

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peraturan dan Dasar Hukum yang dipakai

Dalam suatu pekerjaan konstruksi harus mempunyai beberapa pengamanan terhadap resiko tinggi di lapangan, yang di implementasikan untuk meminimalisir serta mencegah hal-hal yang tidak diinginkan terjadi kepada para pekerja yang ada di lapangan sekaligus yang berdampak pada masyarakat sekitar. Maka dari itu, upaya tersebut berupa peraturan dan dasar hukum yang dipakai selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.1 ini mengacu pada **Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 tahun 2021** tentang “Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi” dengan beberapa dokumen pendukungnya sebagai acuan dalam melaksanakan pembangunan proyek jalan tol tersebut.

2.2 Pengertian Keselamatan, Kesehatan Kerja (K3) dan Lingkungan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani. Dengan keselamatan dan Kesehatan kerja maka para pihak diharapkan dapat melakukan pekerjaan dengan naman dan nyaman. Pekerjaan dikatakan aman jika apapun yang dilakukan oleh pekerja tersebut, risiko yang mungkin muncul dapat dihindari. Pekerjaan dikatakan nyaman jika para pekerja yang bersangkutan dapat melakukan pekerjaan dengan merasa nyaman dan betah, sehingga tidak mudah capek (Andi et al. 2020).

Secara filosofi, keselamatan dan Kesehatan kerja diartikan sebagai sebuah pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan: tenaga kerja

dan manusia pada umumnya (baik jasmani maupun rohani), hasil karya dan budaya menuju masyarakat adil, Makmur, dan sejahtera (Simarmata, 2022).

SMK3 bertujuan agar organisasi/perusahaan mampu mengendalikan risiko-risiko K3 dan meningkatkan kinerjanya. Dalam membuat sistem K3, ruang lingkup K3 salah satunya diatur di dalam *Occupational Health and Safety Assessment Series* (OHSAS) 18001:2007 dan diperbarui di dalam OHSAS 4500:2018. Di dalam persyaratan OHSAS 18001:2007 dinyatakan bahwa kepada organisasi yang berniat untuk membuat sistem manajemen K3 dapat mengaplikasikan aturan ini yang berfungsi antara lain:

- a. Membuat suatu sistem manajemen K3 untuk menghilangkan atau meminimalkan risiko kepada personel dan pihak-pihak terkait atau lain yang mungkin ditimbulkan oleh risiko K3 yang terkait dengan aktivitas kerja organisasi
- b. Menerapkan, memelihara, dan secara berkelanjutan meningkatkan sistem manajemen K3 (Fassa, 2020)

2.3 Pengertian Jalan Tol

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022, jalan tol adalah jalan bebas hambatan yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya wajib membayar ketika memasukinya untuk pemeliharaan dan pengembangan jalan, serta pengembalian investasi. Tarif tol dihitung berdasarkan kemampuan bayar pengguna jalan, besarnya keuntungan biaya operasi kendaraan dan kelayakan investasi. Harga tarif tol tercantum dalam perjanjian perusahaan jalan tol yang ditetapkan bersamaan dengan penetapan pengoperasian jalan. Evaluasi dan penyesuaian tarif tol dilakukan setiap 2 tahun

sekali berdasarkan pengaruh laju inflasi dan evaluasi terhadap pemenuhan SPM (Standar Pelayanan Minimal) jalan tol. Evaluasi dan penyesuaian jalan tol yang dilakukan setiap 2 tahun sekali dapat dilakukan dalam hal pemenuhan pelayanan lalu lintas pada sistem jaringan jalan tol di wilayah tertentu dengan memerhatikan kapasitas jalan tol, terdapat penambahan lingkup di luar rencana usaha yang memengaruhi kelayakan investasi, serta terdapat kebijakan pemerintah pusat yang memengaruhi kelayakan investasi jalan tol.

Standar Pelayanan Minimal yang selanjutnya disingkat SPM adalah ketentuan mengenai jenis dan mutu pelayanan dasar yang berhak diperoleh setiap warga negara secara minimal atas penyelenggara jalan. SPM yang harus dipenuhi meliputi kondisi jalan tol, prasarana keselamatan dan keamanan, serta prasarana pendukung layanan bagi pengguna jalan tol. Kondisi jalan tol yang dipantau demi memenuhi SPM adalah kondisi pada perkerasan jalur utama, drainase, median, bahu jalan, dan ketentuan lain yang terkait dengan persyaratan teknis jalan tol. Prasarana keselamatan yang harus dimiliki jalan tol untuk memenuhi SPM adalah petunjuk jalan, penerangan jalan umum, antisilau, pagar ruang milik jalan, pagar pengaman dan penegakan hukum, serta segala sesuatu yang menunjang keselamatan dan keamanan. Prasarana pendukung layanan meliputi unit pertolongan atau penyelamatan dan bantuan pelayanan, tempat istirahat dan pelayanan, serta segala sesuatu yang mendukung layanan jalan tol.

Pembangunan jalan tol diharapkan dapat membantu perkembangan perekonomian negara serta mempermudah aktivitas dan konektivitas masyarakat. Berikut ini adalah tujuan dari penyelenggaraan jalan tol:

1. Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang.

2. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan distribusi barang dan jasa demi menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi.
3. Meringankan beban dana pemerintah pusat melalui partisipasi pengguna jalan.
4. Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan
5. Meningkatkan aksesibilitas dari daerah potensial yang belum berkembang.
6. Meningkatkan dan memberdayakan perekonomian masyarakat.

Adapun manfaat dari penyelenggaraan jalan tol, yaitu:

1. Pembangunan jalan tol akan berpengaruh pada perkembangan wilayah dan peningkatan ekonomi.
2. Meningkatkan mobilitas dan aksesibilitas masyarakat dan barang-barang distribusi.
3. Pengguna jalan tol akan mendapatkan keuntungan berupa penghematan biaya operasi kendaraan (BOK) dan waktu tempuh yang lebih singkat dibanding melewati jalan non-tol.
4. Badan usaha mendapatkan pengembalian investasi melalui pendapatan jalan tol yang tergantung pada kepastian tarif tol.

2.4 Ruang Lingkup Jalan Tol

Dalam pelaksanaan suatu proyek pembangunan infrastruktur, kontraktor berperan sebagai penyedia tenaga kerja konstruksi mulai dari peralatan, material, jalan konstruksi sementara dan hal lain yang diperlukan ketika pelaksanaan konstruksi. Lingkup pekerjaan konstruksi dari proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.1 ini yaitu:

1. Pekerjaan Umum
 - a. Mobilisasi dan Demobilisasi

b. *Maintenance and Traffic Protection*

c. Laboratorium, dan lain-lain

2. Pekerjaan Pembersihan Tempat Kerja

Cakupannya meliputi pembersihan segala hal yang menghalangi, seperti pohon pepohonan besar mulai dari tunggul sampai dengan akar, halangan yang berpotensi mengganggu jalannya pembangunan. Pada daerah-daerah di bawah timbunan badan jalan, material yang tidak terpakai harus dibuang atau dipadatkan dan untuk tumbuhan semua bagiannya harus dibuang sampai habis dan bersih.

3. Pekerjaan Pembongkaran

Cakupannya meliputi pembongkaran dan pembuangan segala beton serta pasangan batu yang volumenya melebihi dari 1m^3 , seperti bangunan rumah, median jalan, dan segala penghalang lain yang tidak diizinkan untuk dipertahankan.

4. Pekerjaan Tanah

a. Galian Biasa

Cakupannya meliputi galian yang tidak digolongkan sebagai galian batu lunak, galian struktur, galian sumber bahan (borrow excavation), galian perkerasan beraspal, galian perkerasan berbutir, dan galian perkerasan beton, serta pembuangan bahan galian biasa yang tidak terpakai.

b. Galian Dibuang

Cakupannya meliputi galian, pembongkaran, pemuatan, pengangkutan dan penghamparan tanah yang dimana sebagai material buangan ditempat pembuangan di disposal area.

c. Timbunan/*Common Borrow Material*

Cakupannya meliputi pembongkaran serta pembersihan area tempat *borrow pit*, penggalian, pemuatan, pengangkatan, penghamparan, dan persetujuan hasil material yang telah dipadatkan dari *borrow pit* untuk melanjutkan ke pekerjaan timbunan, *sub grade* serta bagian lain dari pekerjaan tersebut yang telah disetujui sesuai dengan kontrak ataupun konsultan pengawas.

d. Geotekstil

Cakupannya meliputi pengadaan material, pemasangan/penggelaran serta penyambungan geotextile filter (seperti drainase bawah permukaan, separator dan stabilisator) serta bagian lain dari pekerjaan tersebut yang telah disetujui sesuai dengan kontrak ataupun konsultan pengawas.

5. Pekerjaan Galian Struktur

Pekerjaan Galian Struktur meliputi penggalian tanah struktur konstruksi atau cakupannya meliputi galian segala jenis tanah, sesuai dengan batasan pekerjaan yang sebagaimana sudah ditunjukkan pada gambar kerja. Batasan galian struktur, dibatasi mulai dari pekerjaan pengikat pondasi *abutment* jembatan (*footing*), gorong-gorong kotak (*box culvert*), tembok sayap *abutment* (*wing wall*) serta struktur penahan beban atau bangunan tol lainnya. Pekerjaan ini juga meliputi pembuangan bahan galian yang tidak terpakai, pengurugan, sekaligus memadatkan kembali oleh material sesuai persetujuan konsultan pengawas.

6. Pekerjaan Drainase

Pekerjaan Drainase merupakan suatu bangunan berupa saluran atau gorong-gorong yang letaknya disebelah dan dibawah permukaan jalan, dengan fungsinya sebagai pencegah air agar tidak masuk ke badan jalan. Pekerjaan tersebut mencakup pembuatan, merelokasi, dan memelihara fasilitas drainase, seperti selokan yang dilapisi (*lined*) maupun tidak dilapisi (*unlined*), gorong-gorong bulat, dan gorong-gorong kotak (*box culvert*).

7. Pekerjaan Persiapan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Pekerjaan Persiapan Tanah Dasar merupakan langkah awal sebagai dasar lapis pondasi agregat bawah (*sub-base*). Apabila tidak terdapat sub-base, pekerjaan tersebut sebagai dasar dari lapis pondasi atas (*base*) perkerasan. Cakupan *subgrade* umumnya, selebar badan jalan yang dimana termasuk bahu dalam dan bahu luar jalan dan pelebaran setempat atau daerah-daerah terbatas semacam itu seperti tampak pada gambar kerja atau sesuai dengan arahan konsultan pengawas. Tanah dasar disiapkan dengan cara penghamparan secara berlapis untuk mencapai nilai daya dukung yang direncanakan.

8. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat (LPA)

Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat ini mencakup penyediaan, pemrosesan, pengangkutan, penghamparan, pembasahan, pemadatan agregat besar dan kecil diantara lapisan *sub-grade* dan perkerasan beton atau perkerasan kaku. Pekerjaan lapis pondasi agregat ini terdiri dari lapisan agregat kelas A. Proses pencampuran bahan dilaksanakan menggunakan *mechanical feeder* yang telah dikalibrasi. Metode penghamparan material yang digunakan tidak boleh meyebabkan segregasi antara agregat kasar dan halus. Apabila dibutuhkan, lapisan pondasi agregat dilakukan penyiraman air dengan menggunakan *water*

tank, yang selanjutnya akan dipadatkan berdasarkan spesifikasi yang tertera.

Umumnya tebal untuk elevasi lapis pondasi agregat kelas A setebal 15cm.

9. Pekerjaan Perkerasan Kaku

Pekerjaan perkerasan kaku (beton) merupakan pembuatan lapisan perkerasan beton dengan menggunakan campuran semen dan agregat. Pada metode pekerjaan tersebut dilaksanakan dengan menggunakan alat berat *Wirgent*. Apabila lokasi perkerasan tidak memungkinkan untuk mesin *Wirgent* beroperasi maka pekerjaan perkerasan kaku dilakukan secara manual. Batang baja polos *dowel* ukuran 38D dipasang secara melintang dengan jarak persegmen sebagai alat transfer beban dan sebagai pengendali retak serta mengakomodasi gerakan plat beton arah melintang. Bagian *dowel* harus dilapisi gemuk (*grease*) agar bagian tersebut tidak meleket pada beton. Pada sambungan antar lajur pada jalan Tol digunakan batang baja pengikat *tie bar* ukuran 16D dipasang secara memanjang sebagai pengendali retak serta mengakomodasi gerakan plat beton arah memanjang. Mesin pemotong beton (*concrete cutter*) digunakan untuk memotong perkerasan kaku menjadi persegmen dengan bentang per-5 meter dengan kedalam 1/3 dari tebal perkerasan.

10. Pekerjaan Jembatan Girder

Pekerjaan Jembatan Girder merupakan salah satu pekerjaan jalan tol dengan menghubungkan tempat satu ke tempat lain, apabila dalam pembangunan jalan tol tersebut melewati atau melintasi beberapa rintangan yang ada seperti sungai ataupun jalan lalu lintas. Jembatan pada umumnya ada berbagai macam, tetapi dalam proyek pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 paket 1 jembatan yang digunakan adalah jembatan integral

menggunakan girder dengan tipe PCI. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan ini mencakup pembersihan, pembuangan lapisan tanah permukaan, pekerjaan struktur pondasi *Borepile*, *Abutment*, *Pier*, perletakan *Bearing Pad*, pekerjaan Balok *Girder*, *Erection Girder*, dan pekerjaan struktur lantai jembatan atau *Deck Slab*. Sebelum Pekerjaan Jembatan Girder ini dilaksanakan, perlu adanya pelaksanaan pekerjaan pembuatan jalan kerja (access road) yang berfungsi sebagai mobilisasi bahan konstruksi jembatan dan peralatan, dengan peralatan yang diperlukan yaitu *Truck Bogie*, *Crawler Crane*, *Spreader Beam*, dan bahan konstruksinya berupa Balok *Girder*.

11. Pekerjaan Lainnya

- a. Pekerjaan Penghalang Beton
- b. Pekerjaan Pagar (railing) dan Guardrail
- c. Pekerjaan Pagar Beton *Precast*
- d. Pekerjaan Rambu Jalan
- e. Pekerjaan Marka Jalan

2.5 Komponen Jalan Tol

2.5.1 Pekerjaan Struktur Bawah Jalan Tol

1. Pondasi *Bore Pile*

Pondasi memiliki fungsi sebagai pengokoh dan penerus beban aksial bangunan ke tanah agar dapat berdiri dengan kuat. Pondasi *bore pile* adalah salah satu jenis pondasi beton bertulang berbentuk tabung panjang yang ditancapkan ke dalam tanah setelah pekerjaan pengeboran yang menggunakan berbagai jenis bor. Pondasi *bore pile* dapat

diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu berdasarkan bentuknya, dan berdasarkan alat dan teknik pengerjaannya.

Penggunaan pondasi *bore pile* merupakan sebuah alternatif dalam pemilihan pondasi dalam dengan keadaan yang kompleks sehingga tidak memungkinkan penggunaan pondasi tiang pancang (*spun pile*). Pondasi *bore pile* yang digunakan dalam pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.1 karena banyak lahan pekerjaan yang bersinggungan dengan pemukiman warga, sehingga penggunaan pondasi tiang pancang (*spun pile*) tidak diizinkan karena polusi suara yang ditimbulkan dari hantaman *diesel hammer* dan akses jalan yang tidak memungkinkan untuk *diesel hammer*.

1.1 Jenis-Jenis Bore Pile

a. Jenis Bore Pile Berdasarkan Bentuknya

Pondasi *bore pile* yang dapat disesuaikan berdasarkan kondisi tanah di area pembangunan, antara lain:

1. *Bore pile* berbentuk lurus.

Bore pile berbentuk lurus untuk diaplikasikan pada kondisi tanah yang keras.

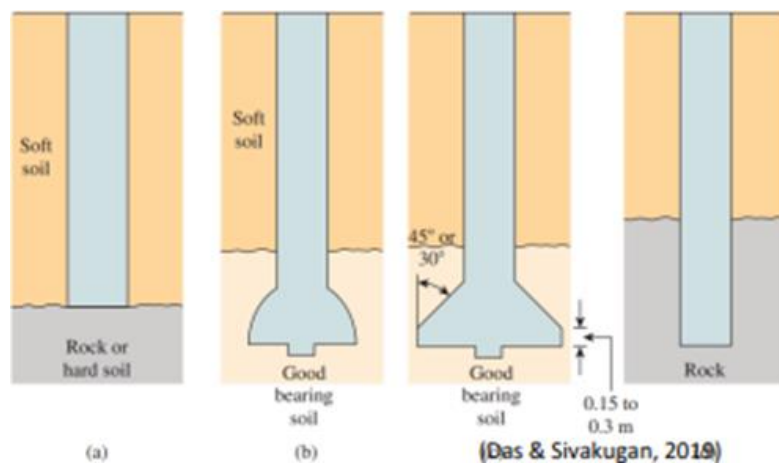
2. *Bore pile* dengan ujung membesar yang menyerupai bentuk bel.

Bore pile dengan bentuk bel (*belled shaft*) digunakan karena daya dukung tanah yang dianggap relatif rendah sehingga memerlukan area tumpuan beban yang lebih besar.

3. *Bore pile* dengan ujung membesar yang menyerupai bentuk trapesium.

Bore pile dengan bentuk trapesium digunakan karena daya dukung tanah yang dianggap relatif rendah sehingga memerlukan area tumpuan beban yang lebih besar.

4. *Bore pile* berbentuk lurus yang ditujukan untuk konstruksi di lokasi tanah bebatuan.



Gambar 2.1 Jenis Bore Pile Berdasarkan Bentuknya

(Sumber: Das, B. M. & Ameratunga, Sivakugan 2019)

b. Jenis Bore Pile Berdasarkan Alat dan Teknik Pengerjaannya

Jenis *bore pile* yang dikategorikan berdasarkan alat dan teknik pengerjaannya, yaitu:

1. *Bore Pile* Manual (*Strauss Pile*)

Jenis *bore pile* ini disebut teknik manual karena dalam pengerjaannya hanya menggunakan tenaga pekerjanya. Pengeboran ini dilakukan dengan kondisi tanah yang masih kering sehingga disebut juga teknik bor kering karena tidak memerlukan banyak air. Jenis *bore pile* ini jauh lebih sederhana,

praktis, dan minim polusi suara meskipun menguras banyak tenaga pekerja.

2. *Bore Pile Mini Crane*

Jenis *bore pile* yang menggunakan alat mini crane ini dinilai efektif apabila dilakukan di kawasan pemukiman. Jenis *bore pile* yang menggunakan *mini crane* tidak menimbulkan getaran yang berpotensi mengganggu pemukiman sekitarnya. Pengeboran menggunakan alat *mini crane* dilakukan dengan menggunakan metode bor basah. Oleh sebab itu, metode ini memerlukan sirkulasi air yang cukup pada saat proses pengeborannya.

3. *Bore Pile Gawangan*

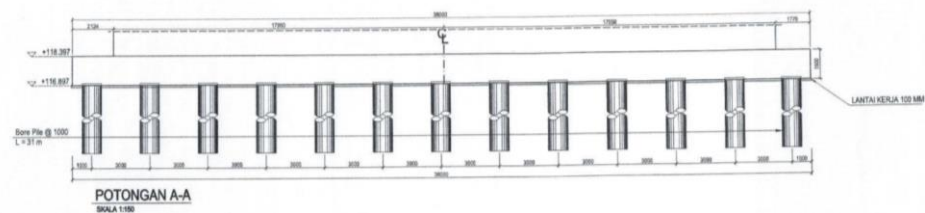
Jenis *bore pile* gawangan memiliki cara kerja yang mirip seperti pekerjaan *bore pile* menggunakan mini crane yaitu menggunakan metode basah. Hanya saja terdapat perbedaan pada tiang *gearbox*-nya yang harus dilengkapi dengan tambang pada sisi kiri dan kanannya. Penggunaan tambang yang dikaitkan ini bermanfaat untuk menjaga alat pengeboran agar tidak melenceng sehingga hasil pengeborannya tetap rata dan tidak merusak struktur tanah di sekitarnya.

2. *Pile Cap/Footing*

Kepala tiang atau *pile cap* merupakan salah satu elemen dari struktur bawah jembatan. *Pile cap* merupakan bagian struktur yang menyatukan satu atau beberapa pondasi dalam. Selain sebagai pengikat pondasi

dalam, *pile cap* berfungsi untuk meneruskan gaya dari struktur atas seperti kolom atau dinding abutment ke pondasi dalam. Gaya – gaya tersebut akan didistribusi ke pondasi secara merata. Dalam tahap perencanaan bentuk dan modelisasi *pile cap* sangat beragam. Pada suatu bangunan konstruksi bentuk *pile cap* akan berbeda mengikuti dari jumlah pondasi tiang (*pile*) yang akan dikelompokkan dalam satu *pile cap*.

Proses pekerjaan pile cap meliputi penentuan titik *pile cap*, pekerjaan galian, pekerjaan pemotongan kepala borepile, pekerjaan LC (*lean concrete*), Pekerjaan Pembesian, Perakitan bekisting, pengecoran *pile cap*, pembogkoran *pile cap* dan pemeliharaan beton atau curing beton.



Gambar 2.2 Pile Cap

(Sumber: Dokumen PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, 2023)

2.5.2 Pekerjaan Struktur Atas Jalan Tol

1. *Abutment*

Abutment atau kepala jembatan adalah salah satu elemen dari struktur bawah jembabatan yang terletak pada kedua ujung pilar – pilar jembatan. *Abutment* berfungsi sebagai pendukung dan pemikul beban di atasnya. Beban tersebut dibagi menjadi 2 jenis, yaitu beban hidup dan beban mati. Beban hidup terdiri dari beban angin dan sebagian besar didominasi oleh beban kendaraan yang lewat, sedangkan Beban mati terdiri dari

beban baungan itu sendiri seperti berat gelagar (*girder*) dan dinding *abutment*. Beban – beban tersebut diterima oleh *abutment* dan kemudian disalurkan ke struktur dibawahnya, yang kemudian disalurkan ke tanah.

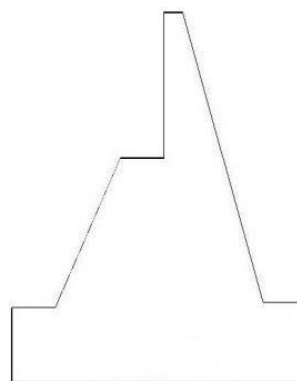
Proses konstruksi *abutment* dilaksanakan secara bertahap. Tahap I (pertama) adalah pekerjaan dinding *abutment* dan *wingwall* hingga ketinggian 2.8 m dari pile cap pondasi. Kemudian dilanjutkan dengan tahap II (kedua) adalah pekerjaan dinding *abutment* dan *wingwall* hingga ketinggian 5,6 m. Dan tahap terkahir, yaitu tahap III (ketiga) merupakan pekerjaan *backwall* dan *wingwall*. Proses konstruksi disetiap tahap meliputi Perakitan pembesian, pemasangan bekisting, pemasangan perancah (*falsework*), pengecoran *abutment*, dan pembongkaran bekisting.

Struktur konstruksi dinding *abutment* terdiri dari beberapa bagian besar. Bagian tersebut membuat bangunan *abutment* dapat menahan gaya – gaya yang bekerja diatasnya. Bagian – bagian tersebut diantaranya adalah dinding (*breast wall*), Parapet (*back wall*) dan sayap (*wingwall*). Dinding atau sering disebut tembok longitudinal, merupakan konstruksi yang menerima gaya horizontal akibat tekanan pasif tanah, gaya gempa, serta seluruh gaya vertical. Parapet atau *backwall* merupakan bagian *abutment* yang berfungsi sebagai penahan gelagar memanjang (*girder*) sekaligus sebagai pembatas antara gelagar dan tanah belakang *abutment*. Sayap (*wing wall*) berfungsi sebagai pelindung sisi belakang *abutment* dari tekanan tanah sehingga *abutment* tidak mengalami gaya horizontal akibat tekanan tanah.

Abutment memiliki bentuk dan jenis yang beragam. Dari keberagaman tersebut dihasilkan kelebihan masing – masing di setiap jenis *abutment*. Pada proses perencanaan, pemilihan jenis abutment didasarkan pada beberapa hal seperti bentuk bangunan atas yang akan digunakan, kondisi tanah yang akan dipasang pondasi dan kondisi bangunanya. Jenis dan bentuk *abutment* yang umum, diantaranya adalah:

1. *Abutment* Tipe Gravitasi

Bentuk *abutment* tipe gravitasi sering digunakan dikarenakan bentuknya yang sederhana dan pada saat proses konstruksi tidak cukup rumit. Jenis *abutment* ini bekerja dengan menggunakan berat sendiri sebagai kekuatan untuk menahan beban – beban yang berkerja. Pada penerapannya jenis abutment gravitasi cocok pada kosntruksi sturktur yang tidka tinggi dengan jarak antar bentang yang pendek, serta kondisi tanah keras untuk peletakan pondasinya.



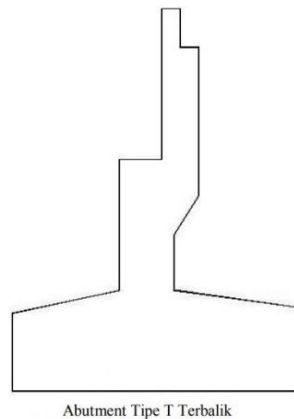
Abutment Tipe Gravitasi

Gambar 2.3 *Abutment* Tipe Gravitasi

(Sumber: <https://www.pengadaan.web.id/2020/10/abutment-jembatan.html>)

2. *Abutment* Tipe T Terbalik

Dibandingkan dengan abutment tipe gravitasi, jenis *abutment* tipe T terbalik memiliki struktur yang lebih ramping. Abutment jenis merupakan *abutment* yang dilengkapi dengan balok kantilever tersusun dari suatu dinding memanjang dan sebagai kekuatan dari tembok. Kekuatan dan ketahanan untuk menahan beban yang bekerja diperoleh dari berat sendiri serta beban tanah diatas plat tumpuan. *Abutment* tipe ini umumnya digunakan pada konstruksi jembatan yang lebih tinggi.



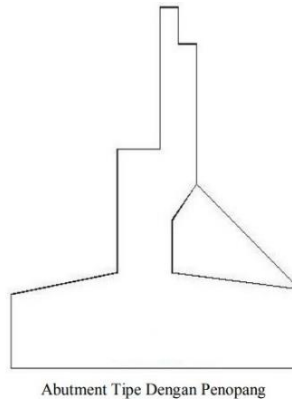
Gambar 2.4 *Abutment* Tipe T Terbalik

(Sumber: <https://www.pengadaan.web.id/2020/10/abutment-jembatan.html>)

3. *Abutment* Tipe dengan Penopang

Struktur Abutment tipe ini memiliki kemiripan dengan *abutment* tipe T terbalik. *Abutment* tipe ini memiliki perbedaan pada bagian sisi belakang (*counterfort*) dilengkapi penopang yang bertujuan untuk memperkecil gaya yang bekerja pada dinding dan tumpuannya. Material yang digunakan untuk membuat konstruksi abutment tipe ini menggunakan struktur beton bertulang. Pada umumnya jenis

abutment ini digunakan pada konstruksi jembatan yang cukup tinggi dan mempunyai bentang yang lebar.



Gambar 2.5 Abutment Tipe dengan Penopang

(Sumber: <https://www.pengadaan.web.id/2020/10/abutment-jembatan.html>)

2. Girder

Girder adalah sebuah balok atau rangkaian balok yang menghubungkan dua penyangga yang dapat berupa *pier* atau *abutment* pada suatu jembatan atau *fly over*. Selain untuk menghubungkan dua *pier* atau *abutment*, balok girder juga berfungsi sebagai penyalur beban yang berada diatas konstruksi ke struktur bagian bawahnya. Dalam material penyusunannya girder dapat dibagi menjadi dua, yaitu girder beton, dan girder baja. Sedangkan menurut sistem perancangannya, girder dapat dibagi menjadi dua yaitu girder *precast* dan *on-site* girder. *Precast* girder merupakan salah satu girder beton yang sudah diproduksi dan dicetak di pabrik yang kemudian dimobilisasikan ke lapangan proyek yang nantinya akan digunakan.

Sedangkan, *On-site* girder merupakan salah satu girder beton dengan metode cor ditempat atau di lapangan.

Dalam Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi I Paket 1.1 digunakan girder prategang dengan sistem pasca-tarik dengan tipe PCI. Secara umum, girder prategang dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu pra-tarik dan pasca-tarik. Perbedaan antara girder dengan sistem pra-tarik dan pasca-tarik ada di tahapan transfer pembebanan (beban struktur girder, beban pekerja, dan beban peralatan peregangan). Pada sistem pra-tarik, tahapan transfer pembebanan terjadi ketika angkur dilepas dengan gaya prategang tersebut ditransfer ke beton. Sedangkan pada sistem pasca-tarik, tahapan transfer pembebanan terjadi pada saat penarikan kawat untaian (*strand*) yang nantinya akan dikunci oleh angkur (*anchorage*) di tiap sisinya. Terdapat tiga macam kawat baja prategang (*tendon*) yang digunakan untuk beton prategang yaitu kawat tunggal (*wire*), kawat untaian (*strand*), dan kawat batangan (*bar*).