BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jembatan

Jembatan merupakan bangunan konstruksi yang digunakan untuk menghubungkan dua daerah yang terpisah oleh hambatan, seperti sungai, lembah, saluran, maupun jalan lainnya. Keberadaan jembatan sangat penting dalam sistem transportasi karena dapat mempermudah perpindahan orang dan barang dari satu tempat ke tempat lain. Selain itu, jembatan juga berperan dalam mendukung perkembangan ekonomi, sosial, dan pembangunan suatu wilayah.

Dalam perencanaannya, jembatan harus mampu menahan berbagai beban yang bekerja selama masa penggunaannya. Oleh sebab itu, perencanaan jembatan perlu memperhatikan aspek kekuatan, kestabilan, keamanan, dan kenyamanan agar jembatan dapat berfungsi dengan baik dan aman digunakan oleh masyarakat. Perencanaan yang baik juga bertujuan untuk menghasilkan struktur yang efisien serta sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku.

Secara umum, struktur jembatan dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas adalah bagian yang langsung menerima beban lalu lintas, seperti pelat lantai kendaraan, girder, trotoar, dan elemen pendukung lainnya. Sedangkan struktur bawah berfungsi menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah dasar, yang terdiri dari abutment, pilar, serta pondasi. Kedua bagian tersebut harus direncanakan dengan baik agar mampu bekerja secara optimal dalam menahan beban yang terjadi.

Pembebanan pada jembatan menjadi salah satu hal penting dalam proses perencanaan. Beban yang bekerja dapat berupa beban mati, beban hidup kendaraan, beban angin, beban gempa, serta pengaruh lingkungan lainnya. Analisis pembebanan dilakukan untuk mengetahui kemampuan struktur dalam menerima beban sehingga dapat ditentukan dimensi dan material yang sesuai agar jembatan tetap aman dan layak digunakan.

Selain kekuatan struktur, faktor keamanan dan kenyamanan pengguna jalan juga perlu diperhatikan dalam perencanaan jembatan. Oleh karena itu, desain jembatan harus disesuaikan dengan kondisi lalu lintas, kondisi lingkungan sekitar, serta standar tekNis yang berlaku. Dengan perencanaan yang tepat, jembatan diharapkan dapat memiliki umur layanan yang panjang dan mampu menunjang aktivitas transportasi secara efektif dan efisien.

a. Beberapa jenis struktur yang dipakai pada jembatan sebagai berikut.

- Jembatan Rangka
- Jembatan Balok
- Jembatan Pelengkung
- Jembatan Gantung
- Jembatan *Cable-stayed*

b. Beberapa jenis material yang digunakan pada jembatan sebagai berikut.

- Balok
- kayu
- Beton
- Komposit

c. Berdasarkan fungsinya jembatan dibagai sebagai berikut.

- Jembatan Jalan Raya
- Jembatan Rel Kereta Api
- Jembatan Air
- Jembatan Jalan Pipa

2.2 Sruktur atas

Struktur atas jembatan (*superstructure*) merupakan bagian jembatan yang berada di atas perletakan dan berfungsi menerima langsung seluruh beban yang bekerja, seperti beban kendaraan, beban pejalan kaki, maupun beban lingkungan lainnya. Beban tersebut kemudian diteruskan ke struktur bawah hingga akhirnya disalurkan ke tanah dasar. Dalam perencanaannya, struktur atas harus mampu memberikan kekuatan, kestabilan, keamanan, dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Struktur atas jembatan terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut.

2.2.1 *Girder*

Girder merupakan elemen utama pada struktur atas jembatan yang berfungsi menopang pelat lantai dan menahan beban lentur akibat lalu lintas. Beban yang diterima girder kemudian diteruskan ke struktur bawah jembatan. *Girder* dapat dibuat dari berbagai jenis material, seperti beton bertulang, beton prategang, maupun baja, tergantung kebutuhan perencanaan dan panjang bentang jembatan. Pada jembatan bentang panjang, penggunaan *PCI Girder* atau beton prategang sering dipilih karena memiliki kapasitas yang besar dan lebih efisien dalam menahan beban.

2.2.2 Pelat Lantai

Pelat lantai kendaraan merupakan bagian jembatan yang langsung dilalui oleh kendaraan. Komponen ini berfungsi sebagai permukaan utama tempat lalu lintas berlangsung sekaligus menerima beban kendaraan yang melintas di atas jembatan. Beban tersebut kemudian diteruskan ke balok utama atau girder. Pelat lantai umumnya dibuat dari beton bertulang karena memiliki kekuatan yang baik dalam menahan beban tekan maupun tarik. Selain sebagai elemen struktural, pelat lantai juga berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna jalan saat melintasi jembatan.

2.2.3 Diafragma

Diafragma merupakan balok pengaku yang dipasang melintang di antara girder. Komponen ini berfungsi menjaga kestabilan struktur serta membantu mendistribusikan beban agar dapat diterima secara merata oleh setiap girder. Selain itu, diafragma juga berfungsi mengurangi kemungkinan terjadinya pergeseran maupun deformasi pada struktur jembatan akibat pembebanan.

2.2.4 *Bearing*

Bearing adalah komponen yang terletak di antara struktur atas dan struktur bawah jembatan. Fungsi utama *bearing* yaitu meneruskan beban dari struktur atas ke struktur bawah serta mengakomodasi pergerakan jembatan akibat perubahan suhu, getaran, maupun beban lalu lintas. Dengan adanya *bearing*, struktur jembatan dapat bergerak secara aman tanpa menimbulkan kerusakan pada elemen struktur lainnya.

2.2.5 Trotoar

Trotoar merupakan bagian jembatan yang disediakan khusus bagi pejalan kaki. Keberadaan trotoar bertujuan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan yang berjalan kaki agar terpisah dari jalur kendaraan. Selain itu, trotoar juga membantu meningkatkan fungsi pelayanan jembatan sebagai sarana transportasi umum.

2.2.6 *Railing*

Railing adalah pengaman yang dipasang pada sisi kanan dan kiri jembatan. Komponen ini berfungsi mencegah kendaraan maupun pejalan kaki keluar dari area jembatan sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan. Dalam perencanaannya, railing harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan gaya benturan dan tetap memberikan keamanan bagi pengguna jalan.

2.2.7 Aspal

Aspal merupakan lapisan yang berada di atas pelat lantai kendaraan dan berfungsi sebagai permukaan jalan pada jembatan. Lapisan ini bertujuan meningkatkan kenyamanan kendaraan saat melintas serta melindungi pelat lantai dari kerusakan akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca. Selain itu, lapisan perkerasan juga membantu menciptakan permukaan jalan yang lebih rata dan aman digunakan.

2.3 Struktur bawah

Struktur bawah jembatan (*substructure*) merupakan bagian jembatan yang berfungsi menerima dan meneruskan seluruh beban dari struktur atas ke tanah dasar. Struktur bawah memiliki peranan penting dalam menjaga kestabilan dan keamanan jembatan karena berhubungan langsung dengan pondasi dan kondisi tanah di lokasi pembangunan. Oleh karena itu, perencanaan struktur bawah harus mampu menahan beban vertikal, beban horizontal, serta pengaruh lingkungan yang bekerja pada jembatan. Struktur bawah jembatan umumnya terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut.

2.3.1 Abutment

Abutment atau kepala jembatan merupakan struktur yang terletak pada kedua ujung jembatan. Komponen ini berfungsi sebagai penopang ujung struktur atas sekaligus menahan tekanan tanah dari timbunan jalan pendekat jembatan. Selain itu, *abutment* juga berfungsi meneruskan beban dari struktur atas ke pondasi. Dalam perencanaannya, abutment harus memiliki kekuatan dan kestabilan yang cukup agar mampu menahan gaya vertikal maupun gaya lateral akibat tekanan tanah dan beban kendaraan.

2.3.2 Fondasi

Fondasi merupakan bagian paling bawah dari struktur jembatan yang berfungsi meneruskan seluruh beban struktur ke tanah dasar. Pondasi harus direncanakan sesuai kondisi tanah agar mampu memberikan kestabilan dan mencegah terjadinya penurunan struktur. Jenis fondasi yang digunakan pada jembatan dapat berupa fondasi dangkal maupun fondasi dalam, seperti tiang pancang dan bored pile. Pemilihan jenis pondasi dipengaruhi oleh kondisi tanah, besar beban struktur, serta kondisi lingkungan di sekitar lokasi jembatan.

2.3.3 *Pile Cap*

Pile cap adalah struktur penghubung antara fondasi tiang dengan kolom atau pier jembatan. Komponen ini berfungsi menyatukan beberapa tiang fondasi agar beban dari struktur atas dapat didistribusikan secara merata ke seluruh tiang. Selain itu, *pile cap* juga membantu meningkatkan kestabilan struktur pondasi terhadap gaya vertikal maupun gaya lateral.

2.3.4 *Pier*

Pier merupakan struktur penyangga yang berada di antara bentang jembatan. Fungsi utama *pier* adalah menopang struktur atas dan meneruskan beban ke pondasi. Penggunaan *pier* biasanya diperlukan pada jembatan dengan bentang yang panjang sehingga beban dapat terbagi secara lebih merata. Selain menahan beban vertikal, *pier* juga harus mampu menahan gaya horizontal akibat angin, gempa, maupun aliran air pada jembatan yang berada di atas sungai.

2.3.5 *Backwall*

Backwall merupakan dinding yang terletak pada bagian belakang *abutment*. Komponen ini berfungsi menahan timbunan tanah pada jalan pendekat agar tanah tidak longsor atau berpindah ke area jembatan. Selain itu, *backwall* juga membantu menjaga kestabilan dan keamanan struktur di sekitar ujung jembatan.

2.3.6 *Wing Wall*

Wing wall atau sayap jembatan merupakan dinding yang terletak di sisi kanan dan kiri abutment. Fungsi utama *wing wall* adalah menahan tekanan tanah dari arah samping serta menjaga timbunan tanah agar tetap stabil. Keberadaan wing wall juga membantu melindungi area sekitar *abutment* dari erosi maupun keruntuhan tanah.

2.4 Studi kasus Jembatan Krueng Nalan

Jembatan Krueng Nalan merupakan salah satu jembatan yang dapat dijadikan sebagai studi kasus pembanding dalam perencanaan ulang jembatan karena menggunakan struktur beton prategang tipe PCI Girder pada struktur utamanya. Penggunaan PCI Girder dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam menahan beban lalu lintas serta mampu digunakan pada bentang jembatan yang cukup panjang. Selain itu, sistem beton prategang juga dinilai lebih efisien dalam penggunaan material dan mampu meningkatkan kapasitas struktur dibandingkan beton bertulang biasa.

Pembangunan Jembatan Krueng Nalan bertujuan untuk mendukung kelancaran transportasi dan meningkatkan konektivitas antarwilayah di Provinsi Aceh. Keberadaan jembatan ini memiliki peranan penting dalam menunjang aktivitas masyarakat, baik dalam bidang ekonomi, distribusi barang, maupun mobilitas transportasi sehari-hari. Oleh karena itu, perencanaan struktur jembatan harus dilakukan dengan baik agar mampu memberikan keamanan, kenyamanan, dan kestabilan selama masa layan jembatan.

Pada struktur atas jembatan, PCI Girder digunakan sebagai balok utama yang berfungsi menerima beban dari pelat lantai kendaraan dan meneruskannya ke struktur bawah. Penggunaan PCI Girder memberikan beberapa keuntungan, seperti kapasitas struktur yang besar, dimensi yang lebih efisien, serta proses pelaksanaan yang lebih cepat karena menggunakan sistem pracetak (*precast*). Selain mempercepat pekerjaan konstruksi di lapangan, metode pracetak juga membantu menjaga kualitas beton agar lebih terkontrol.

Perencanaan Jembatan Krueng Nalan dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai jenis pembebanan yang bekerja pada jembatan, seperti beban mati, beban hidup kendaraan, beban angin, dan beban gempa. Seluruh pembebanan tersebut dihitung berdasarkan standar perencanaan jembatan yang berlaku agar struktur mampu bekerja secara aman dan stabil. Selain itu, dilakukan juga pemeriksaan terhadap tegangan, lendutan, kapasitas lentur, kapasitas geser, serta kehilangan gaya prategang untuk memastikan bahwa struktur memenuhi persyaratan keamanan dan kelayakan.

Dalam proses analisis struktur, perencanaan jembatan ini menggunakan bantuan perangkat lunak teknik seperti MIDAS Civil. Penggunaan perangkat lunak tersebut bertujuan untuk mempermudah proses pemodelan dan analisis struktur sehingga hasil perhitungan dapat diperoleh secara lebih detail dan akurat. Dengan bantuan analisis tersebut, perilaku struktur terhadap berbagai kondisi pembebanan dapat diketahui sehingga desain yang dihasilkan menjadi lebih efektif dan efisien.

Selain struktur atas, struktur bawah jembatan juga direncanakan agar mampu meneruskan seluruh beban dari struktur atas ke tanah dasar dengan aman. Struktur bawah terdiri dari abutment, pier, dan pondasi yang dirancang sesuai kondisi tanah dan lingkungan di sekitar lokasi jembatan. Perencanaan struktur bawah menjadi bagian penting karena sangat mempengaruhi kestabilan dan keamanan jembatan secara keseluruhan.

Jembatan Krueng Nalan dapat dijadikan referensi dalam perencanaan ulang Jembatan Samota karena memiliki kesamaan pada penggunaan PCI Girder sebagai struktur utama jembatan. Selain itu, metode analisis pembebanan, perencanaan struktur atas, serta pemeriksaan keamanan struktur yang diterapkan pada Jembatan Krueng Nalan dapat menjadi acuan dalam menghasilkan desain jembatan yang aman, stabil, dan sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku.