

TINJAUAN PELAKSANAAN PEKERJAAN PONDASI *BORED PILE* DAN *PILE CAP* PADA PROYEK PEMBANGUNAN *FLYOVER* GELUMBANG

NISA MAHARANI, WAHYUNI WAHAB

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma Palembang
nismaharani657@gmail.com, wahyuni.wahab@binadarma.ac.id

Abstrak: *Flyover* atau jalan layang adalah jalan yang dibangun tidak sebidang melayang untuk menghindari daerah atau kawasan yang selalu menghadapi permasalahan kemacetan lalu lintas atau melewati persilangan kereta api untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan efisiensi, mengatasi hambatan karena konflik dipersimpangan, melalui kawasan kumuh yang sulit ataupun melalui rawa-rawa. Salah satu bagian struktur *flyover* yang sangat utama yaitu pondasi. Proyek Pembangunan *flyover* Gelumbang ini terletak di Kecamatan Gelumbang, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Pembangunan *flyover* Gelumbang ini adalah Pembangunan *flyover* dengan panjang 700 m dan dengan lebar 18,5 m. Tujuan dibangunnya *flyover* ini sebagai penghubung Kabupaten Ogan Ilir/Kabupaten Muara Enim dengan Kota Prabumulih dan juga untuk mengurangi resiko kecelakaan karena adanya perlintasan kereta api. Pondasi yang digunakan pada proyek Pembangunan *flyover* Gelumbang adalah Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*).

Kata Kunci: *Flyover*, pondasi *bored pile*, kapasitas daya dukung tiang Tunggal, *pile cap*.

A. Pendahuluan

Flyover atau jalan layang adalah jalan yang dibangun tidak sebidang melayang untuk menghindari daerah atau kawasan yang selalu menghadapi permasalahan kemacetan lalu lintas atau melewati persilangan kereta api untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan efisiensi, mengatasi hambatan karena konflik dipersimpangan, melalui kawasan kumuh yang sulit ataupun melalui rawa-rawa. Salah satu bagian struktur *flyover* yang sangat utama yaitu pondasi.

Pondasi merupakan suatu dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menempatkan bangunan dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadinya *differential settlement* pada sistem strukturnya. Dalam dunia konstruksi jenis pondasi dibagi menjadi 2 yaitu, pondasi dalam dan pondasi dangkal. Contoh dari pondasi dalam adalah pondasi tiang bor (*bored pile*).

Pondasi tiang bor (*bored pile*) adalah jenis pondasi yang melibatkan pemboran lubang di dalam tanah untuk kemudian diisi dengan beton bertulang.

Untuk mengikat pondasi yang sudah terpasang dengan struktur yang berada di atasnya diperlukan *pile cap*. *Pile cap* dibuat bertujuan agar lokasi kolom benar-benar berada dititik pusat sehingga tidak menyebabkan eksentrisitas yang dapat menyebabkan beban tambahan pada pondasi.

B. Metodologi Penelitian

Tinjauan ini dilaksanakan pada proyek pembangunan *flyover* Gelumbang, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Data-data yang diperlukan pada laporan ini dikumpulkan berdasarkan data yang diperoleh melalui peninjauan langsung ke lapangan dan data yang diperoleh dari gambar rencana serta data proyek. Waktu penelitian dilaksanakan terhitung dari tanggal 25 September 2023 – 11 Desember 2023.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi *Bored Pile*

1. Pembersihan Lahan

Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan *bored pile* perlu dilakukan pembersihan lahan dilokasi proyek seperti runtuh bangunan, tanaman atau pohon-pohon dan lainnya. Lokasi kerja baiknya diratakan agar proses pekerjaan *bored pile* tidak mengalami kesulitan.

2. Pengukuran Elevasi dan Penentuan Titik *Stake Out*

Pengukuran elevasi dan penentuan titik *stake out* bor berdasarkan gambar denah yang telah direncanakan, *surveyor* menentukan 36 titik *stake out bored pile* dengan elevasi tanah dengan kedalaman 25 m.



Gambar 1. Pengukuran Elevasi dan Penentuan Titik *Stake Out*

3. Pengeboran Awal

Pengeboran awal ini dilakukan hingga kedalaman 27,4 meter dari elevasi eksisting tanah dan harus dilakukan dengan teliti dan hati-hati. Lubang yang di bor tidak boleh miring agar didapatkan hasil lubang bor yang sesuai rencana.

4. Pemasangan *Permanent Casing*

Pemasangan *permanent casing* dengan diameter 80 cm dan panjang 2.200 cm ini dipasang diawal pengeboran. Pemasangan *permanent casing* ini dipasang dengan tujuan agar proses pengeboran tidak terjadi kelongsoran.

5. Pemasangan *Temporary Casing*

Pemasangan *temporary casing* ini disambung menggunakan sistem baut yang dapat dipasang dan lepas. Untuk proses pemasangan *casing* akan dihentikan jika sudah menemui lapisan tanah keras atau tanah yang tidak mudah longsor. Setelah *casing* sudah terpasang kemudian dilakukan pembersihan tanah yang berada di dalam *casing*.

6. Instalasi Keranjang Besi

Instalasi keranjang besi dilakukan menjadi 3 tahap, yaitu tahap pertama diturunkan keranjang besi sedalam 12 meter terlebih dahulu ke dalam lubang bor dengan cara mengaitkan seling dan *shackle* pada titik angkat keranjang besi yang telah diperhitungkan beban sebelumnya. Tahap kedua yaitu mengangkat bagian keranjang besi berikutnya dengan menggunakan *crane* kemudian keranjang besi diturunkan sedalam 12 meter dan diletakkan diatas keranjang besi pertama yang telah diganjal sebelumnya. Setelah kedua keranjang besi tersambung, kemudian keranjang besi diturunkan sedalam 3,5 meter, lalu bagian atas keranjang besi dikaitkan dengan *casing* yang berguna untuk menahan keranjang besi pada kedalaman yang diinginkan untuk selanjutnya dilakukan pengerjaan pengecoran. Besi yang digunakan adalah besi 20 ϕ 25 yang berjumlah 20 batang.

7. Instalasi Pipa *Tremie* dan Pengecoran

Sebuah pipa *tremie* memiliki panjang 4 meter sehingga perlu disambung dengan beberapa pipa *tremie* untuk mencapai kedalaman rencana. Untuk sambungan pipa *tremie* harus kedap air agar beton yang akan di cor mengalir di pipa dengan baik. Pengecoran dilakukan dengan cara menuangkan cor beton dari mobil *concrete mixer* ke dalam *bucket tremie*, dalam proses ini *tremie* belum boleh langsung diangkat hal ini dimaksudkan agar cor beton tidak tercampur dengan lumpur bercampur air yang ada dibawah lubang. Pengecoran dilakukan hingga beton

mencapai *cut of level* (COL) dan ditambah dengan toleransi yang telah disepakati sebelumnya yaitu sekitar 1 meter, dengan tujuan cor beton saat kering pada posisi *cut of level* kondisi beton diharapkan baik. Setelah pengecoran selesai, kemudian pipa *tremie* diangkat dari lubang bor dan dilakukan dengan cara membuka drat sambungan per *section*.



Gambar 2. Pengecoran *Bored Pile*

8. Pengangkatan *Temporary Casing*

Setelah pengecoran selesai, dilakukan pencabutan *casing* sementara (*temporary casing*) dengan cara mengaitkan lubang pada kedua sisi *casing* dengan pengunci pada *crane*, kemudian diangkat dengan hati-hati agar posisi *casing* tidak miring saat dicabut, dan proses pengecoran *bore pile* selesai. Pencabutan *temporary casing* dilakukan saat beton sudah hampir mendekati permukaan tanah.

2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan *Pile Cap*

1. Pekerjaan Persiapan dan Galian *Pile Cap*

Setelah pekerjaan *bored pile* selesai selanjutnya melakukan pembersihan area pekerjaan dan melakukan *cut and fill* untuk memudahkan mobilisasi peralatan dan material ke area pekerjaan, serta melakukan pengecekan koordinat struktur *pile cap*.

2. Pekerjaan Pembobokan Kepala *Bored Pile*

Pembobokan dilakukan pada setiap *bored pile* meninggalkan besi *bored pile* sesuai dengan rencana yang dilakukan, setelah pembobokan selesai maka tahapan yang dilakukan adalah *lean concrete* atau lantai kerja.



Gambar 3. Pembobokan Kepala *Bored Pile*

3. Pekerjaan *Lean Concrete* atau Lantai Kerja

Setelah pekerjaan pembobokan kepala *bored pile* selesai, tahapan yang dilakukan selanjutnya adalah pekerjaan lantai kerja. *Lean concrete* berfungsi untuk memudahkan pekerjaan pembesian serta menahan rembesan air tanah dari bawah.



Gambar 4. Pekerjaan *Lean Concrete* atau Lantai kerja

4. Pekerjaan Pembesian

Pemasangan besi tulangan langsung dirangkai di atas lantai kerja sesuai dengan ukuran dan jumlah yang telah direncanakan. Pembesian dimulai dengan pembesian lapisan bawah dari *pile cap* sendiri, lalu dilanjutkan ke bagian atas penutup *pile cap*. Pembesian bagian atas dilakukan untuk mempermudah pembesian kolom nantinya, agar pembesian sambungan dari *pile cap* ke dalam kolom dapat berdiri dan tidak jatuh.



Gambar 5. Pembesian *Pile Cap*

5. Pemasangan Bekisting

Setelah bekisting pada *pile cap* terbentuk pada tulangan yang telah terpasang sebelumnya, perlu diperhatikan kebersihan pada cetakan area *pile cap* diusahakan sedapat mungkin area tersebut dalam keadaan bersih.

6. Pengecoran *Pile Cap*

Pengecoran dilakukan menggunakan *concrete pump* dan beton dituangkan pada titik *bored pile* yang sebelumnya dituangkan cairan *sika bond* agar beton *bored pile* dan *pile cap* menjadi satu kesatuan. Pengecoran dilakukan dengan bantuan *vibrator* beton agar beton dapat mengalir diantara jarak-jarak tulangan. Setelah mencapai umur beton yang ditentukan dilakukan *curing* pada permukaan. Pengecoran untuk *pile cap* dilakukan sedalam 4,61 meter dengan mutu beton sebesar $f'c$ 30 Mpa.



Gambar 6. Pengecoran *Pile Cap*

3. Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Tiang Dari Data SPT

Berdasarkan hasil evaluasi stratifikasi lapisan tanah nilai qc hasil pekerjaan sondir, untuk kedalaman tanah dengan kondisi tanah merupakan tanah kaku mempunyai nilai qc (tahanan konus) sebesar 40 kg/cm² sampai dengan 75 kg/cm². Dari nilai harga N pada ujung tiang dilapangan diperoleh N_{SPT} > 50.

Tabel 1. Stratifikasi Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai qc Hasil Sondir

| No | Titik/Lokasi | Kedalaman (m) | qc (kg/cm ²) | qc Rerata (kg/cm ²) | Konsistensi |
|----|--------------|---------------|--------------------------|---------------------------------|-------------|
| 1 | Sondir 1 | 0.00 – 1.20 | 10 s/d 20 | 13,91 | Lunak |
| | | 1.20 – 1.60 | 20 s/d 40 | 25,15 | Sedang |
| | | 1.60 – 2.80 | 20 s/d 40 | 37,46 | Sedang |
| | | 2.80 - 5.60 | 40 s/d 75 | 45,41 | Kaku |
| | | 5.60 – 6.20 | 20 s/d 40 | 32,10 | Sedang |
| | | 6.20 – 6.80 | 40 s/d 75 | 44,59 | Kaku |
| | | 6.80 – 11.80 | 20 s/d 40 | 31,93 | Sedang |
| 2 | Sondir 2 | 0.00 – 1.00 | 10 s/d 20 | 10,27 | Lunak |
| | | 0.10 – 6.20 | 20 s/d 40 | 37,46 | Sedang |
| | | 6.20 – 7.60 | 40 s/d 75 | 55,04 | Kaku |
| | | 7.60 – 9.00 | 20 s/d 40 | 36,23 | Sedang |
| | | 9.00 – 9.40 | 40 s/d 75 | 56,18 | Kaku |
| | | 9.40 – 9.80 | 75 s/d 150 | 117,72 | Sangat Kaku |

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang bor per lapisan dari data SPT menggunakan metode Meyerhof 1976 yaitu sebagai berikut :

Dimensi tiang (D)= 80 x 80 cm

Keliling tiang bor (p)= $\pi \times d$

= 3,14 x 80

= 251,2 cm = 2,51 m

Luas alas tiang bor (A_p)= 0,5024 m²

Nilai N_{SPT}= 50

Jenis Tanah= kohesif

- Daya dukung ujung pondasi bor (*end bearing*), (Meyerhof, 1976) untuk tanah kohesif :

$Q_p = q_p \times A_p$

Keterangan :

Q_p: Tahanan ujung persatuan luas (ton/m²)

q_p: 20 N_b untuk tanah kohesif (ton/m²)

40 N_b untuk tanah non-kohesif (ton/m²)

untuk tanah non-kohesif $q_p \leq 400 \text{ t/m}^2$

N_b: Nilai rata-rata SPT pada elevasi dasar tiang bor

A_p: Luas penampang *bore pile* (m²)

$Q_p = 20 \cdot N_b \cdot A_p$

$N_b = (N_1 + N_2)/2$

$N_{b1} = (7 + 60)/2 = 33,5$

$N_{b2} = (60 + 26)/2 = 43$

$N_b = (33,5 + 43)/2 = 38,25$

$Q_p = 20 \cdot 38,25 \cdot 0,5024$

= 384,3 ton

- Daya dukung selimut tiang bor (*skin friction*), (Meyerhof, 1976) untuk tanah kohesif :

$Q_s = \frac{N' \times A_p}{5}$

$N' = \frac{N_0 \times N_1}{n}$

$$= \frac{30+33+11+7+12+19+24+28+49+21+35+30+35+60}{14}$$

$$= 28,14$$

$$Q_s = \frac{28,14 \times 0,5024}{5}$$

$$= 2,82 \text{ ton}$$

Maka daya dukung *ultimate* tiang bor Tunggal dengan menggunakan metode Meyerhof 1976, yaitu :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 384,3 + 2,82$$

$$= 387,12 \text{ ton}$$

Jadi, daya dukung *ultimate* tiang *bore pile* Tunggal dengan menggunakan metode perhitungan Meyerhof 1976 adalah 387,12 ton.

4. Perhitungan Kebutuhan Lantai Kerja Pada *Pile CAP*

Lantai kerja digunakan sebagai bodeman *pile cap* untuk meratakan permukaan yang akan dicor. Tebal lantai kerja *pile cap* adalah 50 cm. Kebutuhan lantai kerja untuk bodeman *pile cap* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Volume lantai kerja= Tebal lantai kerja x Luas *pile cap*

Berikut dibawah ini penjabaran perhitungan lantai kerja *pile cap* sebagai berikut :

Volume lantai kerja= tebal lantai kerja x luas *pile cap*

$$= 0,50 \times 412,854$$

$$= 206,427 \text{ m}^3$$

Jadi, volume kebutuhan lantai kerja *pile cap* adalah 206,427 m³ atau dibulatkan menjadi 207 m³.

D. Penutup

Setelah melaksanakan pengamatan pada proyek pembangunan *flyover* Gelumbang, khususnya pekerjaan pondasi *bored pile* dan *pile cap* ada beberapa catatan yang dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut: a) Kurangnya rambu-rambu peringatan di lapangan; b) Kurangnya kesadaran pekerja terhadap penggunaan APD di lapangan; dan c) Pekerjaan sempat terlambat dikarenakan menunggu pengiriman material.

Daftar Pustaka

- Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. 2020 . Jakarta : Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Fathurohman Afif Wowo, Wulan Asri, Handayani Tri. 2015. *Metode Pelaksanaan dan Perhitungan Kebutuhan Material Untuk Pile Cap Pada Lantai Basement*. Vol. 6.
- Wardani dan Heryadiana Dian Asep. 2020. *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bored Pile, Pile Cap dan Pier Kolom Pada Pekerjaan Jembatan Kedondong Tol Cisumdawu Seksi 5B*.
- Kadarusman Naufal Achmad. 2021. *Tugas Akhir Analisis Kapasitas Dukung Metode Mayerhoff dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Terhadap Variasi Dimensi*.
- Mustika Defi. 2018. *Pelaksanaan Bored Pile Proyek Apartemen Tower 5 Meisterstard Pollux Habibie*.
- Faritzie Al Hariman, Djohan Bahder, Hastila Ali Muhammad. 2020 *Perencanaan Struktur Bawah Jembatan Daerah Perbukitan Kecamatan Semendo Darat Tengah Kabupaten Muara Enim*. Jurnal Teknik Sipil UNPAL Vol.10