

Analisis Daya Dukung Bangunan Bawah pada Konstruksi Overpass di Ruas Jalan Tol Trans Sumatera

Dian Erlisa Lidyawati¹⁾
Idharmahadi Adha²⁾
Ofik Taufik Purwadi³⁾

Abstract

Every light or heavy load construction requires a supportive foundation, the foundation must be calculated to be able to guarantee the stability of the building to its own weight, building loads and external forces. Pillar foundation is used as a building foundation when the land under the building does not provide sufficient carrying capacity to carry the weight of the building and its load. This research was carried out on one of the bridges on the Trans Sumatra Toll Road. A pillar foundation is used to the toll road project. The purpose of this research is to determine the bearing capacity of the foundation on the pier and abutment from the results of load on the upper construction.

Based on the results of the carrying capacity of abutment is obtained 60 cm diameter of pile with 6 pieces, and the bridge's pillar is 60 cm of pile 15 pieces. While the main reinforcement diameter is 22 mm as much as 6 pieces, with Ø10 strap and 250 mm distance.

Keywords: Foundation, Pillar, Pile, Pile Carrying Capacity.

Abstrak

Setiap konstruksi beban ringan atau beban berat harus mempunyai pondasi yang dapat mendukungnya, pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban bangunan dan gaya-gaya luar. Pondasi tiang digunakan sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah bangunan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya. Penelitian ini dilakukan pada salah satu jembatan di Jalan Tol Trans Sumatera. Jenis pondasi yang digunakan pada proyek ini adalah pondasi tiang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung pondasi pada pilar dan abutment dari hasil pembebanan konstruksi bagian atas.

Berdasarkan hasil dari perhitungan daya dukung pada abutment diperoleh tiang dengan diameter 60 cm sebanyak 6 buah, pada pilar jembatan digunakan tiang diameter 60 cm sebanyak 15 buah. Diameter tulangan utama adalah 22 mm sebanyak 6 buah, dengan sengkang Ø10 jarak 250 mm.

Kata Kunci: Pondasi, Tiang Pancang, Daya Dukung Tiang.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

²⁾ Dosen pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Provinsi Lampung dari tahun ke tahun mengalami kemajuan yang pesat terlihat dengan adanya pembangunan jalan tol, gedung dan jembatan. Untuk meminimalisir kemacetan lalu lintas yang disebabkan oleh padatnya kendaraan di Provinsi Lampung maka perlu pembangunan jalan tol, salah satunya adalah di Sidomulya sampai Kota Baru. Proyek pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera yang dimulai dari STA 39+400 sampai dengan STA 80+000 ini akan memotong jalur antar desa, sehingga perlu dibangun overpass atau jembatan penyeberangan sebagai penghubung jalan yang berada di atas jalan tol. Overpass ini dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dan kendaraan ringan seperti mobil, maka diperlukan perencanaan struktur bawah atau pondasi yang tepat agar mampu menopang beban struktur yang ada. Pemilihan jenis pondasi tergantung pada jenis struktur atas dan juga jenis tanahnya. Setiap konstruksi beban ringan atau beban berat harus mempunyai pondasi yang dapat mendukungnya, pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban bangunan dan gaya-gaya luar. Pondasi tiang digunakan sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah bangunan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup letaknya sangat dalam, tiang ini berfungsi untuk menyalurkan beban struktur ke lapisan tanah keras.

Daya dukung tiang diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari daya dukung gesek tiang pancang dan tanah disekelilingnya.

Batasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada salah satu overpass pada proyek pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera, menghitung pembebanan struktur atas jembatan dan daya dukung pondasi tiang pada abutment dan pilar.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang dari hasil pembebanan dan data lapangan serta mengetahui kapasitas ijin kelompok tiang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Keberadaan pondasi sangat penting untuk mendukung bangunan serta seluruh beban yang ada di atasnya baik beban mati, beban hidup dan beban gempa ke tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Pondasi merupakan suatu jenis konstruksi bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah yang berfungsi sebagai penopang beban yang ada di atasnya dan diteruskan menuju lapisan tanah pendukung di bawahnya. Dalam struktur apapun, beban yang terjadi baik berat sendiri ataupun akibat beban rencana harus disalurkan ke dalam lapisan pendukung. Dalam penelitian ini, beban yang digunakan mengikuti peraturan rencana beban jembatan RSNI T-02-2005 (BSN,2005).

Jenis pondasi yang akan digunakan disesuaikan dengan beban yang direncanakan, jenis lapisan tanah dan faktor teknis seperti biaya konstruksi dan waktu konstruksi. Pemilihan jenis pondasi sangat berpengaruh pada keamanan struktur yang berada di atasnya, pondasi yang dipilih harus mampu menjamin kedudukan struktur terhadap semua gaya yang bekerja.

Pondasi tiang adalah bagian dari suatu konstruksi yang digunakan untuk meneruskan beban struktur bangunan atas ke lapisan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang memiliki diameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran. Pondasi tiang pancang dapat digunakan pada konstruksi-konstruksi yang memiliki dan menerima beban yang relatif berat. Penggunaan tiang pancang untuk konstruksi berdasarkan adanya beban yang besar sehingga pondasi langsung tidak dapat digunakan, kemudian jenis tanah pada lokasi relatif lunak sehingga pondasi langsung tidak ekonomis untuk dipergunakan. Pondasi tiang pancang disini menggunakan tiang pancang beton sistem pabrikasi. Pelaksanaan pekerjaan pemancangan menggunakan *diesel hammer*. Semua kapasitas daya dukung tiang pancang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Bowles, 1991) :

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (1)$$

Kapasitas daya dukung tiang pancang dihitung dengan menggunakan rumus dari metode Meyerhof 1956. Daya dukung ujung tiang pancang (Q_p) dihitung sebesar :

$$Q_p = 40 \times N_{SPT} \times A_p \quad (2)$$

Daya dukung selimut tiang untuk tanah kohesif (Q_s) yakni sebesar :

$$Q_s = 0,5 N_{SPT} \times p \times L \quad (3)$$

Kapasitas daya dukung tiang pancang kelompok dihitung berdasarkan faktor efisiensi. Efisiensi kelompok (E_g) adalah perbandingan kapasitas kelompok terhadap jumlah kapasitas masing-masing tiang pancang. (Bowles, 1993)

$$E_g = \frac{Q_{ug}}{n \times Q_u} \quad (4)$$

untuk menghitung efisiensi tiang menggunakan persamaan Converse-Labarre 1968 :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad (5)$$

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang perlu membagi kapasitas ultimit tiang dengan faktor aman tertentu (Hardiyatmo, 2008). Daya dukung ijin dihitung dengan rumus :

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} \quad (6)$$

Bila tanah timbunan yang mengalami beban berupa overburden pressure, maka tanah tersebut mengalami konsolidasi sehingga terjadi penurunan, akibatnya timbul gaya geser ke bawah sepanjang tebal timbunan. Rumus yg digunakan adalah :

$$Fn = k \times \gamma \times Dn^2 \tan \delta \times P \quad (7)$$

Harga SF menjadi :

$$SF = \frac{Q_u}{Q_{all} + Fn} \quad (8)$$

Jika sebuah tiang pancang tunggal digunakan, maka Pile cap diperlukan untuk menyebarkan beban vertikal dan beban horizontal dari setiap momen guling pada semua tiang pancang dalam kelompok tersebut (Bowles, 1991). Gaya luar yang bekerja pada kepala tiang didistribusikan pada pile cap dan kelompok tiang pondasi berdasarkan rumus elastisitas dengan menganggap bahwa pilecap kaku sempurna (pelat pondasi cukup tebal), sehingga pengaruh gaya yang bekerja tidak menyebabkan pile cap melengkung atau deformasi.

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{V}{n} \pm \frac{My \cdot xi}{\sum x^2} \pm \frac{Mx \cdot yi}{\sum y^2} \quad (9)$$

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini tidak dilakukan penelitian dalam laboratorium, namun penelitian dilakukan dengan cara menganalisis data lapangan. Dalam proses perencanaan, diperlukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi maka semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data atau informasi, teori konsep dasar dan alat bantu memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Metode Literatur

Yaitu dengan mengumpulkan, mempelajari dan mengolah data tertulis yang digunakan sebagai input proses perencanaan.

2. Metode Observasi

Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan.

Data yang diperoleh berupa data sekunder dari Kontraktor Pelaksana proyek pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera yang berhubungan dengan penelitian ini adalah gambar struktur proyek dan data penyelidikan tanah yakni *Boring Log* dan *Standard Penetration Test* (SPT).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian Data

Data-data untuk perhitungan pembebanan jembatan gelagar beton balok prategang sebagai berikut :

Uraian Dimensi

Lebar jalan (jalur lalu lintas)	: 6,114 m
Lebar trotoar	: 1,019 m
Lebar total jembatan	: 9,171 m
Tebal slab lantai jembatan	: 0,23 m
Tebal lapisan aspal	: 0,05 m
Tebal trotoar	: 0,3 m
Tebal genangan air hujan	: 0,05 m
Tinggi balok induk	: 1,47 m
Jumlah balok induk	: 4 buah
Jarak antar balok prategang	: 1,75 m
Panjang bentang jembatan	: 98,424 m
Panjang balok abutment ke pilar	: 15 m
Panjang balok pilar ke pilar	: 32 m
Tebal plat lantai jembatan	: 0,2 m
Tebal lapisan aspal + overlay	: 0,1 m
Tinggi genangan air hujan	: 0,05 m
Spesific Gravity	
Beton Prategang	: 25kN/m ³
Beton Bertulang	: 24 kN/m ³
Aspal	: 22 kN/m ³
Air Hujan	: 9,8 kN/m ³

Pengolahan Data

1. Pembebanan Jembatan Balok Prategang

A. Abutment

Hasil dari perhitungan pembebanan pada abutment dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

a. Kombinasi beban ultimate

Tabel 1. Kombinasi beban ultimate pada abutment

No	Jenis Beban	Faktor Beban	Komb-1	Komb-3
1	Berat sender (MS)	1,3	√	√
2	Mati tambahan (MA)	2,0	√	√
3	Beban lajur "D" (TD)	2,0	√	√
4	Gaya rem (TB)	2,0	√	-
5	Beban angin (EW)	1,2	√	-
6	Beban gempa (EQ)	1,0	-	√

b. Kombinasi geser ultimate

Perhitungan kombinasi geser ultimate dengan rumus :

$$Komb = Faktor\ beban \times V (kN) \tag{10}$$

Tabel 2. Hasil perhitungan kombinasi geser ultimate pada abutment

No	Jenis Beban	Faktor Beban	V (kN)	Komb-1	Komb-3
1	Berat sendiri (MS)	1,3	247,5503	321,8154	321,8154
2	Mati tambahan (MA)	2,0	35,3063	70,6126	70,6126
3	Beban lajur "D" (TD)	2,0	178,15	356,3	356,3
4	Gaya rem (TB)	2,0	10,6267	21,2534	-
5	Beban angin (EW)	1,2	7,56	9,072	-
6	Beban gempa (EQ)	1,0	40,5615	-	40,5615
Jumlah				779,0534	789,2895

c. Kombinasi momen ultimate

Perhitungan kombinasi momen ultimate dengan rumus :

$$Komb = Faktor\ beban \times V (kN) \tag{11}$$

Dengan hasil seperti yang ditabelkan di bawah ini :

Tabel 3. Hasil perhitungan kombinasi momen ultimate pada abutment

No	Jenis Beban	Faktor Beban	M (kNm)	Komb-1	Komb-3
1	Berat sendiri (MS)	1,3	928,3134	1206,8074	1206,8074
2	Mati tambahan (MA)	2,0	132,3984	264,7968	264,7968
3	Beban lajur "D" (TD)	2,0	893,1563	1786,3126	1786,3126
4	Gaya rem (TB)	2,0	79,7	159,4	-
5	Beban angin (EW)	1,2	28,35	34,02	-
6	Beban gempa (EQ)	1,0	152,1052	-	152,1056
Jumlah				3451,3368	3410,0224

Dari hasil kombinasi diatas didapat gaya geser ultimate rencana girder : 788,2895 kN, serta momen ultimate rencana :3451,3368 kNm.

B. Pilar

Hasil dari perhitungan pembebanan pada pilar dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

a. Kombinasi geser ultimate

Perhitungan kombinasi geser ultimate dengan rumus :

$$Komb = Faktor\ beban \times V (kN) \tag{12}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan kombinasi geser ultimate pada pilar

No	Jenis Beban	Faktor Beban	V (kN)	Komb-1	Komb-3
1	Berat sendiri (MS)	1,3	494,6656	643,0653	943,0653
2	Mati tambahan (MA)	2,0	75,32	150,64	150,64
3	Beban lajur "D" (TD)	2,0	304,1514	608,3028	608,3028
4	Gaya rem (TB)	2,0	4,9813	9,9626	-
5	Beban angin (EW)	1,2	16,1280	19,3536	-
6	Beban gempa (EQ)	1,0	81,7360	-	81,7360
Jumlah				1431,0243	1483,7441

b. Kombinasi momen ultimate

$$Komb = Faktor\ beban \times V (kN) \tag{13}$$

Tabel 5. Hasil perhitungan kombinasi momen ultimate pada pilar

No	Jenis Beban	Faktor Beban	M (kNm)	Komb-1	Komb-3
1	Berat sendiri (MS)	1,3	0	0	0
2	Mati tambahan (MA)	2,0	0	0	0
3	Beban lajur "D" (TD)	2,0	0	0	0
4	Gaya rem (TB)	2,0	79,7	159,4	-
5	Beban angin (EW)	1,2	129,0240	154,8288	-
6	Beban gempa (EQ)	1,0	653,8880	-	653,8880
Jumlah				314,2288	653,8880

Dari hasil kombinasi diatas didapat gaya geser ultimate rencana girder : 1483,7441 kN, serta momen ultimate rencana : 653,8880 kNm.

2. Daya dukung ijin tiang

Dari hasil perhitungan didapat jumlah tiang pada abutment sebanyak 6 buah dan pada pilar sebanyak 15 buah.

Pada perhitungan pembebanan pada pondasi tiang pada abutment didapat $Q = 3007,6628$ kN dan Q_{all} sebesar $5540,3624$ kN. Sehingga $Q < Q_{all}$... ok!

Pembebanan fondasi tiang pada pilar menghasilkan $Q = 507,1459$ kN dan $Q_{all} = 11051,65$ kN. Sehingga $Q < Q_{all}$... ok!

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pondasi tiang, maka diperoleh daya dukung pondasi tiang pada abutment dan pilar jembatan masing-masing adalah sebesar $3007,6628$ kN dan $507,1459$ kN berdasarkan hasil pembebanan dan data lapangan. Kapasitas daya dukung yg diijinkan adalah sebesar $5540,3624$ kN dan pada pilar jembatan sebesar $11051,6505$ kN.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN, 2005, RSNI T-02-2005, Pembebanan Untuk Jembatan, Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.
- Bowles, J.E., 1991, *Analisis dan Desain Pondasi jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E., 1993, *Analisis dan Desain Pondasi jilid II*, Erlangga, Jakarta.

