

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Jembatan adalah suatu fasilitas bangunan jalan yang berfungsi mendukung lalu lintas jalan raya atau beban-beban yang bergerak diatas suatu rintangan atau tempat rendah seperti danau, sungai, terusan, jalan raya, jalan kecil, atau kombinasi semuanya (S.P. Bindra, 1970).

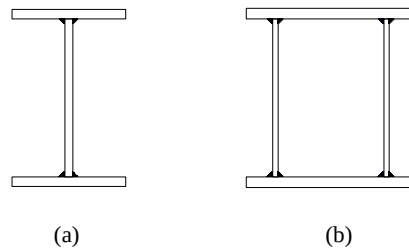
Secara umum komponen jembatan dibagi menjadi dua bagian besar yaitu, *uperstructure* dan *substructure*. *Uperstructure* merupakan bagian atas jembatan yang terdiri dari sandaran, lantai jembatan, dan pendukung lantai dengan sistem struktur seperti balok, *girder*/gelagar. Sedangkan *substructure* merupakan suatu sistem yang mendukung *uperstructure*. *Substructure* terdiri dari *abutment*, *pier*/pilar, dinding sayap/*wing wall*, serta pondasi pilar dan pondasi *abutment* (S.P. Bindra, 1970).

Struktur jembatan dengan gelagar baja adalah jembatan yang menggunakan baja sebagai gelagar/balok jembatan. Jembatan pada dasarnya terdiri dari pondasi utama, gelagar/balok, pilar, lantai, dan *abutment*. Gelagar komposit dan kolom-kolom pilar merupakan bagian dari bangunan yang meneruskan gaya-gaya dari lantai jembatan ke pondasi yang berarti ke bawah tanah.

2.2 GELAGAR PELAT (PLATE GIRDER)

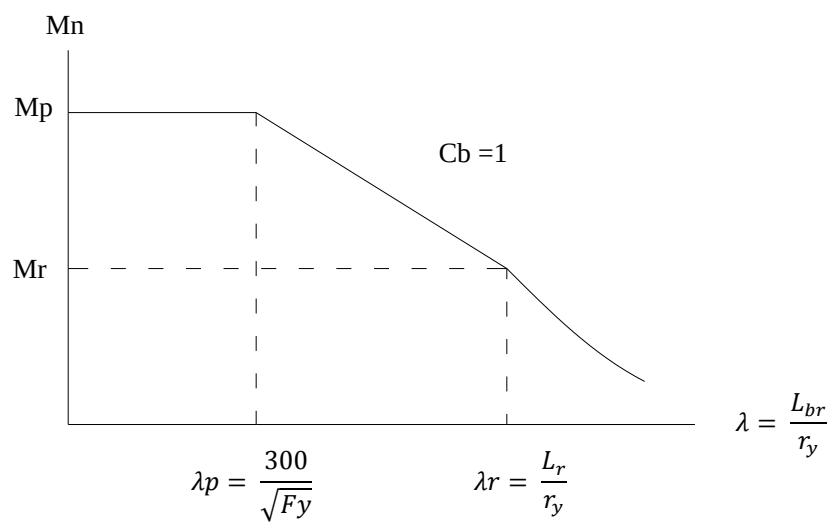
Salah satu aplikasi dari jembatan gelagar adalah jembatan gelagar pelat. Gelagar pelat merupakan komponen struktur yang terdiri dari beberapa elemen pelat. Bentuk penampang yang sering digunakan terdiri dari sebuah pelat badan (*web*) dengan dua buah pelat sayap (*flens*) yang dihubungkan satu sama lain dengan las. Sebelum dikenal metode pengelasan maka digunakan sambungan baut

maupun paku keling. Beberapa contoh bentuk gelagar pelat dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.

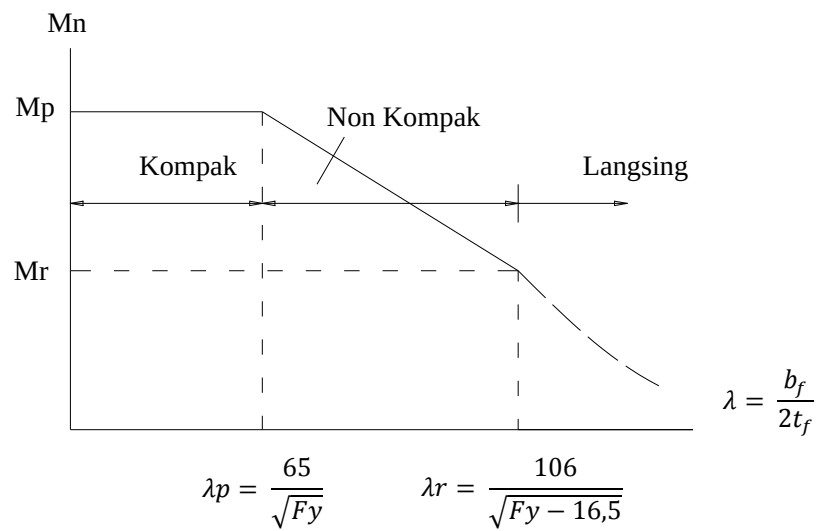


Gambar 2.1 Penampang Gelagar Pelat

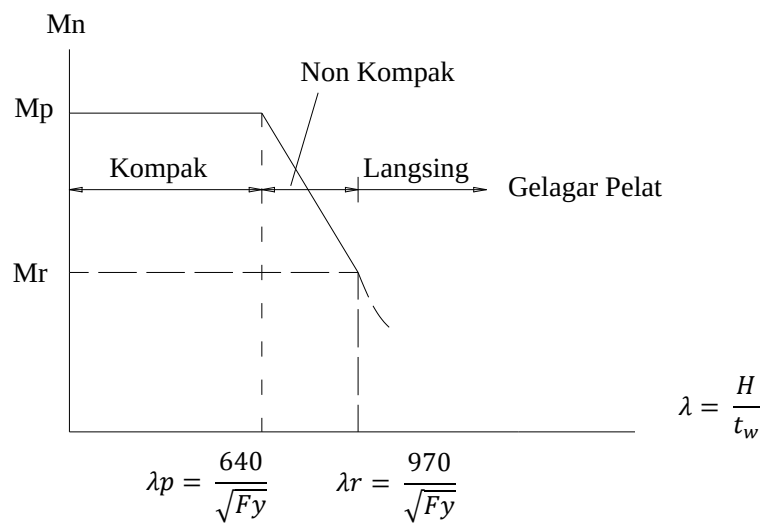
Pada dasarnya gelagar pelat merupakan balok tinggi, sehingga keadaan batas (*limit state*) yang berlaku pada balok masih berlaku pada gelagar pelat. Gambar 2.2 menunjukkan kurva hubungan antara kuat momen nominal M_n dengan rasio kelangsingan λ untuk keadaan batas lentur dasar, tekuk puntir lateral, tekuk lokal sayap, dan tekuk lokal badan balok.



(a) Keadaan batas tekuk puntir lateral



(b) Keadaan batas tekuk lokal sayap



(c) Keadaan batas tekuk lokal badan balok

Gambar 2.2 Keadaan Batas Lentur (Salmon and Johnson, 1996)

Kuat momen nominal (M_n), untuk penampang yang tidak kompak ($\lambda_p < \lambda < \lambda_r$) harus ditentukan berdasarkan ketiga macam kondisi batas, yaitu tekuk torsi lateral, tekuk lokal sayap, serta tekuk lokal badan. Nilai M_n yang terkecil dari

ketiga batas tersebut adalah nilai yang menentukan besarnya kuat momen nominal dari suatu komponen struktur terlentur.

Komponen struktur baja dapat dikategorikan sebagai balok biasa atau sebagai balok gelagar pelat, tergantung dari rasio kelangsingan badan (*web*, $\lambda = \frac{h}{t_w}$), dengan h adalah tinggi bersih bagian badan dan t_w adalah tebal dari badan. Jika;

- a. $\frac{h}{t_w} < \frac{970}{\sqrt{fy}}$, maka komponen struktur tersebut dikategorikan sebagai balok biasa, dan jika,
- b. $\frac{h}{t_w} > \frac{970}{\sqrt{fy}}$, maka komponen struktur tersebut harus dikategorikan sebagai gelagar pelat.

Kuat lentur dan geser dari suatu gelagar pelat sangat tergantung dari badan (*web*) profil, badan (*web*) yang langsing akan menimbulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tekuk akibat lentur pada bidang badan (*web*) balok, akan mengurangi efisiensi badan (*web*) balok tersebut untuk memikul momen lentur,
2. Tekuk dalam sayap tekan dalam arah vertikal akibat kurang kakunya badan (*web*)
3. Tekuk akibat geser

Hal khusus yang dijumpai pada komponen struktur gelagar pelat adalah adanya pemasangan pengaku melintang (*stiffener*). Pengaku tersebut dapat memperbesar/ meningkatkan kekuatan balok untuk menahan geser. Kekuatan tekuk elastis atau tak-elastis suatu badan balok gelagar pelat dalam geser, tidak mewakili kekuatan maksimum dalam geser. Akan terdapat kekuatan pasca tekuk (*post buckling strength*) setelah tekuk terjadi apabila digunakan pengaku yang direncanakan dengan tepat. Pengaku yang dipasang pada gelagar pelat juga akan mengakibatkan gelagar tersebut memiliki perilaku seperti rangka batang (*truss*),

badan (*web*) akan memikul gaya tarik diagonal sedangkan pengaku akan memikul gaya tekan. Perilaku yang menyerupai rangka batang ini disebut aksi tarik-medan (*tension-field action*).

2.3 GELAGAR KOMPOSIT

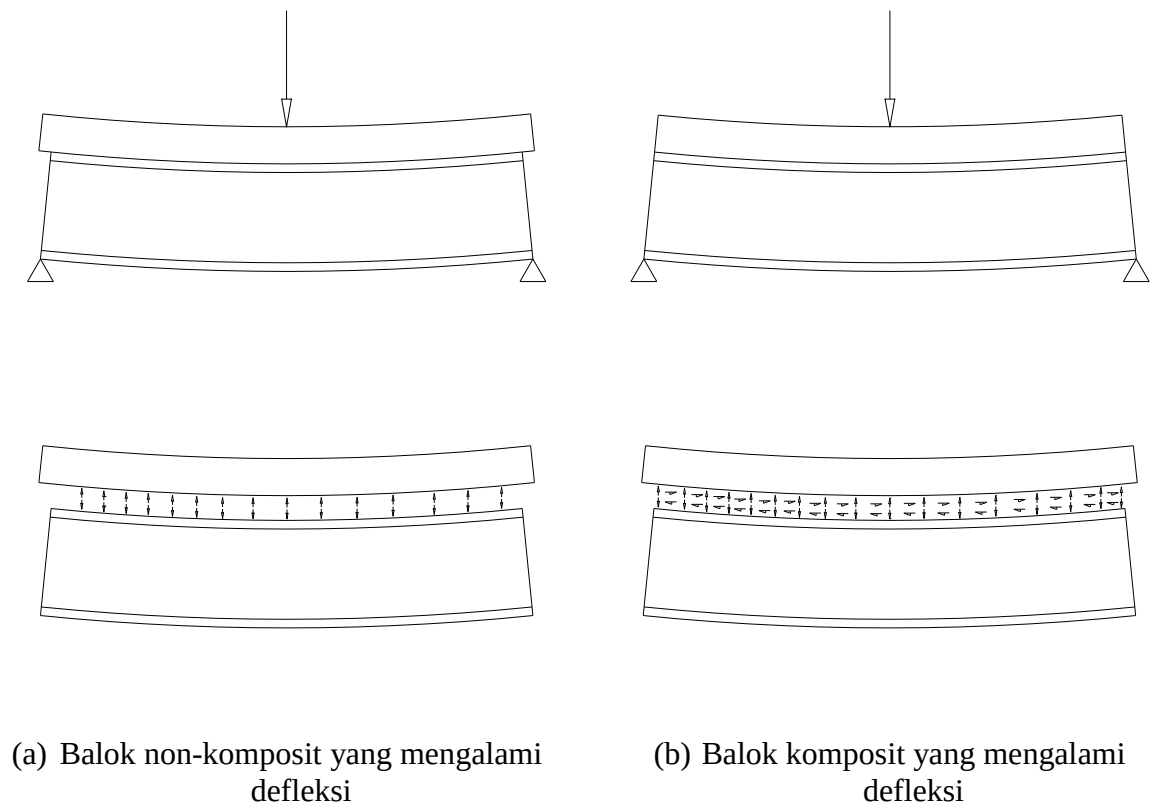
Gelagar komposit merupakan struktur jembatan dengan gelagar baja dalam hal ini gelagar pelat yang dihubungkan dengan pelat lantai beton bertulang dengan menggunakan alat penyambung geser mekanis (*shear connector*), yang akan mentransfer gaya geser *longitudinal* akibat pembebanan dari pelat ke gelagar dan menahan agar pelat tidak terangkat. Dengan struktur seperti itu, gelagar baja dan pelat lantai akan menjadi satu kesatuan yang kompak dan mendukung beban secara bersama sebagai satu kesatuan struktur.

Konsep kelakuan gelagar komposit dapat dipahami dengan membandingkan aksi yang terjadi antara gelagar komposit dan gelagar non-komposit dalam menahan beban. Pada gelagar non-komposit, antara balok baja dan slab beton bukan merupakan satu kesatuan dan tidak terjadi interaksi sehingga masing-masing memikul beban secara terpisah. Jika pada slab beton diberi beban secara vertikal maka pada slab beton akan mengalami interaksi tegangan regangan dimana pada permukaan bawah slab beton akan mengalami gaya tarik sehingga permukaan bawahnya memanjang. Kemudian beban vertikal tersebut akan ditransfer kepada balok baja sehingga pada balok baja tersebut juga akan mengalami interaksi tegangan regangan yang terpisah dari slab beton. Interaksi tegangan regangan yang terjadi pada balok baja tersebut akan mengakibatkan bagian atas balok baja mengalami tekan sehingga mengalami pemendekan. Dengan demikian akan terjadi diskontinuitas pada bidang kontak antara slab beton dengan balok baja. Tidak adanya interaksi komposit menyebabkan pada bidang kontak antara balok baja dengan slab beton hanya bekerja arah vertikal.

Pada gelagar komposit, antara balok baja dengan slab beton merupakan satu kesatuan dan mengalami interaksi yang menyebabkan adanya geser horizontal pada bidang kontak. Gaya geser tersebut disebabkan oleh adanya alat sambung geser (*shear connector*) pada bidang kontak tersebut. Dengan adanya *shear*

connector tersebut, maka slab beton dan balok baja akan bekerja sebagai satu kesatuan. Apabila kesatuan komposit tersebut diberi beban vertikal maka interaksi tegangan regangan akan terjadi pada struktur tersebut sebagai satu kesatuan. Apabila garis netral dari struktur tersebut terletak pada balok baja, bagian bawah slab beton akan masuk kedalam daerah yang mengalami tekan, sehingga seluruh bagian slab beton akan mengalami tekan.

Gambar 2.3 dibawah ini menjelaskan perbedaan antara struktur komposit dan struktur non-komposit pada saat diberikan beban.



Gambar 2.3 Balok Non-Komposit dan Balok Komposit

2.4 ABUTMENT DAN PILAR

Abutment mempunyai dua fungsi pokok, yaitu mendukung ujung-ujung jembatan dan menyediakan dukungan lateral, paling tidak bagi tanah atau batu disekitar jembatan. Oleh karena itu, *abutment* merupakan kombinasi dari fungsi pilar dan dinding penahan tanah (*Peek, Hanson, Toohrnborn, 1973*).

Pilar merupakan bagian dari jembatan yang berfungsi sebagai penyangga gelagar jembatan pada jembatan bentang panjang, karena gelagar jembatan tidak mungkin bertumpu pada kedua *abutment*. Pilar biasanya terletak ditengah-tengah/diantara dua *abutment*. Bentuk pilar jembatan meliputi masif (*solid*), kotak, bundar, oval, dan bisa juga terdiri beberapa kolom atau terdiri dari satu kolom.

2.5 PONDASI

Pondasi merupakan elemen struktur yang berfungsi meneruskan beban yang bekerja di atasnya ke bagian bawahnya (tanah). Kegagalan perencanaan pondasi akan mengakibatkan bangunan secara keseluruhan tidak stabil dan mudah runtuh, meskipun struktur atas kuat dan aman.

Oleh karena itu data yang diperlukan untuk menentukan jenis pondasi suatu bangunan antara lain:

1. Susunan, tebal, dan sifat lapisan tanah,
2. Besar, macam, dan sifat khusus bangunan,
3. Peralatan yang tersedia,
4. Beban yang harus didukung,
5. Biaya, tenaga kerja, dan lingkungan sekitar bangunan.

Selain data di atas, terdapat persyaratan teknis yang harus diperhatikan dalam merencanakan pondasi antara lain:

1. Tanah dasar harus mampu mendukung beban yang bekerja diatasnya,

2. Pondasi aman terhadap bahaya geser dan guling yang mungkin terjadi,
3. Dapat menahan tekanan air yang mungkin terjadi,
4. Dapat menyesuaikan terhadap kemungkinan terjadinya gerakan-gerakan tanah, antara lain, penyusutan tanah, tanah yang labil, ataupun gaya horizontal akibat beban gempa bumi.

Adapun jenis-jenis pondasi adalah sebagai berikut:

1. Pondasi dangkal, yaitu pondasi dengan kedalaman < 3 m. pondasi dangkal terdiri dari beberapa jenis, diantaranya adalah:
 - a. Pondasi staaal, yaitu pondasi batu kali yang menerus, biasanya digunakan pada rumah tinggal sederhana.
 - b. Pondasi plat kaki, yaitu pondasi yang berbentuk plat dengan pembebanan terbalik dan kedalaman pondasinya $\pm 2,5$ m.
2. Pondasi dalam, yaitu pondasi dengan kedalaman ≥ 3 m. adapun yang termasuk pondasi dalam antara lain:
 - a. Pondasi tiang pancang, yaitu pondasi yang dikerjakan dengan cara tiang pancang dibuat terlebih dahulu sebelum dipancang. Untuk memasukkan tiang ke dalam tanah sampai kedalaman yang telah direncanakan dilakukan dengan cara memukul kepala tiang berulang kali dengan sebuah palu khusus (alat pancang).
 - b. Pondasi tiang bor, yaitu pondasi yang dikerjakan dengan membuat sebuah lubang ditanah dengan diameter tertentu menggunakan alat bor hingga dicapai kedalaman yang diinginkan. Kemudian ke dalam lubang tersebut dimasukkan tulangan baja yang telah dirangkai dan selanjutnya dilakukan pengisian (pengecoran) material beton ke dalamnya.
3. Pondasi sumuran, yaitu pondasi yang berfungsi untuk perbaikan tanah dasar pondasi.

Berdasarkan data yang tersedia, dengan berbagai pertimbangan teknis, dan kondisi di lapangan, maka Jembatan Sardjito II direncanakan menggunakan pondasi tiang bor (*bored pile*) untuk pilar (*pier*) dan pondasi sumuran untuk *abutment*.