

ANALISIS PERANCANGAN BOX TUNNEL STA 42+352 PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIMANGGIS-CIBITUNG SEKSI 2

Rizky Nabila Hasibuan¹, Doni Haidar Nur²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Jayabaya, Jakarta, Indonesia

Email¹: rizky.nabila29@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2 melewati beberapa ruas jalan desa di daerah Setu-Burangkeng, khususnya di titik sta 42+352 yang mengakibatkan terhambatnya pergerakan aktivitas bagi warga sekitar, sehingga diperlukan sebuah persimpangan tidak sebidang. Underpass direncanakan menggunakan struktur box tunnel. Tujuan dari penelitian ini untuk merancang pembebanan, tulangan, serta stabilitas dinding penahan tanah pada box tunnel tersebut. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder dengan teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi serta studi pustaka. Metode pengolahan data menggunakan aplikasi Microsoft excel. Hasil analisis diperoleh boxtunnel memiliki dimensi tinggi = 6,30 meter, lebar = 7,00 meter, dengan momen ultimit pada pelat atas = 714,47 KNm, momen ultimit pada pelat dinding = 1440,53 KNm, serta momen ultimit pada pelat bawah = 1243,13 KNm. Tulangan yang digunakan pada pelat atas adalah tulangan utama D22-100 dengan tulangan bagi D16-200, sedangkan pada pelat dinding dan pelat bawah menggunakan tulangan utama D22-50 dengan tulangan bagi D16-200. Stabilitas dinding penahan tanah diperoleh nilai aman dengan stabilitas terhadap penggeseran sebesar 2,39, stabilitas terhadap penggulingan sebesar 2,27, dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah sebesar 4,56.

Kata kunci : Underpass, box tunnel, pembebanan, tulangan, stabilitas dinding.

Pendahuluan

Pembangunan jalan tol saat ini semakin meningkat jumlahnya, tidak hanya di pulau Jawa saja tetapi juga di luar pulau Jawa. Dengan adanya jalan tol, maka transportasi angkutan barang dan jasa akan semakin efisien dengan waktu tempuh yang semakin cepat, sehingga akan berdampak pada nilai tambah di berbagai komoditas. Di samping itu, jalan tol merupakan jalan bebas hambatan yang

digunakan untuk mengurai kemacetan di berbagai wilayah kota di Indonesia. Khususnya di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya, dikarenakan adanya peningkatan aktivitas perekonomian yang mengakibatkan tingginya volume kendaraan setiap tahunnya.

Seperti halnya pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis-Cibitung yang dilaksanakan oleh PT. Waskita Karya (Persero) Tbk dan Waskita

Beton Precase KSO sebagai kontraktor dalam proyek tersebut. Pembangunan jalan tol ini dilakukan dengan maksud akan digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan jalan tol yang telah ada, mempersingkat waktu tempuh berkendara, dan mengurangi kepadatan lalu lintas yang terjadi khususnya di DKI Jakarta akibat peningkatan jumlah kendaraan setiap tahunnya. Oleh karena itu, diperlukan jalan tol yang melintas dari ruas tol Cikampek ke Jakarta atau mengarah ke Bogor tanpa melewati Jakarta untuk meningkatkan aksesibilitas dan mobilitas yang memadai. Pembangunan jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2 terletak di Kota Bekasi, Kabupaten Bogor, serta Kabupaten Bekasi.

Salah satu wilayah yang dilewati khususnya pada Kabupaten Bekasi adalah Setu - Burangkeng. Wilayah tersebut memiliki beberapa ruas jalan yang dipadati oleh beragam moda transportasi yang digunakan para pengguna jalan, khususnya pada titik jalan di sta 42+352. Ruas jalan pada titik tersebut terpotong oleh pembangunan jalan tol, sehingga dapat menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan di wilayah sekitarnya. Hal ini mengakibatkan perlunya perlintasan tidak sebidang agar tidak mengganggu arus lalu lintas yang telah ada.

Alternatif perlintasan tidak sebidang yang dapat digunakan pada daerah tersebut adalah underpass. Pada pembangunan underpass di jalan tol Cimanggis-Cibitung seksi 2 sta 42+352, box yang dipakai adalah box tunnel atau

box traffic dengan sistem konstruksinya adalah beton bertulang yang dicor langsung di tempat (in situ). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembebanan, dimensi, penulangan, serta stabilitas dinding penahan tanah pada struktur box tunnel sta 42+352.

Landasan Teori

Underpass Dan Box Tunnel

Underpass merupakan salah satu infrastruktur melintang yang berada pada persimpangan jalan di bagian bawah sebagai penghubung untuk melakukan aktivitas pergerakan sehari-hari. *Underpass* dipilih apabila kurangnya lahan yang tersedia untuk konstruksi jalan, sehingga perlu alternatif lain tanpa mengubah arus lalu lintas yang telah ada sebelumnya.

Box tunnel merupakan panel terowongan bawah tanah dan berfungsi sebagai tempat perlintasan transportasi yang menghubungkan satu jalan dengan jalan lainnya yang dihubungkan dengan struktur lain yang berada di atasnya. Box tunnel yang digunakan dalam konstruksi underpass memiliki 2 persyaratan utama, yaitu kedap air dan kedap suara.

Alasannya adalah agar drainase yang berada di jalan atas underpass tidak merembes ke jalan yang berada di bawahnya, serta bising dari arus lalu lintas dari jalan di atas tidak terdengar ke dalam underpass.

Pembebanan

Perancangan pembebanan dilakukan agar struktur tersebut dapat memikul

beban yang bekerja dengan optimal, sehingga struktur tetap berdiri dengan kokoh. Dalam menghitung pembebanan yang terjadi terdapat beberapa jenis beban yang dikelompokkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah beban mati, beban hidup, serta aksi lingkungan. Beban-beban yang bekerja menggunakan acuan SNI 1725:2016.

Penulangan

Menurut SNI 2847:2019, beton bertulang merupakan kombinasi dari beton dan tulangan baja yang bekerja secara bersama-sama untuk memikul beban yang ada pada struktur. Beton dan baja tulangan memiliki tugas yang berbeda, tergantung pada sifat materialnya.

Peran utama beton yaitu mempertahankan beban atau gaya tekan dan untuk melindungi baja tulangan dari korosi. Sedangkan peran utama baja tulangan yaitu menahan tegangan tarik dan mencegah keretakan dalam beton semakin meluas.

Pelat pada beton bertulang merupakan sebuah struktur berukuran tipis yang dibentuk dari beton bertulang dengan arah bidang horizontal, sehingga sifatnya kaku dan beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang struktur.

Pelat beton bertulang berfungsi sebagai diafragma struktural, yaitu mentransmisikan gaya yang dihasilkan oleh gerakan tanah akibat gempa ke dalam struktur.

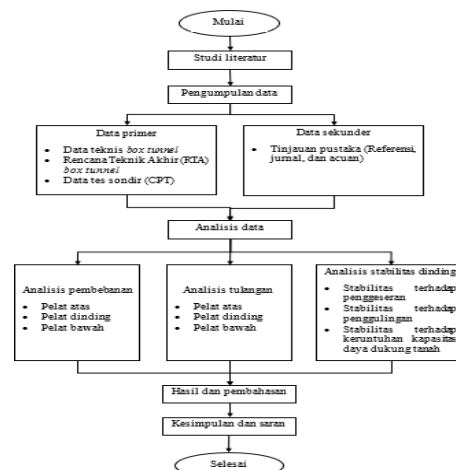
Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah merupakan

struktur penahan untuk menstabilkan tanah agar tidak mudah longsor. Umumnya dinding penahan tanah dipasang pada daerah tebing yang labil atau perbatasan antara jalan dengan sungai, danau, atau tanah rawa. Pembebanan diperhitungkan dalam menganalisis stabilitas dinding penahan tanah. Runtuhnya dinding penahan tanah disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain faktor penggulingan, faktor penggeseran, serta faktor keruntuhan kapasitas daya dukung tanah.

Metodologi Penelitian

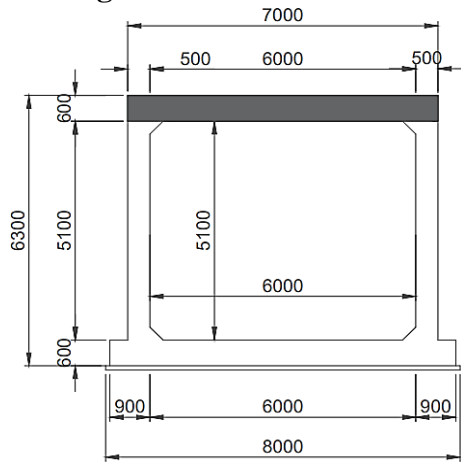
Penelitian dilakukan dengan menggunakan aplikasi Microsoft excel untuk menganalisis pembebanan, tulangan, serta stabilitas dinding penahan tanah pada box tunnel. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder dengan teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah observasi serta studi pustaka. Adapun tahapan-tahapan dalam analisis perancangan box tunnel ini digambarkan pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Analisis dan Pembahasan

Perancangan Pelat Atas Box Tunnel



Gambar 2. Dimensi Pada Pelat Atas Box Tunnel

Pembebanan Pada Pelat Atas

1. Berat sendiri (MS)
 $QMS = 14,40 \text{ kN/m}$
 $MMS = 88,20 \text{ kNm}$
2. Berat mati tambahan (MA)
 $QMA = 1,10 \text{ kN/m}$
 $MMA = 6,74 \text{ kNm}$
3. Beban lajur (TD)
 $QTD = 8,10 \text{ kN/m}$
 $PTD = 68,60 \text{ kN}$
 $MTD = 169,66 \text{ kNm}$
4. Beban truk (TT)
 $PTT = 140,00 \text{ kN}$
 $MTT = 122,50 \text{ kNm}$
5. Beban rem (TB)
 $MTP = 38,48 \text{ kNm}$
6. Beban gempa (EQ)
 $QEQ = 1,55 \text{ kN/m}$
 $MEQ = 272,46 \text{ kNm}$

Penulangan Pada Pelat Atas

1. Momen nominal
 $Mn = 793,85 \times 106 \text{ Nmm}$

2. Faktor tahanan

$$Rn = 3,18 \text{ MPa}$$

$$m = 19,61$$

3. Rasio penulangan penampang

$$\rho_b = 0,0236$$

4. Rasio penulangan maksimum

$$\rho_{max} = 0,0177$$

5. Rasio penulangan minimum

$$\rho_{min} = 0,0028$$

6. Rasio penulangan

$$\rho = 0,0068$$

7. Tulangan utama

$$As = 3402,41 \text{ mm}^2$$

$$s = 111,72 \text{ mm}$$

Maka tulangan utama yang digunakan berukuran D22-100.

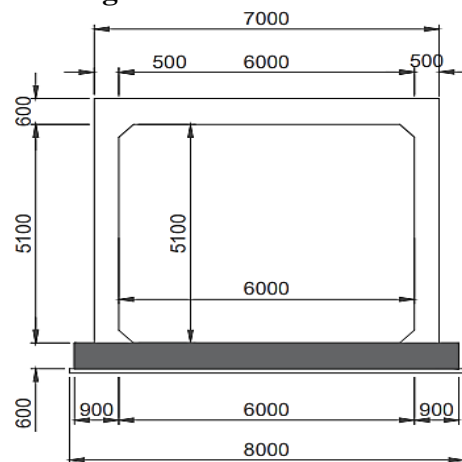
8. Tulangan bagi

$$As_{min} = 840 \text{ mm}^2$$

$$s' = 239,36 \text{ mm}$$

Maka tulangan bagi yang digunakan berukuran D16-200.

Perancangan Pelat Bawah Box Tunnel



Gambar 4. Dimensi Pelat Bawah Box Tunnel

Pembebanan Pada Pelat Bawah

1. Berat sendiri (MS)

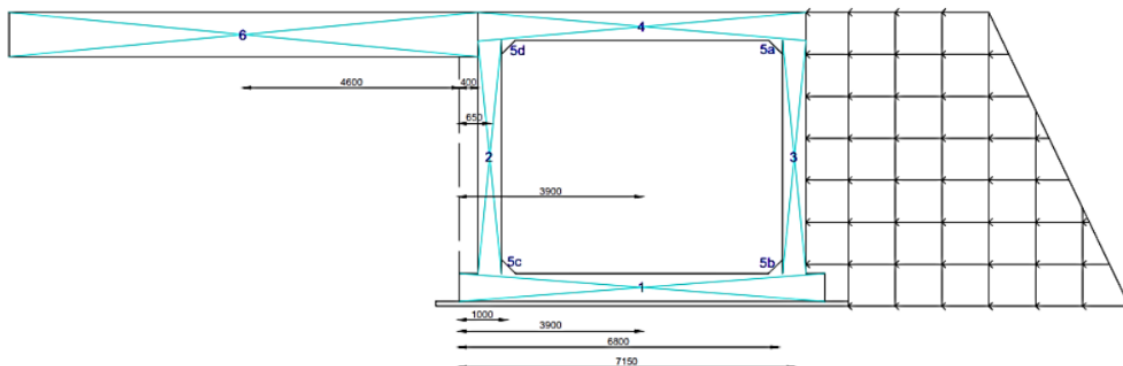
$$QMS = 14,40 \text{ kN/m}$$

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| MMS = 115,20 kNm | Rn = 5,53 MPa |
| 2. Berat mati tambahan (MA) | m = 19,61 |
| QMA = 26,25 kN/m | 3. Rasio penulangan penampang |
| MMA = 210,02 Nm | $\rho b = 0,0236$ |
| 3. Beban lajur (TD) | 4. Rasio penulangan maksimum |
| QTD = 8,10 kN/m | $\rho_{max} = 0,0177$ |
| PTD = 68,60 kN | 5. Rasio penulangan minimum |
| MTD = 202,00 kNm | $\rho_{min} = 0,0028$ |
| 4. Beban truk (TT) | 6. Rasio penulangan |
| PTT = 140,00 kN | $\rho = 0,0126$ |
| MTT = 140,00 kNm | 7. Tulangan utama |
| 5. Beban rem (TB) | As = 6304,34 mm ² |
| MTP = 38,48 kNm | s = 60,30 mm |
| 6. Beban gempa (EQ) | Maka tulangan utama yang |
| QEQ = 4,07 kN/m | digunakan berukuran D22-50. |
| MEQ = 714,58 kNm | 8. Tulangan bagi |
| | As min = 840 mm ² |
| | s' = 239,36 mm |
| | Maka tulangan bagi yang |
| | digunakan berukuran D16-200. |

Penulangan Pada Pelat Bawah

1. Momen nominal
Mn = 1381,26 x 106 Nmm
2. Faktor tahanan

Perancangan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Box Tunnel



Gambar 5. Stabilitas Dinding Penahan Tanah Pada Box Tunnel

Gaya Tekan Dan Momen Akibat Beban Arah Vertikal

Tabel 1. Gaya Tekan dan Momen Akibat Beban Arah Vertikal

No	Beban (kN)		Jarak dari O (m)	Momen ke O (kNm)
1	0,60 x 8,00 x 24,00 x 1,00	= 115,20	3,90	449,28
2	0,50 x 5,10 x 24,00 x 1,00	= 61,20	0,65	39,78
3	0,50 x 5,10 x 24,00 x 1,00	= 61,20	7,15	437,58
4	0,60 x 7,00 x 24,00 x 1,00	= 100,80	3,90	393,12
5a	0,30 x 0,30 x 24,00 x 1,00 x 0,50	= 1,08	6,80	7,34
5b	0,30 x 0,30 x 24,00 x 1,00 x 0,50	= 1,08	6,80	7,34
5c	0,30 x 0,30 x 24,00 x 1,00 x 0,50	= 1,08	1,00	1,08
5d	0,30 x 0,30 x 24,00 x 1,00 x 0,50	= 1,08	1,00	1,08
6	0,95 x 10,00 x 24,00 x 1,00 x 0,50	= 114,00	4,60	524,40
ACWC box	0,60 x 7,00 x 22,00 x 1,00	= 92,40	3,90	360,36
ACWC balok	0,60 x 10,00 x 22,00 x 1,00 x 0,50	= 66,00	4,60	303,60
Σ Total		615,12		2524,97

Gaya Tekan Dan Momen Akibat Beban Arah Horizontal

Tabel 2. Gaya Tekan dan Momen Akibat Beban Arah Horizontal

Uraian	Tekanan tanah aktif total (Pa)		Jarak dari O (m)	Momen ke O (kNm)
Tanah samping	0,50 x 39,69 x 18,00 x 0,49	= 175,14	2,33	408,65
Lalu lintas	8,10 x 6,30	= 51,03	3,50	178,61
Balok	10,00 x 0,95 x 24,00 x 0,50	= 114,00	4,60	524,40
Σ Total		340,17		1111,66

Stabilitas Dinding Penahan Tanah

1. Stabilitas terhadap penggeseran
 $F_{gs} = 2,39 > 1,50$ (OK)
2. Stabilitas terhadap penggulingan
 $F_{gl} = 2,27 > 1,50$ (OK)
3. Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah
 $F = 4,56 > 3,00$ (OK)

Kesimpulan

1. Box tunnel memiliki dimensi tinggi = 6,30 meter dan lebar = 7 meter dengan ketebalan pelat sebesar 60 cm untuk

bagian atas dan bawah, serta 50 cm untuk bagian samping.

2. Pembebanan pada box tunnel sta 42+352 menggunakan kombinasi pembebanan jenis kuat I dengan besaran momen sebagai berikut:
 - a. Momen ultimit pada pelat atas = 714,47 kNm.
 - b. Momen ultimit pada pelat dinding = 1440,53 kNm.
 - c. Momen ultimit pada pelat bawah = 1243,13 kNm.
3. Berdasarkan perhitungan pada pelat

atas, pelat dinding, dan pelat bawah untuk box tunnel dibutuhkan tulangan dengan ukuran sebagai berikut:

- a. Pelat atas menggunakan tulangan utama D22-100 dengan tulangan bagi D16-200.
 - b. Pelat dinding menggunakan tulangan utama D22-50 dengan tulangan bagi D16-200.
 - c. Pelat bawah menggunakan tulangan utama D22-50 dengan tulangan bagi D16-200.
4. Nilai faktor keamanan pada stabilitas dinding penahan tanah untuk box tunnel diperoleh nilai angka aman, dengan besarnya sebagai berikut:
- a. Stabilitas terhadap penggeseran $= 2,39 > 1,50$.
 - b. Stabilitas terhadap penggulingan $= 2,27 > 1,50$.
 - c. Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah $= 4,56 > 3,00$.

Saran

1. Data tanah untuk perancangan stabilitas dinding penahan tanah ini diharapkan memiliki parameter data tanah yang lengkap sehingga perancangan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai box tunnel menggunakan software-software lainnya sehingga analisis struktur sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. (2010). Balok dan Pelat Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Pembebanan Untuk Jembatan. SNI 1725:2016. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. SNI 2833:2016. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. SNI 8460-2017. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. SNI 2847:2019. Jakarta: BSN.
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). Analisis dan Perancangan Fondasi I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). Analisis dan Perancangan Fondasi II Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hariyadi. (2018). Analisis perilaku gerakan massa tanah pada dinding penahan tanah proyek Overpass Simpang Paringin sta. 250-275 Balangan PT. Adaro Indonesia akibat beban eksternal menggunakan metode elemen hingga. Tesis, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.