BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 UNDERPASS

Underpass adalah jalan melintang di bawah jalan lain atau persilangan tidak sebidang dengan membuat terowongan di bawah muka tanah. Diperlukan konstruksi yang tepat dalam pelaksanaan jalan *underpass*. Konstruksi *underpass* merupakan suatu galian dengan konstruksi struktur penahan tanah dalam posisi vertikal. Sistem *box tunnel* / *box underpass* dipakai pada proyek *underpass*. (http://tekniksipil.blogspot.com ; 2013). Beberapa ahli teknik sipil mendefinisikan *underpass* sebagai sebuah tembusan di bawah permukaan yang memiliki panjang kurang dari 0.1 mil atau 1.60934 km. Biasanya digunakan untuk lalu lintas kendaraan (umumnya mobil atau kereta api) maupun para pejalan kaki atau pengendara sepeda. (http://id.wikipedia.org/wiki/Terowongan; 2014).

Fungsi penggunaan *underpass* diantaranya adalah memperbaiki geometrik jalan sehingga dapat memberikan rasa nyaman dan aman bagi pengendara bermotor atau pejalan kaki.



Gambar 2.1 Ilustrasi Underpass
(Sumber : http://cdn2.tstatic.net/tribunnews/foto/bank/images/Under_Pass.jpg)

2.2 BOX UNDERPASS

Box underpass adalah sebuah panel terowongan dengan ukuran tertentu sebagai tempat lewatnya kendaraan pada *underpass*. *Box underpass* ini harus kedap air dan kedap suara. Kedap air supaya air dari atas tidak merembes ke dalam *box*. Kedap suara supaya suara bising dari lalu lintas diatasnya tidak terdengar sampai ke dalam *box*.



Gambar 2.2 Box Underpass

(Sumber : https://www.dywidag-systems.com/uploads/pics/DSI-Indonesia-Cibubur-Underpass01.jpg)

2.3 LALU LINTAS

Lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan, sedang yang dimaksud ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan/atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.(http://id.wikipedia.org/wiki/Lalu_lintas; 2014).

Lalu lintas memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri maka perlu dikembangkan dan dimanfaatkan sehingga mampu menjangkau seluruh wilayah dan pelosok daratan dengan mobilitas tinggi dan mampu memadukan sarana transportasi lain. Menyadari peranan transportasi maka lalu lintas ditata dalam sistem transpotasi nasional secara terpadu dan mampu mewujudkan tersedianya jasa trnasportasi yang serasi dengan tingkat kebutuhan lalu lintas yang tertib, selamat, aman, nyaman, cepat, teratur, lancar, dan biaya yang terjangkau oleh masyarakat. Pengembangan lalu lintas yang ditata dalam satu kesatuan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan dan mendominasikan unsurnya yang terdiri dari jaringan transportasi jalan kendaraan beserta dengan pengemudinya, peraturan-peraturan dan metode sedemikian rupa sehingga terwujud suatu totalitas yang utuh, berdayaguna, dan berhasil. Lalu lintas dan angkutan jalan perlu diselenggarakan secara berkesinambungan dan terus ditingkatkan agar lebih luas daya jangkau dan pelayanan kepada masyarakat dengan memperhatikan sebesar-besarnya kepentingan umum dan kemampuan/kebutuhan masyarakat, kelestarian lingkungan, koordinasi antara wewenang pusat dan daerah serta unsur instansi sektor, dan antar unsur terkait serta terciptanya keamanan dan ketertiban masyarakat dalam penyelesaian lalu lintas dan angkutan jalan, serta sekaligus dalam rangka mewujudkan sistem transportasi nasional yang handal dan terpadu.

Untuk memahami pengertian lalu lintas, penulis akan mengemukakan pengertian lalu lintas menurut Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, maupun pendapat dari para pakar. Menurut Pasal 1 Undang-undang Nomor 22 tahun 2009, lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan, adalah prasarana yang

diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dengan fasilitas pendukungnya.

Menurut Muhammad Ali, lalu lintas adalah berjalan, bolak balik, perjalanan di jalan. Ramdlon Naning juga menguraikan pengertian tentang lalu lintas yaitu gerak pindah manusia dengan atau tanpa alat penggerak dari satu tempat ke tempat lainnya.

Sedangkan menurut W.J.S. Poerwodarminto[21] bahwa lalu lintas adalah:

1. Perjalanan bolak-balik
2. Perihal perjalanan di jalan dan sebagainya
3. Perhubungan antara sebuah tempat

Subekti juga memberikan definisi tentang lalu lintas, ia mengemukakan bahwa lalu lintas adalah segala penggunaan jalan umum dengan suatu pengangkutannya.

Pengertian dan definisi-definisi diatas dapat disimpulkan bahwa lalu lintas dalam arti luas adalah setiap hal yang berhubungan dengan sarana jalan umum sebagai sarana utama untuk tujuan yang ingin dicapai. Selain dapat ditarik kesimpulan juga pengertian lalu lintas dalam arti sempit yaitu hubungan antar manusia dengan atau tanpa disertai alat penggerak dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan jalan sebagai ruang geraknya.

2.4 KLASIFIKASI FUNGSIONAL JALAN

Klasifikasi fungsional seperti dijabarkan dalam Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan mengenai 2 (dua) sistem jaringan jalan, terdiri dari:

1. Sistem jaringan jalan primer disusun mengikuti kertentuan pengaturan tata

ruang dan struktur pengembangan wilayah tingkat nasional, yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi sebagai berikut:

a. Dalam satu satuan wilayah pengembangan menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota jenjang dibawahnya sampai persil.

b. Menghubungkan kota kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antar satuan wilayah pengembangan. Fungsi jalan dalam sistem jaringan jalan primer terdiri dari:

i. Jalan arteri primer menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

ii. Jalan kolektor primer menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

iii. Jalan lokal primer menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota ketiga dengan persil, atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.

2. Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan. Fungsi jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder terdiri dari:

a. Jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

b. Jalan kolektor sekunder menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

c. Jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan.

2.5 JALUR DAN LAJUR

Jalur adalah suatu bagian pada lajur lalu lintas yang ditempuh oleh kendaraan dalam satu jurusan. Jalur jalan dapat terdiri dari satu atau lebih lajur. Lajur adalah bagian jalur lalu lintas memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan dan memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam tabel berikut :

Tabel 2.1 Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal
Arteri	**I**	**3,75 m**
	II, III A	**3,50 m**
Kolektor	**III A, III B**	**3,00 m**
Lokal	**III C**	**3,00 m**

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota ; 1997)

2.6 PEMBEBANAN

Suatu struktur bangunan, baik itu bangunan tinggi, jembatan, atau underpass sekalipun harus direncanakan untuk dapat memikul beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, diantaranya beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi yang bekerja pada struktur meliputi beban mati dan beban hidup. Beban mati yang bekerja pada struktur diakibatkan oleh berat struktur sendiri serta berat tambahan seperti berat tanah diatas underpass. Sedangkan yang termasuk beban lateral adalah beban tanah dan beban gempa.

Beban-beban yang dihitung dalam perancangan ini adalah berat sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas, beban rem, tekanan tanah, beban angin, pengaruh temperatur, dan beban gempa. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah RSNI T-02-2005.

2.7 GAYA, MOMEN, DAN TUMPUAN

Sebuah konstruksi dibuat dengan ukuran-ukuran fisik tertentu haruslah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dan konstruksi tersebut harus kokoh sehingga tidak hancur dan rusak. Konstruksi dikatakan kokoh apabila konstruksi

tersebut dalam keadaan stabil , kestabilan tersebut akan terjadi bila gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi dalam arah vertical dan horizontal saling menghilangkan atau sama dengan nol, demikian dengan momen-momen yg bekerja pada konstruksi tersebut pada setiap titik kumpul saling menghilangkan atau sama dengan nol.

Dalam analisa struktur terdapat metode penyelesaian dengan statis tertentu dan metode statis tak tentu. Pada metode statis tertentu berlaku prinsip berlaku prinsip gaya-gaya dalam arah vertical dan horizontal dan keseimbangan momen pada tumpuan dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

- $\sum Kv = 0$
- $\sum Kh = 0$
- $\sum M = 0$

Kv = Gaya Vertikal

Kh = Gaya Horizontal

M = Momen

Gaya merupakan kekuatan yg dapat membuat benda dalam keadaan diam menjadi bergerak. Gaya biasa dilambangkan sebagai besaran yang mempunyai arah dan digambarkan dalam ilmu fisika seperti vector. Contohnya apabila pada sebuah benda dikerjakan pada sebuah gaya baik diangkat, ditarik atau didorong maka akan ada perlawanan terhadap gaya tersebut dan gaya perlawanan tersebut disebut dengan reaksi. Satuan untuk gaya ialah (Newton, Kg , Ton).

Momen terjadi apabila sebuah gaya bekerja mempunyai jarak tertentu dari titik yang akan menahan momen tersebut dan besarnya momen tersebut adalah besarnya yang dikalikan dengan jaraknya.

Satuan untuk momen ialah (N/m, Kg/m , Kg/cm, Ton/m,).Momen terjadi apabila sebuah gaya bekerja mempunyai jarak tertentu dari titik yang akan menahan momen tersebut dan besarnya momen tersebut adalah besarnya yang dikalikan dengan jaraknya. Satuan untuk momen ialah (N/m, Kg/m , Kg/cm, Ton/m,).

Tumpuan ialah tempat perletakan konstruksi atau dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja ke pondasi.

Dalam ilmu analisa struktur dikenal 3 jenis tumpuan yaitu tumpuan sendi, tumpuan rol dan tumpuan jepit.

a. Tumpuan Sendi

Tumpuan sendi sering disebut juga sebagai tumpuan engsel, karena cara kerjanya mirip dengan engsel. Tumpuan mampu memberikan reaksi gaya horizontal dan vertikal, artinya tumpuan sendi dapat menahan gaya vertikal maupun gaya horizontal dan tidak dapat menahan momen.

b. Tumpuan Rol

Tumpuan rol adalah tumpuan yang dapat bergeser kea rah horizontal sehingga tumpuan ini tidak dapat menahan gaya horizontal. Pada tumpuan rol terdapat roda yang dapat bergeser yang gunanya untuk mengakomodir pemuaian pada konstruksi sehingga konstruksi tidak rusak. Tumpuan rol hanya mampu memberikan reaksi arah vertikal saja, artinya tumpuan rol hanya bias menahan gaya secara vertikal saja dan tidak bias menahan gaya horizontal dan momen.

c. Tumpuan Jepit

Tumpuan jepit ialah merupakan tumpuan berupa balok yang terjepit pada tiang atau kolom. Pada tumpuan ini mampu memberikan reaksi terhadap gaya vertikal, horizontal bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen.

2.8 ANALISIS STRUKTUR

Secara umum, analisis ini dibagi menjadi 2 tahap, yaitu :

1. Analisis struktur.
2. Analisis desain penampang sesuai bahan yang direncanakan seperti baja, beton, kayu atau yang lain.

Analisis struktur sendiri bisa menggunakan berbagai metode misalnya Clayperon, Cross, Takabeya, Mutoh, Matrix, dan lain-lain. Secara garis besar, semua metode dalam analisis struktur tersebut melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan geometri model struktur.
2. Menetapkan beban yang bekerja pada model struktur.
3. Menentukan angka kekakuan berdasarkan pada modulus elastisitas (E) bahan dan momen inersia (I) yang tergantung dari ukuran dan posisi penampang.
4. Menghitung momen primer.
5. Analisis struktur dengan metode tertentu.
6. Menghitung momen maksimum.
7. Menggambarkan bidang momen, geser dan aksial.

Salah satu kelemahan dari perancangan struktur secara konvensional adalah banyaknya hal yang harus dilakukan dengan ketelitian tinggi melalui perhitungan

yang cukup rumit terutama pada bagian analisis struktur meskipun sudah diambil beberapa penyederhanaan. Banyaknya tahapan ini akan menghabiskan waktu yang lama juga melelahkan sehingga menjadi rawan kesalahan (*human error*). Semakin rumit model struktur, semakin rumit pula analisis strukturnya, sehingga semakin banyak pula waktu, konsentrasi, tenaga yang dibutuhkan. Selain itu jika ada perubahan nilai koefisien, perubahan nilai beban misalnya, maka perhitungan harus diulang lagi dari awal.

2.9 PROGRAM SAP2000

SAP2000 merupakan salah satu program analisis struktur yang lengkap namun sangat mudah untuk dioperasikan. SAP2000 ini adalah versi pertama dari SAP yang secara lengkap terintegrasi dengan Microsoft Windows.

Prinsip utama penggunaan program ini adalah pemodelan struktur, eksekusi analisis, dan pemeriksaan atau optimasi desain; yang semuanya dilakukan dalam satu langkah atau satu tampilan. Tampilan berupa model secara real time sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pemodelan secara menyeluruh dalam waktu singkat namun dengan hasil yang tepat. Output yang dihasilkan juga dapat ditampilkan sesuai dengan kebutuhan baik berupa model struktur, grafik, maupun spreadsheet. Semuanya dapat disesuaikan dengan kebutuhan untuk penyusunan laporan analisis dan desain.

Analisis SAP2000 menggunakan finite element methode baik untuk static analysis maupun untuk dynamic analysis (nonlinear analysis). Semuanya terintegrasi dalam satu paket yang dilengkapi dengan beberapa database untuk keperluan analisis dan desain seperti database tampang struktur untuk berbagai bentuk mulai dari yang simetris hingga asimetris.

Beberapa kemampuan yang dimiliki oleh program ini antara lain :

- Analisis yang cepat dan akurat.
- Model pembebanan yang lebih lengkap baik berupa static loading maupun dynamic loading.
- Pemodelan elemen shell yang lebih akurat.
- Analisis dinamik dengan Ritz dan Eigenvalue
- Sistem koordinat ganda untuk bentuk geometri struktur yang kompleks.

SAP2000 tidak membatasi kapasitas analisis sehingga dapat diaplikasikan untuk bentuk yang paling kompleks sekalipun. Juga dilengkapi dengan analisis struktur jembatan dengan pembebanan bergerak, dan pilihan analisis dengan time history yang dapat disesuaikan dengan kondisi di daerah tertentu. Efek gerakan tanah dasar juga dapat mempengaruhi struktur yang dimodelkan.

Untuk keperluan desain struktur, SAP2000 dilengkapi dengan fitur yang lengkap baik untuk perencanaan struktur baja maupun beton. Desain struktur baja dilengkapi dengan input dimensi dan bentuk yang disesuaikan dengan database yang berlaku untuk beberapa peraturan perencanaan. Begitupula dengan desain struktur beton yang dilengkapi dengan perhitungan penulangan yang dibutuhkan. Elemen-elemen tertentu dapat digabung menjadi satu grup yang memudahkan dalam perencanaan. Tampilan data perhitungan untuk masing-masing elemen dapat ditampilkan langsung dengan meng-klik elemen yang dikehendaki. (“Menggunakan SAP2000” ; Teguh Santoso, S.Pd. , 2006)

2.10 METODE KEKUATAN BATAS

Pada metode kekuatan batas (*ultimate design*), *service loads* diperbesar, dikalikan suatu faktor beban dengan maksud untuk memperhitungkan terjadinya beban pada saat keruntuhan telah diambang pintu. Kemudian dengan menggunakan beban kerja yang sudah diperbesar (beban terfaktor) tersebut, struktur direncana sedemikian sehingga didapat nilai kuat guna pada saat runtuh yang besarnya kira-kira lebih kecil sedikit dari kuat batas runtuh sesungguhnya. Kekuatan pada saat runtuh tersebut dinamakan kuat ultimit dan beban yang bekerja pada atau dekat dengan saat runtuh dinamakan beban ultimit. (Edi Kurniadi, 2012) .

2.11 TEKANAN TANAH LATERAL

Tekanan tanah timbul selama pergeseran tanah (soil displacement) atau selama peregangan tetapi sebelum tanah tersebut mengalami keruntuhan. Agar dapat merencanakan konstruksi penahan tanah dengan benar, maka kita perlu mengetahui gaya horisontal yang bekerja antara konstruksi penahan dan massa tanah yang ditahan. Gaya horisontal disebabkan oleh tekanan tanah arah horisontal (lateral). Analisa dan penentuan tekanan tanah lateral sangat penting dalam mendesain dinding penahan tanah. Besar dan distribusi tekanan lateral yang bekerja pada struktur dinding penahan tanah atau pondasi tergantung pada regangan relatif tanah dibelakang struktur.

Timbunan tanah yang berada di belakang dinding penahan tanah akan mendorong dinding ke depan menjauhi timbunan. Jika struktur ini merupakan abutmen pada jembatan, maka dampaknya sangat berbahaya sekali untuk struktur

diatasnya. Jika dorongan dari tanah lateral tersebut lebih besar dari tahanannya maka abutmen tersebut akan patah, struktur yang ada diatasnya (contohnya adalah girder pada jembatan) bisa runtuh. Hal ini merupakan beban dalam arah lateral yang harus diperhatikan pada saat mendesain dinding penahan tanah itu. Pada waktu analisis perhitungan, umumnya besarnya tekanan tanah dan gaya-gaya diambil untuk suatu unit panjang potongan (pias) selebar satu meter. Distribusi tegangan tanah lateral akibat berat sendiri tanah biasanya berbentuk segitiga (hidrostatis), dengan nilai maksimum pada dasar dinding penahan tanah.

Terdapat hal-hal mendasar yang berkaitan dengan tekanan tanah lateral pada dinding penahan tanah, dimana pada umumnya dinding berada di dalam keadaan di bawah ini:

- Kondisi tekanan tanah pada keadan diam
- Kondisi tekanan tanah aktif
- Kondisi tekanan tanah pasif

Yang dimaksud dengan tekanan tanah dalam kondisi diam adalah kondisi struktur yang benar-benar rigid (kaku), sehingga tidak dapat bergerak sedikitpun. Yang dimaksud dengan tekanan tanah aktif adalah kondisi dimana struktur tidak dapat dianggap kaku dan akan bergerak (deform) pada suatu waktu pada saat penimbunan tanah dibelakangnya. Deformasi yang terjadi dianggap cukup besar sehingga tercapai keadaan keruntuhan dalam tanah.
(https://renhardmanurung35.wordpress.com/2014/04/07/tekanan-tanah/)

2.12 METODE PEMBANGUNAN UNDERPASS

Sesuai dengan pengertiannya, maka dalam pembangunan underpass jalanraya pasti ada kegiatan arus lalu lintas kendaraan diatasnya. Metode-metode

pelaksanaan yang ada haruslah memberikan efisiensi dan efektifitas yang tinggi, agar jangan sampai mengganggu aktifitas lalu-lintas yang ada.

Metode pelaksanaan underpass yang dapat digunakan saat ini ada dua, yaitu cor di tempat (cast insitu), dan struktur pracetak.

2.12.1 Metode Cor di Tempat (Cast In-situ)

Beton cor di tempat atau sering disebut cast in situ adalah beton yang langsung dicor pada lokasi elemen struktur yang direncanakan. Keunggulan dari metode ini adalah :

- Lebih ekonomis dari segi biaya, tidak memerlukan biaya tambahan untuk transportasi material dan alat berat khusus misalnya crane untuk proses pemasangan / perangkaian.
- Meminimalisir terjadinya masalah pada persambungan elemen struktur

Metode ini juga memiliki beberapa kekurangan. Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut :

- Waktu pelaksanaan konstruksi lebih lama, karena masing-masing elemen struktur yang saling ketergantungan harus dikerjakan secara berurutan.
- Mutu kurang terjamin, terutama permukaan betonnya tidak akan sehalus jika menggunakan metode pre-cast.

2.12.2 Metode Pra-Cetak (Pre-Cast)

Beton precast (precast concrete) atau beton pracetak adalah elemen struktur beton yang dicor dan dirawat (curing) di lokasi lain, misal workshop atau pabrik (bukan di tempat elemen struktur beton itu akan dipasang).

Setelah mencapai umur beton yang cukup, barulah beton precast dikirim ke lokasi pekerjaan dan dirakit / dirangkai. Proses pelaksanaan pemasangan / perangkaian dilakukan dengan menggunakan bantuan alat berat.

Keunggulan dari beton pra-cetak adalah sebagai berikut :

- Waktu pelaksanaan lebih cepat
- Lebih ekonomis dalam penggunaan bekisting
- Mutu lebih terjamin
- Tidak terpengaruh kondisi cuaca
- Produktifitas lebih tinggi

Kelemahan dari beton pra-cetak adalah :

- Tambahan biaya transportasi yang cukup besar
- Memerlukan alat berat dengan kapasitas yang relatif besar untuk pelaksanaan pemasangannya / perangkaiannya yang mana membutuhkan biaya yang besar pula.
- Perlu perhatian khusus pada sambungan-sambungannya
- Memerlukan lahan yang luas untuk proses produksinya.

2.13 METODE PUSH JACKING SYSTEM (BOX JACKING)

Metode jacking adalah struktur unit box pracetak didorong ke dalam tanah dengan sistem hidraulik untuk mendorong box underpass masuk tegak lurus ke dalam pada jalur yang telah direncanakan. Keunggulan dari metode ini yaitu tidak mengganggu aktivitas jalan yang berada di atasnya dan hanya memerlukan jumlah tenaga kerja yang sedikit. Untuk kelemahan dari metode ini yaitu sangat bergantung pada pekerjaan galian dan penyetelan lebih lama jika diaplikasikan

pada tanah lunak (*box underpass* akan lebih mudah turun). Sehingga metode ini dapat diterapkan pada area proyek yang sempit dan tanah lunak maupun keras. Metode jacking pertama di Indonesia dilaksanakan pada pembangunan underpass Cibubur.

Saat ini, metode jacking ini dianggap yang paling efisien dalam proses pemasangan box underpass, karena efisiensi dan efektivitasnya. Hal yang paling penting adalah karena metode ini tidak mengganggu aktifitas jalan raya yang terjadi pada jalan di sekitarnya selama pembangunan underpass ini berlangsung.



Gambar 2.3 Underpass dengan metode Jacking System

(Sumber : https://i.ytimg.com/vi/Mi-paSH_Da4/maxresdefault.jpg)



Gambar 2.4 Ilustrasi Metode Jacking System

(Sumber: http://www.unitracc.com/aktuelles/bilder/Article/477544/image)

2.14 METODE PELAKSANAAN JACKING SYSTEM

2.14.1 Tahap Persiapan

Persiapan terlebih dahulu dilakukan dengan menyediakan alat dan bahan yang akan digunakan dalam metode jacking system. Alat-alat yang dibutuhkan antara lain adalah sebagai berikut :

- Mesin dorong
- Hidraulik Pump
- Hose Jack
- Bracket Jack



Gambar 2.5 Mesin Dorong (Jacking)

(Sumber : http://jtptrenchless.com.au/wp-content/uploads/box-culvert4-large1.jpg?x81102)

Adapun tahapan dan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses instalasi alat jacking adalah sebagai berikut :

1. Bracket dipasang dengan baik pada Bottom Box Segmen yang akan di Jacking. Harus dipastikan bahwa tidak ada celah yang cukup besar antara plat baja dan permukaan concrete box. Apabila ada celah yang cukup besar perlu dilakukan perbaikan dengan cara mengisi celah tersebut dengan bahan pengisi structural.

2. Jack dipasang dengan baik pada Bracket Jack. Jack harus terpasang rata dengan pelat Bracket. Bracket Jack tidak boleh menyentuh Platform saat Jack telah terpasang. Apabila Bracket menyentuh Platform maka posisi Bracket perlu dinaikan. Adapun posisi pemasangan Jack harus sesuai dengan tahapan jumlah segmen didorong. Berikut merupakan matriks posisi jack terhadap jumlah segmen :

Tabel 2.2 Matriks Posisi Jack Terhadap Jumlah Segmen

8	7	6	5	4	3	2	1	Posisi/Segmen
x		X			x		x	Segmen 1-4
x	x		x	x		x	x	Segmen 5-7
X	x	x	x	x	x	x	x	Segmen 8-10

(Sumber : Metode Jacking Box Tunnel Underpass Cibubur)

3. Pemasangan hose pada jack dan hidraulik pump. Hose harus terpasang sempurna pada masing-masing nipple jack dan hidraulik. Harus dipastikan bahwa hose terpasang pada tempat yang bebas dan tidak mengganggu proses pengeluaran tanah.
4. Hidraulik pump terhubung dengan sambungan listrik yang aman dan memadai. Hidraulik harus terlindungi dari cuaca seperti hujan dlsb.

Berikut adalah tahap persiapan lahan dan aksesoris jacking :

1. Guide rail
2. Concrete spacer tebal 60 cm
3. Steel spacer tebal 30 cm
4. Plywood tebal 12 mm
5. Steel shimming tebal 4mm, 5mm, 10mm
6. Beam pengunci spacer

Adapun poin-poin persiapan itu antara lain :

1. Guide rail harus terpasang dengan baik di masing-masing sisi box. Hook pengunci guide rail juga harus terpasang dengan baik.
2. Spacer disusun di depan jack dan menumpu ke reaction wall. Spacer baja diletakan di antara jack dan spacer beton. Diantara spacer beton dan antara spacer baja dan beton harus disisipi plywood tebal 12 mm.
3. Steel Shimming (apabila diperlukan) dipasang diantara piston Jack 1000 ton dan steel spacer.
4. Beam pengunci spacer dipasang pada hook yang telah disediakan di atas spacer.
5. Box yang akan masuk ke dalam tanah di lapisi super grease terlebih dahulu.

2.14.2 Persiapan Sistem Nose Blade dan ADS (Anti Drag System)

Pada bagian depan box dipasang sistem Nose Blade & ADS, item- item dari sistem tersebut antara lain :

- Nose Blade

- Roll ADS (24 buah)
- Pipa grease (24 buah)
- Grease pump (6 buah)
- Grease
- Compressor

Untuk memastikan sistem ini bekerja dengan baik maka perlu langkah pengecekan awal, antara lain :

1. Nose Blade terpasang dengan baik pada box segmen. Semua baut dan stress bar telah terinstal dan telah dikencangkan sesuai dengan desain perhitungan.
2. Sistem pelumasan ADS bekerja dengan baik. Grease pump bekerja dengan baik sehingga dapat menyalurkan grease menuju ke pipa- pipa penyaluran dengan merata.
3. Roll ADS dapat berputar dengan baik tanpa ada halangan.
4. Lempengan ADS telah terikat sempurna pada portal.

2.14.3 Persiapan Sistem Pengeluaran Tanah

Untuk mengeluarkan tanah dari dalam box diperlukan sistem pengeluaran tanah yang memadai. Peralatan yang terkait dengan sistem ini antara lain :

1. Mini Excavator (PC- 75)
2. Trolli Bucket (4 Set @ 1 m^3)
3. Rel Trolli (2 Set)
4. Dump Truck
5. Crane
6. Pelat pengaman Jack

Persiapan yang perlu dilakukan antara lain :

1. Rell troli dipasang pada bagian dalam kiri dan kanan box.
2. Trolli bucket diinstall pada rel yang telah tersedia.
3. Crane telah diposisikan di tempat yang telah tersedia, sehingga dapat mengangkat bucket dari bawah ke atas dengan aman.
4. Dump truck telah disiapkan untuk menerima tanah yang akan dikeluarkan.

2.14.4 Persiapan Sistem Kontrol Geometri Posisi Box

Untuk menjamin posisi box berada pada posisi yang direncakan diperlukan sistem untuk mengetahui posisi box secara aktual. Pekerjaan ini diperlukan alat- alat survey yang memadai untuk mengetahui koordinat (x , y, z) box secara cepat dan akurat dan guiding instrument spt laser beam yang dapat dimonitor setiap saat untuk mengetahui kelurusan arah jacking secara horizontal dan vertical.

2.14.5 Persiapan Jacking

Setelah semua persiapan dilakukan dengan baik maka pekerjaan jacking box dapat dilaksanakan. Tahapan pekerjaan Jacking Box adalah sebagai berikut :

1. Cek posisi box sebelum jacking dimulai. Apabila posisi belum sesuai maka perlu dilakukan penyesuaian posisi terlebih dahulu. Record koordinat awal box (X,Y,Z) yang akan digunakan sebagai data acuan.
2. Setiap piston Jack dikeluarkan hingga menyentuh spacer baja dan pembacaan pressure pada masing- masing gauge jack hidraulik harus pada satu acuan yang sama (biasanya pressure awal diambil 50 bar).

3. Masing- masing piston Jack yang keluar diukur panjangnya dan dicatat sebagai acuan awal.
4. Box segmen didorong dengan gaya yang sama pada setiap Jack hingga salah satu piston Jack mencapai panjang maksimum (30 cm).
5. Catat pressure terakhir yang tercapai dan ukur perpanjangan piston dibandingkan dengan panjang acuan awal.
6. Buat grafik gaya jacking terhadap pergerakan box segmen.
7. Release piston.
8. Pasang spacer block baru lalu ulangi tahapan 1 hingga box terdorong sampai area Jacking 1.
9. Pastikan bahwa material zincalum terkunci dengan baik pada portal.
10. Angkat semua spacer blok.
11. Sliding box selanjutnya
12. Sistem ADS harus selalu dimonitor sepanjang berlangsungnya proses jacking untuk memastikan bahwa pelumasan ADS bekerja dengan baik.

(sumber : Metode Jacking Tunnel Underpass Cibubur)