

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Jembatan adalah sebuah struktur konstruksi bangunan atau infrastruktur sebuah jalan yang difungsikan sebagai penghubung yang menghubungkan jalur lalu lintas pada satu tempat ke tempat lain, dimana terdapat penghalang seperti sungai, bukit, danau, rawa atau bahkan jalan raya. Tujuan dibuatnya jembatan adalah untuk membuat jalan bagi orang atau kendaraan melewati rintangan yang ada tersebut. Selain itu, jembatan juga menjadi alternatif untuk menyambung ruas jalan sehingga mampu memperpendek jarak tempuh (Struyk & Veen, 1984).

Proses pembangunan jembatan meliputi beberapa tahapan dimana setiap tahapan tersebut memiliki peran penting dalam pembuatan sebuah jembatan. Proses tersebut, menurut Muntohar dan Supriyadi (2007) adalah melakukan survey data, kompilasi data yang sudah didapat, evaluasi data, desain awal (penentuan tipe struktur, bahan struktur, model struktur, dimensi model struktur dan hitungan awal), evaluasi desain awal, desain akhir (modifikasi akhir, model struktur akhir, hitungan akhir, lalu gambar dari rancangan tersebut lengkap dengan RKS dan RAB).

2.2 Definisi Jembatan

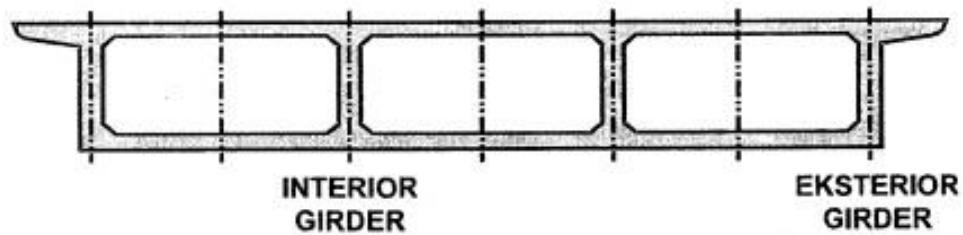
Jembatan adalah infrastruktur dari sebuah jalan atau sebuah struktur bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama ketinggian permukaannya. Secara umum, suatu jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, kecuali bila

terdapat kondisi-kondisi khusus. Oleh karena itu dalam perencanaan dan perancangan jembatan, 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 ini biasanya jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa). Jika jembatan itu berada di atas jalan lalu lintas biasa maka dinamakan *viaduct*.

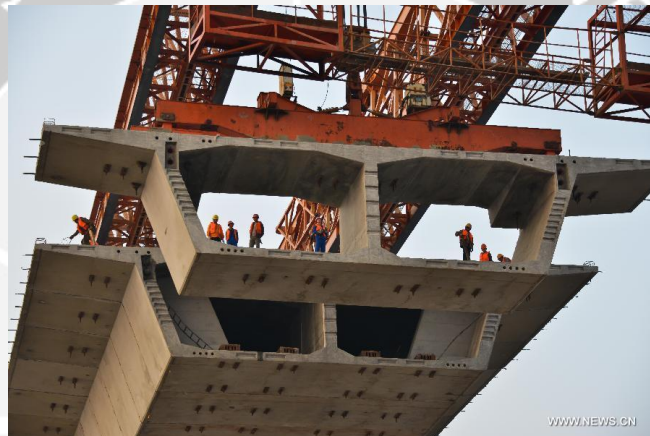
2.3 Jembatan Gelagar Kotak (*Box Girder*)

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007), 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. Bentang sederhana sepanjang 40 *ft* (± 12 *m*) menggunakan tipe ini, tetapi biasanya bentang gelagar kotak beton bertulang lebih ekonomis dengan bentang 60-100 *ft* ($\pm 18 - 30$ *m*) dan biasanya didesain sebagai struktur menerus di atas pilar. Gelagar kotak beton prategang dalam desain biasanya lebih menguntungkan untuk bentang menerus dengan panjang bentang ± 300 *ft* (± 100 *m*). Keuntungan gelagar kotak adalah pada tahanan terhadap beban torsi.



Gambar 2.1 Tipikal Penampang Melintang Jembatan Gelagar Kota (*Box Girder Bridge*)

Sumber : Supriyadi dan Muntohar, 2007



Gambar 2.2 Struktur Jembatan Menggunakan Box Girder

Sumber :

<http://www.precastconcreteconstruction.com/wpcontent/uploads/2014/12/box-girder-Hangzhou-Bay-area.jpg>

2.4 Beton Prategang

Beton prategang adalah jenis beton dimana tulangan bajanya ditarik atau ditegangkan terhadap betonnya. Penarikan ini menghasilkan system kesetimbangan pada tegangan dalam (Tarik pada baja dan tekan pada beton) yang akan meningkatkan kemampuan beton menahan beban luar (Supriyadi & Muntohar, 2007).

Karena beton cukup kuat dan daktail terhadap tekanan dan sebaliknya lemah serta rapuh terhadap tarikan maka kemampuan menahan beban luar dapat

ditingkatkan dengan pemberian pratekan (Collins & Mitchell, 1991). Sedangkan menurut komisi ACI (ACI 318, tahun 2008), beton prategang adalah beton beton yang mengalami tegangan dalam dengan besar dan distribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban luar. Pada elemen beton bertulang, sistem prategang dilakukan dengan menarik tulangnya.

Menurut Lin & Burns (1982), ada tiga konsep yang berbeda yang dapat dipakai untuk menjelaskan dan menganalisis sifat-sifat dasar dari beton prategang. Konsep tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sistem prategang untuk mengubah beton menjadi bahan yang elastis.

Pada sistem ini, beton prategang adalah beton yang ditransformasikan dari bahan yang getas menjadi bahan yang elastis dengan memberikan tekanan (desakan) terlebih dahulu (pratekan) pada bahan tersebut. Beton yang tidak mampu menahan tarikan dan kuat memikul tekanan sedemikian rupa sehingga bahan yang getas dapat memikul tegangan tarik.

2. Sistem prategang untuk kombinasi baja mutu tinggi dengan beton.

Pada sistem ini beton prategang sebagai kombinasi dari baja dan beton seperti pada beton bertulang, dimana baja menahan tarikan dan beton menahan desakan, dengan demikian kedua bahan membentuk tahanan untuk menahan momen eksternal.

3. Sistem prategang untuk mencapai perimbangan beban.

Konsep ini terutama menggunakan prategang sebagai usaha untuk membuat seimbang gaya-gaya pada sebuah batang. Penerapan dari konsep ini

menganggap beton diambil sebagai benda bebas dan menggantikan tendon dengan gaya-gaya pada beton sepanjang bentang.

Pada keseluruhan desain struktur beton prategang, pengaruh dari prategang dipandang sebagai keseimbangan berat sendiri sehingga batang yang mengalami lenturan seperti plat, balok dan gelagar tidak akan mengalami tegangan lentur pada kondisi pembebanan yang terjadi. Hal ini memungkinkan transformasi dari batang lentur menjadi batang yang mengalami tegangan langsung dan menyederhankan persoalan dalam desain maupun analisis struktur yang rumit (Lin & Burns, 1982).

2.5 Unsur-Unsur Struktur Atas pada Fly Over

Menurut Supriyadi dan Muntohar tahun 2007, struktur atas *fly over* adalah struktur yang mengalami beban kendaraan yang melintas secara langsung. Struktur atas dari sebuah *fly over* adalah :

1. tiang sandaran,
2. trotoar,
3. pelat lantai,
4. balok prategang atau *box girder*,
5. diafragma,
6. *deck slab*,

2.6 Sistem Pembebanan

Menurut buku “Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya tahun 1987”, pedoman pembebanan untuk perencanaan jembatan jalan raya merupakan dasar dalam menentukan beban-beban dan gaya-gaya untuk perhitungan tegangan-tegangan yang terjadi pada setiap bagian jembatan. Data dari sistem pembebanan yang berlaku pada jembatan adalah sebagai berikut :

1. Beban primer

Beban primer adalah beban yang utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. Yang termasuk beban primer adalah :

a. Beban mati

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.

b. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan-kendaraan bergerak/lalulintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup terdiri dari 2 macam yaitu beban “T” yang merupakan beban terpusat untuk lintai kendaraan dan beban “D” yang merupakan beban jalur untuk gelagar.

c. Beban kejutan

Beban kejutan adalah beban yang berasal dari pengaruh-pengaruh getaran-getaran dan pengaruh-pengaruh dinamis lainnya.

2. Beban sekunder

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan.

Beban sekunder sendiri terdiri dari:

a. Beban angin

Pengaruh beban angin sebesar 150 kg/m^2 pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan, dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Jumlah luas bidang vertikal bangunan atas jembatan yang dianggap terkena oleh angin ditetapkan sebesar suatu prosentase tertentu terhadap luas bagian-bagian sisi jembatan dan luas bidang vertikal beban hidup. Bidang vertikal beban hidup ditetapkan sebagai suatu permukaan bidang vertikal yang mempunyai tinggi menerus sebesar 2 (dua) meter di atas lantai kendaraan.

b. Gaya rem

Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban "D" tanpa koefisien kejutan yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter di atas permukaan lantai kendaraan.

c. Gaya akibat gempa bumi

Jembatan yang akan dibangun pada daerah-daerah dimana diperkirakan terjadi pengaruh gempa bumi, harus direncanakan dengan menghitung pengaruh gempa bumi tersebut sesuai dengan acuan perencanaan tahan gempa terhadap jembatan yang berlaku di Indonesia. Pengaruh gempa bumi pada jembatan dihitung senilai dengan pengaruh suatu gaya horizontal pada konstruksi akibat beban mati konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau dan perlu ditinjau pula gaya-gaya lain yang berpengaruh seperti gaya gesek pada perletakan, tekanan hidrodinamik akibat gempa, tekanan tanah akibat gempa dan gaya angkat apabila pondasi yang direncanakan merupakan pondasi langsung.

3. Beban khusus

Beban khusus adalah beban yang merupakan beban-beban khusus untuk perhitungan tegangan pada perencanaan jembatan. Beban khusus tersebut terbagi menjadi beberapa macam, yaitu sebagai berikut :

- a. gaya sentrifugal,
- b. gaya tumbuk pada jembatan layang,
- c. beban dan gaya selama pelaksanaan,

2.7 Urutan Tindakan Dalam Perencanaan

Menurut Manu tahun 2002, pada saat melakukan sebuah perancangan jembatan harus memiliki urutan tindakan dalam perencanaan perlu diperhatikan, sebagai berikut:

1. Pengumpulan data pendahuluan (*preliminary data*)

Disamping sebagai pelengkap pada pengumpulan final data, data pendahuluan diperlukan untuk mengestimate design dan cost. Pada umumnya, data-data pendahuluan ini terdiri dari data-data terdahulu dan data-data visual. Data-data visual diantaranya adalah kondisi banjir, gejala erosi dan perpindahan aliran sungai, saran relokasi jembatan, kondisi traffic, kemampuan pengadaan material, kemampuan teknis dan pelaksanaan, kondisi jembatan yang ada, sketsa penampang sungai atau jembatan, serta data-data teknis yang lainnya.

2. Desain Pendahuluan (*Design Preliminary*).

Bila data pendahuluan sudah terkumpul, dapat dilakukan pembahasan desain. Pembahasan berupa ketentuan-ketentuan secara pendekatan terhadap lokasi jembatan baru, statika konstruksi dan dimensi pendahuluan, material yang digunakan, lokasi bangunan bawah, macam dan bentuk pondasi, taksiran biaya.

3. Data Akhir (*Final Data*).

Final data diperlukan untuk melengkapi pesain awal menjadi desain final. Untuk pelaksanaan final data, dasar penyelidikan yang diambil diperoleh dari desain pendahuluan atau design preliminary.

4. Desain Akhir (*Final Design*).

Desain akhir dihasilkan dari preliminary design dan final data, serta mencakup seluruh bagian perencanaan sampai detail-detail dari perencanaan tersebut.

2.8 Cara Penegangan

Cara penegangan untuk beton prategang ada dua acara, yaitu *Pre-tensioned Prestressed Concrete* dan *Post-tensioned Prestressed Concrete* (Lin & Burns, 1982).

2.8.1 *Pre-tensioned prestressed concrete*

Cara penegangan ini adalah konstruksi dimana tendon ditegangkan dengan pertolongan alat pembantu sebelum beton dicor atau sebelum beton mengeras dan gaya prategang dipertahankan sampai beton cukup keras. Setelah beton mencapai kekuatan yang diperlukannya, tegangan pada jangkar dilepas perlahan-lahan dan baja terjangkar pada ujung-ujung konstruksi.

Gaya prategang sepenuhnya akan ditransfer ke beton melalui panjang transmisi tertentu yang tergantung pada kondisi permukaan serta profil penampang baja, diameternya dan kekuatan beton. Juga dipengaruhi oleh efek penjangkaran di ujung baja prategang, yang cenderung hendak kembali ke ukuran diameter semula.

Keuntungan *pre-tensioned prestressed concrete* adalah sebagai berikut :

1. Daya lekat yang bagus dan kuat terjadi antara baja tegangan dan beton pada seluruh panjangnya.
2. Supervisi yang memuaskan dapat dikerjakan, sebab biasanya pretensioning dikerjakan di pabrik.
3. *Curing* dari beton lebih mudah ditentukan.

2.8.2 *Post-tensioned prestressed concrete*

Cara penegangan ini adalah konstruksi dimana setelah beton cukup keras, barulah baja yang tidak melekat pada beton, diberi tegangan. Pada metode ini, beton dicor dulu dan dibiarkan mengeras sebelum diberi gaya prategang. Baja dapat ditempatkan dalam posisi seperti profil yang telah ditentukan, lalu dicor dalam beton, lekatan dihindarkan dengan menyelubungi baja, dengan membuat saluran/pipa untuk tempat kabel.

Bila kekuatan beton yang diperlukan telah tercapai, maka baja ditegangkan diujung-ujungnya dan dijangkar. Gaya prategang ditansfer ke beton melalui jangkar pada saat baja ditegangkan, jadi dengan demikian beton ditekan.

Profil baja yang lengkung yang biasa digunakan pada *post-tensioning*, memungkinkan pendistribusian yang efektif dari gaya prategang dalam penampang-penampang yang dikehendaki oleh konstruktor.

Pada saat penegangan, kontak antara baja dan beton harus dikurangi sebanyak-banyaknya, baja tegangan dapat kawat (*wire*) atau strengan (*strand*), kabel yang terdiri dari kawat terpisah atau streng, atau batang campuran yang ditempatkan dalam pipa, saluran, alur terbuka atau tertanam dalam beton, atau sama sekali diluar beton.