

Pekerjaan Pondasi Bore Pile dan Perhitungan Tulangan Fondasi pada Jalan Tol di Kota Depok

Asri Wulan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Gunadarma Surabaya
E-mail: asri@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Fondasi berfungsi menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah, dimana beban struktur harus lebih kecil dari daya dukung tanah. Pemilihan jenis fondasi bergantung pada beban yang harus didukung, kondisi tanah fondasi serta lingkungan sekitar. Pada jalan tol di kota Depok dipilih fondasi bore pile karena keuntungan yang dimiliki fondasi bore pile yaitu pelaksanaan pekerjaannya yang tidak menimbulkan kebisingan dan getaran yang besar, akurasi pemancangan lebih tepat sehingga kemungkinan fondasi miring sangat kecil. Metode pelaksanaan yang dilakukan pada pekerjaan fondasi bore pile untuk jalan tol yaitu meliputi pekerjaan persiapan, marking posisi pile, pengeboran, pemasangan temporary casing, pembersihan dasar lubang, pemasangan rangka baja tulangan dan pengecoran. Perhitungan kebutuhan tulangan besi pada fondasi jalan tol diperlukan untuk menentukan banyaknya besi dan biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan. Hasil perhitungan kebutuhan besi pada jalan tol yang mempunyai diameter lubang 800 mm dengan kedalaman 19,25 m membutuhkan tulangan utama sebanyak 9.243,376 kg dan tulangan sengkang sebanyak 1.449,968 kg.

Kata kunci: Metode Pelaksanaan, Fondasi Bore Pile, Kebutuhan Besi

Abstract

The foundation serves distributing the burden of building to the layer of soil, where the burden of structure must be less than capacity of the land. The selection of a kind of foundation depends on the burden it has to supported, condition of the land foundation and the environment. In the way of an expressway in the city of Depok chosen bore pile foundation because the benefits of the owned foundation pile bore the construction of his job that they are causing noise and intense vibrations, accuracy the process of installing more appropriate thus the probability of sloping fundamentals were very small. The implementation method of conducted on the job bore pile foundation will consist of toll road fee preparation work, marking the position of pile, drilling, the installation of temporary casing, cleansing the base of a hole, the installation of the reinforcement and casting. Requirement calculation reinforcement the toll road of iron on the foundation necessary to determine the many iron and cost in the planning . The results of requirement calculation of iron on toll road motorists which have the diameter of the bore with a depth of 800 mm 19,25 m requires main reinforcement as many as 9.243,376 kg and stirrup as many as 1.449,968 kg.

Keywords : *Method of Implementation, Bore Pile Foundation, Budget Plan*

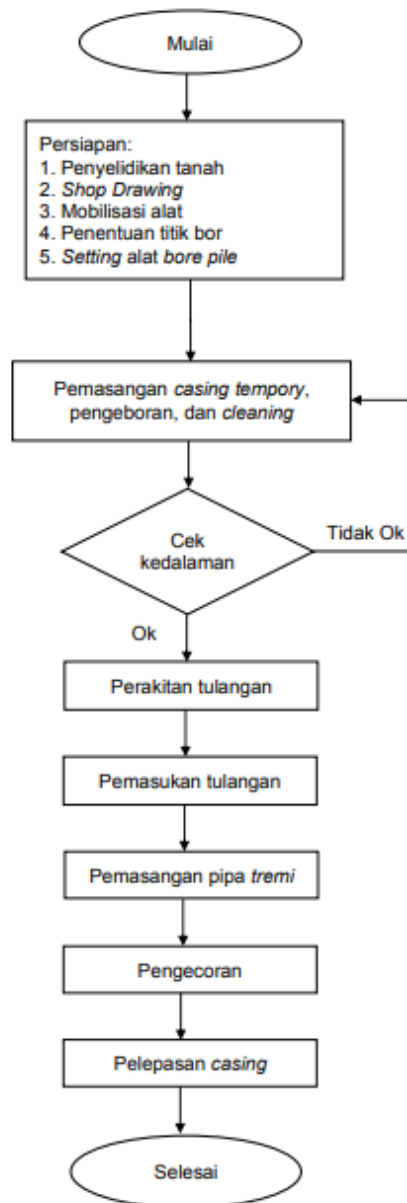
PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan salah satu solusi untuk mengatasi kemacetan yang mengakibatkan tingginya pengorbanan waktu dan biaya untuk perjalanan, dimana kemacetan merupakan problematik yang harus segera diselesaikan. Salah satu pekerjaan yang pertama dilakukan dalam pembangunan suatu konstruksi adalah pekerjaan fondasi.

Kecepatan dalam pekerjaan fondasi sangat mempengaruhi pekerjaan struktur-struktur di atasnya, kecepatan tersebut seringkali dipengaruhi oleh metode kerja yang digunakan. Metode kerja yang dipilih nantinya akan mempengaruhi waktu dan biaya dari pekerjaan suatu proyek konstruksi. Meningkatnya kendaraan roda empat maupun roda dua juga menjadi salah satu faktor kemacetan. Setiap bangunan harus memiliki dasar yang kuat untuk menopang bangunan di atasnya, salah satunya dengan merancang fondasi dengan baik. Fondasi berfungsi menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah, dimana beban struktur harus lebih kecil dari daya dukung tanah. Fondasi merupakan struktur bawah yang digunakan pada setiap bangunan, diantaranya rumah, gedung perkantoran, maupun jembatan. Bangunan tinggi biasanya menggunakan fondasi dalam dikarenakan memiliki beban struktur yang besar. Fondasi dalam memiliki beberapa jenis diantaranya fondasi bore pile dan tiang pancang. Pemilihan jenis fondasi bergantung pada beban yang harus didukung, kondisi tanah fondasi serta lingkungan sekitar. Fondasi bore pile merupakan salah satu alternatif jenis fondasi tiang yang digunakan selain fondasi tiang pancang. Fondasi bore pile memiliki fungsi yang sama dengan fondasi tiang pancang, perbedaannya hanya terletak pada cara pelaksanaan pengerjaan. Fondasi bore pile adalah fondasi yang pelaksanaannya dengan cara dibor sehingga tidak menimbulkan kebisingan dan getaran yang besar. Fondasi bore pile memiliki bentuk silinder. Penggunaan fondasi bore pile pada pembangunan jalan tol dikarenakan adanya jalur pipa gas. Fondasi bore pile juga digunakan pada tanah yang tidak mampu mendukung beban konstruksi di atasnya dan memiliki tanah keras yang terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Maka untuk itu pelaksanaan pekerjaan konstruksi harus dilakukan dengan baik, tepat, dan efisien sesuai dengan manajemen proyek yang direncanakan agar mendapatkan hasil pembangunan yang optimal.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada proses penelitian ini yaitu metode observasi. Metode observasi adalah metode penelitian yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian. Objek tersebut yaitu fondasi bored pile yang berfungsi sebagai penopang bangunan struktur atas. Metode penelitian ini digunakan untuk membahas mengenai tahapan pelaksanaan pekerjaan fondasi bored pile dan kebutuhan besi bore pile. Adapun tahapan pelaksanaan pekerjaan fondasi bore pile pada proyek pembangunan jalan tol adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Fondasi *Bore Pile*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan Fondasi *Bore Pile*

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan tahap awal suatu pekerjaan yang dibutuhkan sebagai penunjang dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Penyelidikan tanah bertujuan untuk mengetahui jenis tanah dan data-data tanah yang akan diolah untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah yang akan dibangun fondasi. Hasil dari penyelidikan tanah tersebut digunakan untuk merancang jenis fondasi yang digunakan dan kedalaman yang diperlukan. Penentuan titik *pile* yang dilakukan oleh *surveyor* sesuai dengan *shop drawing* yang sudah disetujui oleh *owner*. Alat ukur tanah yang digunakan pada penentuan titik *pile* yaitu *total station*. *Total stasion* berfungsi untuk mengukur jarak, sudut, menentukan koordinat dan perbedaan ketinggian permukaan tanah. Sebelum melakukan pengeboran dilakukan terlebih dahulu mobilisasi alat kemudian alat tersebut dipersiapkan agar alat yang akan digunakan dapat berjalan dengan baik dan benar

2. Pekerjaan pengeboran

Pengeboran dilakukan dengan sistem *dry drilling* (sistem bor kering). Pengeboran dilakukan sampai kedalaman 19,25 m dan diameter lubang 80 cm dengan menggunakan *auger* atau bor *spiral*. Pengeboran dilakukan secara bertahap jika mata bor *spiral* sudah terisi penuh oleh tanah maka harus diangkat dan dibuang terlebih dahulu. Limbah pengeboran dibuang disamping lubang bor yang sekiranya tidak mengganggu proses pengeboran selanjutnya. Setelah pengeboran selesai dilakukan maka kedalaman lubang bor tersebut dicek kedalamannya untuk memastikan sudah sesuai perencanaan.

3. Pemasangan *Temporary Casing*

Pemasangan *temporary casing* bertujuan untuk menahan tanah atau mengurangi terjadinya keruntuhan tanah yang akan dibor. *Temporary casing* yang digunakan memiliki tinggi 10 m dengan lebar 80 cm.

4. Pembersihan Dasar Lubang

Setelah kedalaman lubang bor sudah sesuai desain dan disetujui oleh konsultan pengawas, maka dilakukan pembersihan dasar lubang menggunakan alat *cleaning bucket* agar tidak ada sisa-sisa tanah yang akan mempengaruhi mutu beton.

5. Pemasangan Rangka Baja Tulangan

Pemasangan rangka baja tulangan dilakukan dengan bantuan *crawler crane*, dimana posisi rangka baja tulangan harus tegak lurus terhadap lubang dan dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak lubang yang sudah dibor. Pengerjaan rangka baja tulangan dilakukan di lokasi proyek. Rangka baja tulangan yang sudah dipabrikasi diturunkan kedalam lubang bor sampai mencapai kedalaman 25 cm di atas permukaan tanah lubang (sesuai desain). Rangka baja tulangan tersebut akan disambung menggunakan mesin las. Baja yang digunakan yaitu D25 dengan besi spiral D13. Beton *decking* yang digunakan memiliki ketebalan 10 cm.

6. Pekerjaan pengecoran

Sebelum pengecoran dimulai, dilakukan *setting* pipa *tremi* terlebih dahulu. Pipa *tremi* bertujuan agar beton segar tidak bercampur dengan tanah maupun lumpur yang jika tercampur dapat mengakibatkan kekuatan beton berkurang. Panjang pipa *tremi* disesuaikan dengan kedalaman lubang, pada ujung pipa *tremi* terdapat corong. Pipa *tremi* memiliki diameter 10 *inch*. Nilai Slump yang digunakan yaitu 16 ± 2 cm. Sebelum beton *ready mix* dituang, corong dan pipa *tremi* dialirkan air terlebih dahulu untuk memudahkan jalannya beton. Menghentikan pipa *tremi* ketika pengecoran berlangsung juga harus dilakukan untuk memperlancar adukan beton yang ada didalamnya. Beton yang digunakan memiliki mutu K-350. Selama pengecoran pipa *tremi* akan dipotong secara bertahap. Pengecoran dihentikan jika beton sudah mencapai 1 m di atas *cut off level*. Setelah pengecoran selesai dilakukan maka *temporary casing* dapat segera dicabut.

Kebutuhan Besi Bore Pile

Perhitungan kebutuhan besi bore pile diperlukan untuk merancang bangunan yang akan dibangun. Dalam perencanaan bangunan semua pasti diperhitungkan termasuk segala komponen dan material yang dibutuhkan. Perhitungan kebutuhan besi yaitu untuk menentukan banyaknya besi yang dibutuhkan dalam satuan kg. Jembatan pipa gas pada jalan tol di Depok menggunakan fondasi *bore pile* dengan diameter lubang 800 mm. Tulangan baja yang digunakan yaitu tulangan utama dengan D25 dan tulangan spiral sebagai tulangan sengkang dengan D13.

1. Perhitungan Kebutuhan Besi Tulangan Utama

Tulangan utama yang digunakan merupakan besi ulir dengan D25. Kedalaman fondasi *bore pile* yang dimiliki yaitu 19,25 m dengan diameter lubang 800 mm. Tulangan utama yang digunakan memiliki dua *section* yang berbeda. Setiap *section* memiliki panjang dan jumlah tulangan yang berbeda. Rumus dan perhitungan kebutuhan besi pada tulangan utama yaitu sebagai berikut.

$$W_b = V \times n \times \gamma$$

Di mana:

W_b : Berat besi

V : Volume besi

n : Jumlah batang besi

γ : Berat jenis besi

Data:

Diameter fondasi = 800 mm

Panjang fondasi = 19,25 m

Panjang pembesian = 19 m

Pembesian dibagi menjadi 2 *section*:

1. *Section 1* = panjang besi 11 m dengan jumlah 20 batang besi

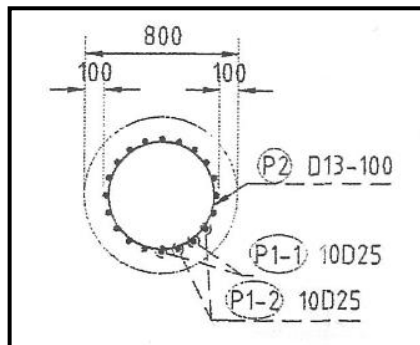
2. *Section 2* = panjang besi 8 m dengan jumlah 10 batang besi

Diameter tulangan = 25 mm = 0,025 m

Berat jenis besi = 7850 kg/m³

Maka dapat dihitung:

1. *Section 1* (11 m – 20 batang besi)



Gambar 2. Penampang Pembesian Tulangan Utama *Section 1*

a. $A = \frac{1}{4} \pi d^2$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,025^2$$

$$= 4,90625 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

b. $V = A \times L$

$$= 4,90625 \times 10^{-4} \times 11$$

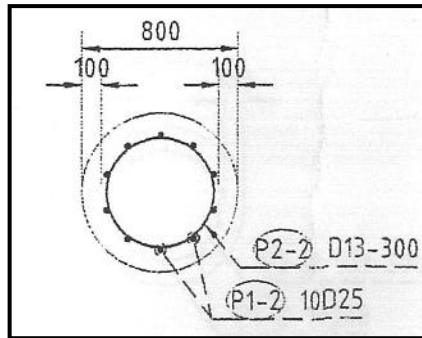
$$= 5,396875 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

c. $W_b = V \times n \times \gamma$

$$= 5,396875 \times 10^{-3} \times 20 \times 7850$$

$$= 847,309375 \text{ kg}$$

2. *Section 2* (8 m – 10 batang besi)



Gambar 3. Penampang Pembesian Tulangan Utama Section 2

a. $A = \frac{1}{4} \pi d^2$
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,025^2$
 $= 4,90625 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

b. $V = A \times L$
 $= 4,90625 \times 10^{-4} \times 8$
 $= 4,925 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

c. $W_b = V \times n \times \gamma$
 $= 4,925 \times 10^{-3} \times 10 \times 7850$
 $= 308,1125 \text{ kg}$

Jumlah besi tulangan utama yang dibutuhkan sebanyak 1.155,422 kg.

2. Perhitungan Kebutuhan Besi Tulangan Sengkang

Tulangan sengkang yang digunakan merupakan besi spiral dengan D25. Kedalaman fondasi *bore pile* yang dimiliki yaitu 19,25 m dengan diameter lubang 800 mm. Tulangan sengkang yang digunakan memiliki tiga *section* yang berbeda. Setiap *section* memiliki jarak kerapatan tulangan yang berbeda. Rumus dan perhitungan kebutuhan besi pada tulangan sengkang yaitu sebagai berikut.

$$W_b = L \times A \times \gamma$$

Di mana:

W_b : Berat besi

A : Luas penampang

γ : Berat jenis besi

L : Panjang besi

$$L = \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h_1} D \right)^2 + h^2}$$

Data:

Diameter fondasi = 800 mm

Panjang fondasi = 19,25 m

Panjang pembesian = 19 m

Jarak kerapatan sengkang dibagi menjadi 3 *section*:

1. *Section 1* = panjang besi 8 m dengan jarak 0,3 m

2. *Section 2* = panjang besi 9 m dengan jarak 0,2 m

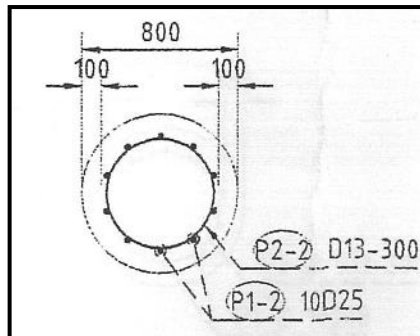
3. *Section 3* = panjang besi 2 m dengan jarak 0,1 m

Diameter tulangan = 13 mm = 0,013 m

Berat jenis besi = 7850 kg/m³

Maka dapat dihitung:

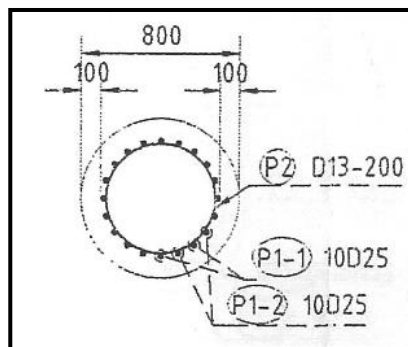
1. *Section 1* (8 m – jarak 0,3 m)



Gambar 4. Penampang Pembesian Tulangan Senggang *Section 1*

$$\begin{aligned}
 \text{a. } L &= \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h_1} D\right)^2 + h^2} \\
 &= \sqrt{\left(3,14 \frac{8}{0,3} (0,8 - 0,1 - 0,1)\right)^2 + 8^2} \\
 &= 50,89812105 \text{ m} \\
 \text{b. } A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,013^2 \\
 &= 1,327322896 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\
 \text{c. } W_b &= L \times A \times \gamma \\
 &= 50,89812105 \times 1,32665 \times 10^{-4} \times 7850 \\
 &= 53,03321953 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. *Section 2* (9 m – jarak 0,2 m)



Gambar 5. Penampang Pembesian Tulangan Senggang *Section 2*

$$\text{a. } L = \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h_1} D\right)^2 + h^2}$$

$$= \sqrt{\left(3,14 \frac{9}{0,2} (0,8 - 0,1 - 0,1)\right)^2 + 9^2}$$

$$= 85,29913017 \text{ m}$$

b. $A = \frac{1}{4} \pi d^2$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,013^2$$

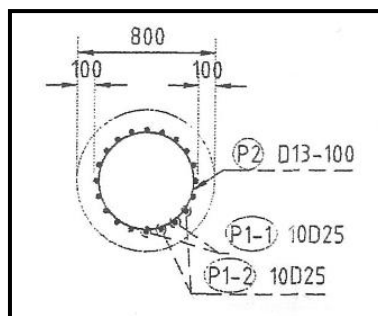
$$= 1,327322896 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

c. $Wb = L \times A \times \gamma$

$$= 85,29913017 \times 1,327322896 \times 10^{-4} \times 7850$$

$$= 88,87729846 \text{ kg}$$

3. *Section 3* (2 m – jarak 0,1 m)



Gambar 6. Penampang Pembesian Tulangan Sengkang *Section 3*

a. $L = \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h_1} D\right)^2 + h^2}$

$$= \sqrt{\left(3,14 \frac{2}{0,1} (0,8 - 0,1 - 0,1)\right)^2 + 2^2}$$

$$= 37,75212622 \text{ m}$$

b. $A = \frac{1}{4} \pi d^2$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,013^2$$

$$= 1,327322896 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

c. $Wb = L \times A \times \gamma$

$$= 37,75212622 \times 1,327322896 \times 10^{-4} \times 7850$$

$$= 39,33577028 \text{ kg}$$

Jumlah besi tulangan sengkang yang dibutuhkan sebanyak 181,246 kg.

3. Hasil Perhitungan Kebutuhan Besi Tulangan *Bore Pile*

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan besi tulangan utama dan tulangan sengkang fondasi *bore pile* diatas didapatkan jumlah besi seperti tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kebutuhan Besi *Bore Pile*

Diameter	Titik	Tulangan Utama		Tulangan Senggang		
		Section	Jumlah (kg)	Section	Jumlah (kg)	
	1	1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
	2	1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
			1	847,309	1	53,033
	800 mm	3	2	308,113	2	88,877
					3	39,336
4		1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
5		1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
6		1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
7		1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
8		1	847,309	1	53,033	
		2	308,113	2	88,877	
				3	39,336	
			Jumlah	9.243,376	Jumlah	1.449,968

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pembahasan dan perhitungan kebutuhan tulangan atau besi pada fondasi bore pile yaitu Tahapan pelaksanaan pekerjaan fondasi bore pile dimulai dari pengeboran menggunakan auger spiral, melakukan pembersihan dasar lubang dengan menggunakan cleaning bucket, memasukkan temporary casing kedalam lubang bor, memasukkan tulangan baja kedalam lubang bor, melakukan pengecoran dengan bantuan corong dan pipa tremi, Setelah pengecoran selesai temporary casing dapat diangkat. Perhitungan kebutuhan besi yang dihasilkan pada pada fondasi bore pile untuk satu titik fondasi yaitu tulangan utama sebanyak 9.243,376 kg dan tulangan sengkang sebanyak 1.449,968 kg.

DAFTAR PUSTAKA

Mandak, Leonardo. 2016. Perencanaan dan Metode Pelaksanaan Pondasi Bored Pile Proyek Pembangunan Butik Gunung Langit Manado. Politeknik Negeri Manado. Manado.

- Angga Nugraha, 2018. Menghitung Kebutuhan Besi pada Pekerjaan Bore Pile dan Strauss Pile. Teknik Sipil dan Lingkungan IPB. Bogor
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2017. Analisis dan Perancangan Fondasi I Edisi ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Jawat, I.W. (2020). Kajian Metoda Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Tahap Perencanaan Pelaksanaan. Jurnal Teknik Sipil Warmadewa. Bali. DOI: 10.22225/pd.9.2.1830.126-142
- PT. Citra Waspphutowa. 2019. Data Proyek Pembangunan Jalan Tol Depok – Antasari. Depok
- PT. Girder Indonesia. 2019. Data Proyek Pembangunan Jalan Tol Depok–Antasari. Depok