraan, harus ditetapkan terlebih dahulu lokasinya. Kadang-kadang tempat itu sudah tertentu, artinya kita tidak bebas memilih lokasi lainnya, misalnya jembatan di dalam kota. Dalam keadaan demikian sudah tentu

konstruksi jembatannya harus disesuaikan dengan keadaan setempat, juga mengingat keindahan pemandangan dan lain sebagainya. Jika kita bebas dalam pemilihan lokasinya, maka hal terpenting yang harus kita perhatikan ialah factor-faktor apakah yang dapat menjadikan pembuatan jembatan semurah-murahnya tetapi cukup kuat dan tahan lama. Hal-hal yang mempengaruhi pemilihan lokasi untuk jembatan antara lain.

1. Bentang jembatan harus sekecil-kecilnya, jadi kita carikan tempat di mana lebar pengaliran dari sungai atau saluran yang harus dibentanginya terkecil. Dengan demikian, kita tidak memerlukan rasuk-rasuk jembatan yang panjang dan berat, lantainya pun bias dihemat, demikian pula balok-balok melintang dan pertambahan-pertambahan anginya. Pemeliharaannya pun lebih ringan.
2. Keadaan tanahnya harus baik, sehingga tidak memerlukan konstruksi pondasi yang ekstra berat dan sukar. Sungguhpun demikian baik pula diingat, bahwa pondasi yang termurah pembuatannya belum tentu memenuhi syarat tahan lama. Keadaan demikian kita dapatkan misalnya jika dengan memakai pondasi langsung di atas tanah di kemudian hari ada bahaya tergerusnya tanah dasar. Penggerusan dasar sungai oleh air dapat menyebabkan berkurangnya kestabilan tembok pangkal. Dalam keadaan ini pondasi di atas tiang-tiang kayu atau beton lebih menjamin keamanan jembatannya.
3. Profil saluran di tempat jembatan harus teratur sampai cukup panjang baik di hulu maupun di sebelah hilir jembatan, supaya didapatkan aliran air yang teratur pula.

4. Persilangannya harus siku-siku. Persilangan miring tidak hanya memperpanjang bentang jembatan, akan tetapi juga membawa kesulitan-kesulitan pada konstruksi jembatannya.

2.2.2. Bentang jembatan

Setelah lokasi untuk jembatannya ditetapkan secara definitive, ditentukan bentang yang diperlukan. Bentang ini adalah bentang harian, yaitu ukuran panjang jembatan dari sisi muka tembok pangkal hingga sisi muka tembok pangkal, diukur pada permukaan batu atau balok andasnya. Bentang ini diambil sedemikian, sehingga tidak terjadi peninggian muka air sungai di sebelah hulu tembok pangkal yang dapat menimbulkan bahaya meluapnya air banjir ke luar palung sungai. Pada umumnya luas profil pengaliran di bawah jembatan dibuat sama dengan luas profil pengaliran yang terbesar dari sungainya, yaitu di waktu banjir terbesar. Banjir terbesar yang dipakai di sini untuk merencanakan jembatannya ialah yang disebut banjir rencana. Untuk banjir rencana itu dapat dipakai banjir 25- 30 tahunan atau banjir lebih besar lagi, tergantung antara lain pada penting tidaknya jembatan yang direncanakan itu. Bagian yang terendah dari jembatan, yaitu sisi bawah balok-balok melintang atau bagian-bagian lainnya yang terendah, harus cukup tinggi di atas air banjir terbesar (Supriyadi, 1997).

2.2.3. Standar jembatan

Kalau kita harus merencanakan banyak jembatan, misalnya untuk pembangunan jalan baru, maka untuk mengurangi banyaknya pekerjaan, kita buat beberapa standar jembatan dengan bentang-bentang tertentu, misalnya 4,

5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25 meter. Sungai yang lebarnya 30 meter misalnya dapat kita bentangi dengan jembatan 2 x 15 m atau 5, 20, 5 m atau 3 x 10 m. Sungai selebar 55 m misalnya dapat kita bentangi dengan jembatan 10 dan 3 x 15 m atau 15 dan 2 x 20 m. Pemilihan bentang-bentang itu tergantung pada kemungkinan atau kelayakan penempatan pilar-pilarnya. Kalau berhubung dengan sesuatu hal tidak dapat dibuatkan pilarnya, maka harus digunakan satu bentang (Supartono, 1994).

2.2.4. Perencanaan *layout* jembatan

Setelah lokasi jembatan ditentukan, variabel berikutnya yang penting pula sebagai pertimbangan adalah *layout* jembatan terhadap topografi setempat. Pada awal perkembangan sistem jalan raya, standar jalan raya lebih rendah dari jembatan. Sebagai konsekwensinya, struktur hampir selalu dibangun pada tempat yang ideal untuk memungkinkan bentang jembatan sangat pendek, fondasi dapat dibuat sehematnya, dan melintasi sungai dengan *layout* berbentuk *square layout*.

Jembatan merupakan bagian dari jalan yang berfungsi untuk menyeberangi rintangan seperti sungai, lembah, saluran irigasi, jalan kereta api dan lain-lain sehingga memungkinkan bagi lalu lintas untuk tetap dapat melalui jalan tersebut dan persyaratan alinemen jalan dapat terpenuhi sesuai dengan batas-batas yang diijinkan. Dasar utama penempatan jembatan sedapat mungkin tegak lurus terhadap sumbu rintangan yang dilalui, sependek, sepraktis dan sebaik mungkin untuk dibangun diatas jalur rintangan. Dari keterangan yang ada bahwa bentang jembatan dengan *skewed layout* lebih panjang dibandingkan *square layout*. Dapat

diketahui hubungan antar besarnya sudut yang dibentuk terhadap biaya konstruksi jalan dan jembatan (Supriyadi dan Muntohar, 2000).

2.2.5. Penyelidikan lokasi

Setelah lokasi dan layout jembatan ditetapkan pada peta, tahap berikutnya adalah mempersiapkan tahap *preliminary design*. Akan tetapi sebelumnya hal penting yang harus dipelajari adalah tentang keadaan lokasi jembatan, terutama kondisi rencana struktur bawah pada sungai. Langkah pertama dalam desain dan konstruksi jembatan adalah pendetailan penyelidikan lokasi. Tipe, panjang bentang, dan biaya serta beberapa kejanggalan dalam tahap perencanaan dapat ditentukan dari hasil penyelidikan ini (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

2.3. Sambungan Baut

Setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang yang disatukan dengan alat pengencang. Salah satu pengencang di samping las, yang cukup populer adalah baut terutama baut mutu tinggi. Baut mutu tinggi menggeser penggunaan paku keeling sebagai alat pengencang karena beberapa kelebihan yang dimilikinya dibandingkan paku keeling, seperti jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit, kemampuan menerima gaya yang lebih besar, dan secara keseluruhan dapat menghemat biaya konstruksi (Setiawan, 2008).

2.4. Penjelasan Umum Jembatan

Menurut Struyk dan Veen, (1984) jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jika jembatan itu berada diatas jalan lalu lintas biasa maka biasanya disebut *viaduct*. Jembatan-jembatan dapat dibagi dalam golongan-golongan seperti berikut.

1. Jembatan-jembatan tetap (termasuk dalam golongan I).
2. Jembatan-jembatan dapat digerakkan (termasuk dalam golongan II).

Kedua golongan jembatan tersebut dipergunakan untuk lalu lintas kereta api dan lalu lintas biasa.

Golongan I dapat dibagi-bagi dalam.

1. Jembatan kayu, melulu untuk lalulintas biasa pada bentangan kecil dan untuk jembatan pembantu.
2. Jembatan baja, terbagi atas :
 - a. jembatan yang sederhana dimana lantai kendaraannya langsung berada diatas gelagar-gelagar. Untuk gelagar-gelagar itu dipergunakan yang dikonstruir atau gelagar-gelagar canai,
 - b. jembatan-jembatan gelagar kembar,
 - c. jembatan dengan pemikul lintang dan pemikul memanjang,
 - d. jembatan pelengkungan,
 - e. jembatan gantung,
3. Jembatan-jembatan dari beton bertulang.

4. Jembatan batu.

Golongan II dapat dibagi dalam.

1. Jembatan-jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar, yaitu ;
 - a. jembatan-jembatan angkat,
 - b. jembatan-jembatan baskul,
 - c. jembatan lipat *Strauss*.
2. Jembatan yang dapat berputar diatas poros mendatar juga termasuk poros-poros yang dapat berpindah sejajar dan mendatar, seperti apa yang dinamakan jembatan-jembatan baskul beroda.
3. Jembatan-jembatan yang dapat berputar atas suatu poros tegak, atau jembatan-jembatan putar.
4. Jembatan yang dapat berkisar kea rah tegak lurus atau mendatar.

Menurut Tristanto (2008) jembatan pada umumnya terdiri atas dua bagian konstruksi yaitu bagian konstruksi atas dan bagian konstruksi bawah.

1. Bagian pokok konstruksi atas (berdasarkan bentuk struktur jembatan) terdiri atas :
 - a. gelagar memanjang, melintang,
 - b. pengaku/diafragma,
 - c. ikatan angin atas dan bawah,
 - d. rangka jembatan,
 - e. portal ujung-ujung,
 - f. rantai jembatan,
 - g. sistim perletakan (bergerak(rol), tetap(sendi)),

- h. bagian pelengkap (*curbs*, railing, trotoar, drainasi),
 - i. fasilitas lain(lampu, telepon umum, saluran/pipa air, gas dan kabel).
2. Bagian pokok konstruksi bawah jembatan terdiri atas :
- a. fondasi (pasangan batu, sumuran, tiang pancang),
 - b. kepala jembatan (Abutment),
 - c. pilar/tiang jembatan,
 - d. dinding penahan tanah.

2. 4.1. Peranan jembatan terhadap transportasi

Menurut Subarkah (1979) sebagaimana kita ketahui, jalan merupakan alat penghubung atau alat perhubungan antar daerah yang penting sekali bagi penyelenggaraan pemerintahan, ekonomi kebutuhan sosial, perniagaan, kebudayaan, pertahanan. Juga kita sadari betapa pentingnya transportasi bagi ekonomi dan pembangunan negara dan bangsa. Maju-mundurnya suatu negara, terutama dalam bidang ekonomi sangat tergantung pada baik dan tidaknya sistem transportasi. Akan tetapi 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. Oleh karena itu jembatan menentukan pupa kelancaran transportasi.

Karena sangat pentingnya, 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 padatseperti di jalan utama, di kota dan di daerah ramai lainnya. Tak

jarang kita lihat kemacetan lalu lintas dalam kota karena adanya suatu perbaikan jembatan. Berpuluh-puluh kendaraan berhenti berderet-deret menunggu giliran untuk liwat jembatan. Berapakah besarnya kerugian yang diderita sebagai akibat dari waktu yang hilang itu? Beberapa segi kerugian yang nyata 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).

2.4.2. Struktur jembatan baja

Struktur jembatan baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain (Asiyanto, 2005).

2.5. Bentuk dan Tipe Jembatan

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, dengan berbagai macam bentuk.

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.

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.

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.

2.6. Bagian- Bagian Jembatan

Dalam konstruksi jembatan bagian-bagian jembatan memegang peranan penting dari konstruksi bangunan tersebut. Adapun bagian-bagian jembatan menurut Supriyadi dan Muntohar (2007), adalah sebagai berikut.

1. Balok lantai jembatan.

Lantai jembatan berfungsi sebagai lantai untuk lalu lintas, merupakan balok yang disusun sedemikian sehingga mampu mendukung beban. Biasanya dipasang dalam arah melintang jembatan, di atas gelagar (rasuk).

2. Gelagar (rasuk).

Gelagar jembatan akan mendukung semua beban yang bekerja pada jembatan. Bahan gelagar berupa kayu atau profil baja berupa profil kanal, profil H atau I. Bila menggunakan baja akan memberikan kekuatan struktur yang lebih baik dibandingkan bahan kayu.

3. Tiang sandaran dan Trotoar.

Tiang sandaran merupakan kelengkapan jembatan yang berfungsi untuk keselamatan sekaligus untuk membuat struktur lebih kaku. sedangkan trotoar bisa dibuat dan bisa juga tidak, tergantung perencanaan. Secara umum, lebar trotoar minimum adalah untuk simpangan 2 orang yaitu $\pm 100 - 150$ cm.

2.7. Peraturan – Peraturan Perancangan Jembatan

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2005) peraturan-peraturan yang digunakan di Indonesia yang digunakan untuk merancang struktur jembatan yaitu.

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJR, 1987),

2. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI),
3. Peraturan Perencanaan Teknik jembatan (*Bridge Management System, 1992*),
4. RSNI T-03-2005, tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.

2.8. Beban Jembatan

Dalam Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, (PPJR, 1987), Departemen Pekerjaan Umum, dicantumkan bahwa untuk merencanakan pembebanan suatu jembatan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

1. Beban Primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.

Yang termasuk beban primer 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. Yang termasuk beban sekunder adalah :
 - a. beban angin,
 - b. gaya akibat 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. Yang termasuk beban khusus 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 di atas perlu diperhatikan, apabila hal tersebut menyangkut kekhususan jembatan, antara lain system konstruksi dan tipe jembatan serta keadaan setempat, misalnya gaya pratekan, gaya angkat (*buoyancy*), dan lain-lain.