

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan Tol

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tarif tol. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 15 Tahun 2005, jalan tol dirancang untuk memfasilitasi lalu lintas secara efisien dan cepat, dengan pengendalian akses yang ketat untuk memastikan kelancaran arus kendaraan. Pengguna jalan tol dikenakan biaya tertentu yang bervariasi berdasarkan golongan kendaraan dan panjang jalur yang dilalui. Biaya ini digunakan untuk menutupi biaya pembangunan dan pemeliharaan jalan.

Pembangunan jalan tol diharapkan dapat membantu perkembangan perekonomian negara serta mempermudah aktivitas dan konektivitas masyarakat. Berikut ini adalah tujuan dari penyelenggaraan jalan tol adalah untuk memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang, meningkatkan pemerataan hasil pembangunan, meningkatkan aksesibilitas dari daerah potensial yang belum berkembang, meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan distribusi barang dan jasa demi menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi (Frick, 1980).

Adapun manfaat dari penyelenggaraan jalan tol yaitu dengan adanya pembangunan jalan tol akan berpengaruh pada perkembangan wilayah dan peningkatan ekonomi, dapat meningkatkan mobilitas dan aksesibilitas masyarakat dan barang-barang distribus, pengguna jalan tol akan mendapatkan keuntungan berupa penghematan biaya operasi kendaraan (BOK) dan waktu tempuh yang lebih singkat dibanding melewati jalan non-tol, badan usaha mendapatkan pengembalian investasi melalui pendapatan jalan tol yang tergantung pada kepastian tarif tol.

2.2 Komponen Jalan Tol

2.2.1 Timbunan (*At Grade*)

Dalam proyek pembangunan jalan tol, salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan adalah timbunan. Timbunan merujuk pada proses penumpukan material, seperti tanah atau batu, yang digunakan untuk membentuk fondasi yang kuat dan stabil bagi struktur jalan. Proses ini tidak hanya berperan dalam menentukan kekuatan dan daya dukung jalan tol, tetapi juga mempengaruhi aspek lingkungan dan keselamatan konstruksi. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai teknik timbunan, jenis material yang digunakan, serta pengelolaan air dan drainase sangatlah krusial untuk memastikan keberhasilan proyek pembangunan jalan tol yang berkualitas dan berkelanjutan.

1. Lapis Perkerasan Bawah (*Subbase Course*)

Subbase course adalah lapisan material yang terletak di antara tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan pondasi atas (*base course*) dalam konstruksi perkerasan jalan. Lapisan ini berfungsi sebagai fondasi awal untuk mendistribusikan beban lalu lintas dari lapisan di atasnya secara merata ke tanah dasar, sehingga mengurangi risiko deformasi. Pada proyek jalan tol, *subbase course* juga berperan penting dalam meningkatkan stabilitas struktur jalan, terutama pada area dengan tanah dasar yang kurang stabil. Lapisan ini sering dibuat menggunakan material granular seperti kerikil, batu pecah, atau agregat bergradasi yang memenuhi standar teknis. Selain itu, *subbase course* juga berfungsi sebagai lapisan drainase yang membantu mengalirkan air dari struktur perkerasan, sehingga mencegah kerusakan akibat genangan atau infiltrasi air. Fungsi tambahan ini sangat penting untuk memastikan daya tahan jalan terhadap perubahan cuaca dan kondisi lingkungan. Dengan perencanaan dan pelaksanaan yang sesuai standar, lapisan ini tidak hanya meningkatkan kekuatan struktural jalan tetapi juga memperpanjang umur layanan jalan tol.

2. Lapis Perkerasan Atas (*Surface Course*)

Surface course adalah lapisan paling atas dalam struktur perkerasan jalan yang langsung bersentuhan dengan lalu lintas kendaraan. Pada proyek jalan tol, lapisan ini berfungsi untuk menyediakan permukaan jalan yang halus, tahan lama, dan aman bagi pengguna. Selain itu, *surface course* dirancang untuk menahan beban kendaraan, gesekan, serta keausan akibat lalu lintas intensif. Material yang digunakan untuk lapisan ini biasanya berupa campuran aspal panas (*hot mix asphalt*) atau beton, tergantung pada desain perkerasan yang ditentukan dalam spesifikasi proyek. Lapisan ini juga bertindak sebagai pelindung bagi lapisan perkerasan di bawahnya dari kerusakan yang disebabkan oleh air, suhu ekstrem, dan beban berulang. Dengan permukaan yang kedap air, *surface course* mencegah infiltrasi air yang dapat melemahkan struktur jalan. Dalam proyek jalan tol, kualitas dan ketebalan *surface course* dirancang dengan cermat untuk memastikan kenyamanan, keselamatan, dan daya tahan jalan terhadap tekanan beban lalu lintas berat serta kondisi lingkungan yang bervariasi.

3. Granular

Granular adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bahan yang terdiri dari butiran atau partikel, yang dapat bervariasi dalam ukuran dan komposisi. Dalam proyek timbunan, material ini sering digunakan sebagai lapisan penopang (*capping layer*) untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar. Material granular berfungsi untuk memperkuat struktur timbunan dan memastikan stabilitas jalan tol. Penggunaan granular dapat membantu mengurangi risiko penurunan tanah dan meningkatkan kapasitas beban yang dapat ditopang oleh lapisan di atasnya. Timbunan granular ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2. 1 Timbunan Granular

Sumber: Dokumen Pribadi

4. *Lean Concrete*

Lean concrete, atau yang dikenal sebagai rabat beton, adalah jenis campuran beton dengan proporsi bahan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton konvensional. Campuran ini biasanya terdiri dari semen, air, dan agregat kasar (seperti pasir dan kerikil) dalam rasio yang lebih sedikit. *Lean concrete* digunakan sebagai lapisan dasar atau *sub-base* dalam berbagai proyek konstruksi, seperti jalan dan struktur lainnya. Tujuannya adalah untuk memberikan kerapatan yang cukup untuk mendukung beban struktural tanpa memerlukan kekuatan tinggi seperti pada beton biasa. *Lean Concrete* pada timbunan ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2. 2 *Lean Concrete* pada timbunan

Sumber: Dokumen Pribadi

2.2.2 *Elevated*

Elevated dalam konteks pembangunan jalan tol merujuk pada jenis jalan yang dibangun di atas permukaan tanah, biasanya menggunakan struktur jembatan atau flyover. Jalan tol *elevated* dirancang untuk mengatasi masalah kemacetan dan meningkatkan kapasitas lalu lintas dengan memisahkan jalur kendaraan dari lalu lintas di permukaan.

1. Pekerjaan Struktur Bawah

a. Pondasi *Bored Pile*

Bored pile adalah salah satu jenis pondasi dalam yang memiliki bentuk silinder dan biasanya terbuat dari beton yang memiliki tulangan. Ukuran diameter dari *bored pile* bervariasi, tetapi umumnya berkisar antara 30 cm sampai 100 cm. Tujuan utama dari menggunakan *bored pile* adalah untuk memindahkan beban berat dari bangunan ke lapisan tanah yang lebih stabil. Ini sangat penting untuk bangunan yang berada di area tanah lempung atau tanah yang cenderung mengalami pergerakan dan pemuaian (Sipil et al., 2023).

Bored pile memiliki beberapa kelebihan, seperti tidak menyebabkan pergerakan tanah yang signifikan, tidak membutuhkan jumlah beton banyak, dan tidak menimbulkan kebisingan selama proses pengerjaannya. Ini membuatnya ideal untuk digunakan pada proyek skala kecil hingga menengah, serta pada area yang sensitif terkait gangguan suara dan gerakan tanah.

Penggunaan pondasi *bored pile* merupakan sebuah alternatif dalam pemilihan pondasi dalam dengan keadaan yang kompleks sehingga tidak memungkinkan penggunaan pondasi tiang pancang (*spun pile*). Pondasi *bored pile* yang digunakan dalam pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 2 Paket 2.2B karena banyak lahan pekerjaan yang bersinggungan dengan pemukiman warga, sehingga penggunaan pondasi tiang pancang (*spun pile*) tidak diizinkan karena polusi suara dan getaran yang ditimbulkan dari hantaman *diesel hammer*. *Bored pile* ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut:



Gambar 2. 3 *Bored Pile*

Sumber: Dokumen Pribadi

b. *Pile Cap/Footing*

Pile cap adalah struktur beton bertulang yang berfungsi sebagai alas atau penopang di atas pondasi. *Pile cap* berfungsi untuk mendistribusi beban dari kolom ke pondasi secara merata. Ini penting untuk mencegah terjadinya konsentrasi beban yang

dapat menyebabkan kegagalan pada pondasi tertentu. Umumnya *pile cap* terbuat dari beton bertulang, yang terdiri dari susunan tulangan baja untuk meningkatkan daya dukung dan kekuatan struktur. Bentuk yang dimiliki pun bervariasi, dapat berupa persegi, persegi panjang, atau bentuk lainnya menyesuaikan pada jumlah dan jarak antar pondasi yang mendukungnya (Supriyadi & Muntohar, 2007).

Pembuatan *pile cap* melibatkan beberapa tahap, mulai dari penggalian tanah, pemasangan bekisting, penulangan, hingga pengecoran beton. Setiap langkah harus dilakukan dengan teliti untuk memastikan kualitas dan daya tahan *pile cap*. *Pile cap* ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2. 4 Pile Cap

Sumber: Dokumen Pribadi

2. Pekerjaan Struktur Atas

a. Abutment

Abutment atau kepala jembatan adalah salah satu elemen dari struktur bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung pilar – pilar jembatan. *Abutment* bertugas menerima beban dari bagian atas jembatan dan meneruskannya ke pondasi, sehingga memastikan stabilitas keseluruhan struktur. Hal ini termasuk menahan tekanan horizontal tanah, gaya angin, dan gerakan kendaraan yang melintas di atas jembatan.

Abutment juga berperan sebagai dinding penahan tanah untuk menahan pergerakan lateral tanah di kedua ujung jembatan. Struktur *abutment* memiliki dinding sayap pada sisi kanan dan kiri untuk menahan tanah secara vertikal dari arah jalan. Gaya berat tanah ini disalurkan ke pondasi *abutment*, yang kemudian meneruskannya ke tanah yang lebih dalam. Saat merancang struktur *abutment*, perlu mempertimbangkan kondisi tanah dasar dan perubahan (*settlement*) yang mungkin terjadi (Supriyadi & Muntohar, 2007).

Berdasarkan jenisnya, *abutment* dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Salah satu jenis *abutment* adalah gravitasi, yang bergantung pada berat matinya sendiri untuk menahan beban yang diterimanya. Jenis *abutment U-shaped gravity* mirip dengan huruf U, dengan *wings wall* sudut 90° terhadap bagian dudukan atau *seat*. Sedangkan model T terbalik memiliki balok kantilever yang menyusun dinding *abutment*, menahan beban dari *abutment* dan tanah di atasnya. Konstruksi *abutment* sering kali menggunakan beton bertulang.

Bentuk *abutment* yang digunakan pada proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 2 Paket 2.2B adalah *abutment* tipe T terbalik. Hal ini karena *abutment* tipe ini dirancang untuk mendukung struktur jembatan yang lebih tinggi dengan bentuk yang ramping dan langsing. Hal ini sangat penting dalam konteks jalan tol, di mana jembatan sering kali harus dibangun di atas area dengan perbedaan elevasi yang signifikan. Selain itu *abutment* tipe T terbalik juga berfungsi sebagai dinding penahan tanah yang efektif. Dalam proyek pembangunan jalan tol, di mana sering terjadi perubahan elevasi dan kondisi tanah yang bervariasi, keberadaan dinding sayap pada *abutment* ini sangat penting untuk menahan pergerakan lateral tanah di sekitar jembatan. *Abutment* ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut:



Gambar 2. 5 Abutment

Sumber: Dokumen Pribadi

b. Pilar

Pilar adalah elemen struktural yang berfungsi sebagai penopang utama dalam berbagai jenis konstruksi, termasuk jembatan dan bangunan lainnya. Pilar terletak di antara dua kepala jembatan dan berperan untuk memikul beban yang diterima dari struktur di atasnya, seperti gelagar (*girder*) dan bagian lain dari bangunan, serta meneruskannya ke pondasi. Pilar dapat digunakan baik pada jembatan dengan bentang pendek maupun bentang panjang, dan terdiri dari beberapa bagian, termasuk kepala pilar (*pier head*) yang berfungsi sebagai titik perletakan dan badan pilar yang merupakan kolom atau dinding yang meneruskan gaya ke pondasi. Pilar ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2. 6 Pilar

Sumber: Dokumen Pribadi

a. Kolom

Kolom adalah elemen struktural vertikal yang berfungsi sebagai penopang dalam suatu bangunan, berperan penting dalam mendistribusikan beban dari bagian atas bangunan, seperti atap atau lantai, ke fondasi di bawahnya. Menurut SK SNI T-15-1991-03, kolom memiliki tugas utama untuk menyangga beban aksial tekan vertikal dan harus memiliki tinggi yang tidak didukung paling sedikit tiga kali dimensi lateral terkecilnya. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kolom juga didefinisikan sebagai tiang penyangga yang biasanya terbuat dari beton bertulang, menegaskan pentingnya material dalam memastikan kekuatan dan stabilitas struktur. Kolom ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut:



Gambar 2. 7 Kolom

Sumber: Dokumen Pribadi

b. Pier Head

Pier head, juga dikenal sebagai kepala pilar, adalah bagian dari struktur pilar yang berfungsi sebagai penyangga utama di ujung pilar. *Pier head* bertugas menerima seluruh beban vertikal yang diberikan pada bangunan atau jembatan di atasnya, termasuk beban struktur bangunan dan beban gerak dari kendaraan yang melewati jembatan. Selain menahan beban, *pier head* juga berfungsi untuk memperkuat dan menstabilkan struktur bangunan atau jembatan. Hal ini memungkinkan konstruksi lebih kuat dan mampu menahan gaya lateral yang biasanya timbul akibat tekanan angin, air, atau gempa bumi.

Pier head biasanya dibuat melalui beberapa tahapan, yaitu pembuatan bekisting atau cetakan sementara, pembesian, dan akhirnya proses pengecoran beton ke dalam cetakan yang telah dipasang besi tulangan. *Pier head* ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut:



Gambar 2. 8 Pier Head

Sumber: Dokumen Pribadi

c. Girder

Girder adalah balok struktural yang terbuat dari beton atau baja, berfungsi sebagai penopang utama dalam konstruksi, khususnya pada proyek jalan tol dan jembatan. *Girder* ditempatkan di antara dua penyangga, seperti pilar atau *abutment*, dan berperan untuk menyalurkan beban dari struktur di atasnya ke elemen pendukung di bawahnya. Dalam konteks jalan tol, *girder* sangat penting karena membantu mendistribusikan beban kendaraan yang melintas serta memastikan stabilitas dan keamanan struktur jalan tol tersebut.

Dalam proyek jalan tol, *girder* sering kali memiliki panjang yang bervariasi, biasanya antara 20 hingga 40 meter, tergantung pada desain dan kebutuhan spesifik dari proyek tersebut. Jenis *girder* yang umum digunakan termasuk *I-girder*, *U-girder*, *T-girder*, dan *box girder*. *Girder* ditunjukkan pada gambar 2.9 berikut:



Gambar 2. 9 Girder

Sumber: Dokumen Pribadi