

**ANALISIS PERBANDINGAN DESAIN PONDASI BORE PILE DAN SPUN  
TERHADAP METODE PELAKSANAAN DAN RENCANA ANGGARAN  
BIAYA PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN TOL  
(Studi Kasus Pada Jembatan Tol Pandaan-Malang STA. 0+225  
Akses Interchange Lawang)**

**Munzaini<sup>1\*</sup>, Agus Tugas Sudjianto<sup>2</sup>, Candra Aditya<sup>3</sup>, Dafid Irawan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>PT. PP (Persero) Tbk.

<sup>2,3,4</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

\*Email Korespondensi: [munzaini44@gmail.com](mailto:munzaini44@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pembangunan jalan tol di Malang, bagian dari wilayah Jawa Timur, menjadi suatu kebutuhan mendesak sebagai respons terhadap pertumbuhan populasi, volume kendaraan, serta meningkatnya aktivitas perniagaan, perdagangan, pariwisata, dan komersial. Studi ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan desain pondasi bore pile dan spun pile, serta dampaknya terhadap metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya pada pembangunan Jembatan Tol Pandaan-Malang STA 0+225 Akses Interchange Lawang. Perumusan pertanyaan penelitian melibatkan perencanaan pondasi dengan menggunakan data borelog, analisis metode pelaksanaan, perhitungan rencana anggaran biaya, dan evaluasi efisiensi desain pondasi bore pile dan spun pile. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain pondasi bore pile memiliki dimensi Ø 1.20m, panjang 16.0m, dan 15 titik tiang, sementara desain pondasi spun pile memiliki diameter Ø 0.60m, panjang 16.0m, dan 40 titik tiang. Waktu penyelesaian tiang bore pile sebanyak 15 titik membutuhkan 5 hari, sedangkan tiang spun pile sebanyak 40 titik dapat diselesaikan dalam 4 hari. Rencana anggaran biaya untuk pondasi bore pile adalah Rp. 497.249.000,-, sedangkan pondasi spun pile adalah Rp. 437.967.000,-. Perbandingan menunjukkan bahwa pondasi spun pile lebih efektif 25% dari segi waktu dan 13.53% lebih efisien dari segi biaya. Dengan demikian, hasil penelitian memberikan kontribusi pada pemahaman yang lebih mendalam terkait optimalisasi desain pondasi dalam konteks pembangunan jalan tol, khususnya pada Jembatan Tol Pandaan-Malang.

**Kata Kunci :** Pondasi *Bore Pile*, Pondasi *Spun Pile*, Metode Pelaksanaan, Rencana Anggaran Biaya, dan Efisiensi Desain Pondasi.

**ABSTRACT**

*The construction of toll roads in Malang, part of the East Java region, is an urgent need in response to population growth, vehicle volume, and increasing business, trade, tourism and commercial activities. This study aims to analyze the comparison of bore pile and spun pile foundation designs, as well as their impact on implementation methods and budget plans for the construction of the Pandaan-Malang STA Toll Bridge. 0+225 Lawang Interchange Access. The formulation of research questions involves foundation planning using borelog data, analysis of implementation methods, calculation of cost budget plans, and evaluation of the efficiency of bore pile and spun pile foundation designs. The research results show that the bore pile foundation design has dimensions of Ø 1.20m, a length of 16.0m, and 15 pile points, while the spun pile foundation design has a diameter of Ø 0.60m, a length of 16.0m, and 40 pile points. The completion time for a 15-point bore pile pile takes 5 days, while a 40-point spun pile pole can be completed in 4 days. The planned cost budget for the bore pile foundation is Rp. 497,249,000,-, while the spun pile foundation is Rp. 437,967,000,-. The comparison shows that the spun pile foundation is 25% more effective in terms of time and 13.53% more efficient in terms of cost. Thus, the research results contribute to a deeper understanding regarding the optimization of foundation design in the context of toll road construction, especially on the Pandaan-Malang Toll Bridge.*

**Keywords:** *Bore Pile Foundation, Spun Pile Foundation, Implementation Method, Budget Plan and Foundation Design Efficiency.*

## 1. PENDAHULUAN

Malang bagian dari wilayah provinsi Jawa Timur yang merupakan daerah tujuan yang memiliki banyak aktivitas perniagaan, perdagangan, pariwisata dan komersial, maka dibutuhkan sarana jalan yang menghubungkan antar daerah. Hal ini diikuti dengan peningkatan jumlah populasi, volume kendaraan dan aktivitas di Malang yang menimbulkan masalah lalu lintas, sosial dan ekonomi yang bergantung pada transportasi jalan raya sehingga muncul masalah karena ketidakseimbangan peningkatan jumlah kendaraan dan pertumbuhan sarana jalan. Pembangunan Jalan tol merupakan alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Material konstruksi, desain struktur, dan teknologi konstruksi yang digunakan dalam jembatan tol biasanya dipilih untuk mencapai tingkat keandalan dan daya tahan yang optimal selama masa pakai jembatan tersebut [1]. Jembatan tol sering kali dilengkapi dengan sistem pembayaran tol yang terintegrasi untuk mengelola lalu lintas dan mendukung pemeliharaan infrastruktur jalan tol. Dilihat dari pembahasan untuk perencanaan sebuah pondasi pada jembatan cukup rumit antara lain adanya settlement, perubahan bentuk, dan kekuatan pondasi untuk menahan beban yang ada [2], [3]. Penelitian ini mengangkat materi analisis perbandingan desain pondasi bore pile dan spun pile terhadap metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya pada pembangunan jembatan tol (studi kasus pada jembatan tol Pandaan-Malang STA. 0+225 Akses Interchange Lawang)".

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Jembatan

Jembatan adalah bangunan yang melewati sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan yang berada lebih rendah sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki melintas dengan lancar dan aman. Desain jembatan mencakup aspek-aspek teknis seperti beban yang diantisipasi, panjang rentang, dan material struktural yang digunakan [4]. Jembatan dapat bervariasi dalam ukuran, bentuk, dan bahan konstruksi, tergantung pada tujuan fungsionalnya dan kondisi lingkungan tempatnya dibangun. Jembatan sebagai prasarana transportasi mempunyai manfaat yang dominan bagi pergerakan lalu lintas [5]. Jembatan adalah istilah umum untuk konstruksi yang dibangun sebagai jalur transportasi yang melintasi sungai, danau, rawa, jurang maupun rintangan lainnya. Jembatan dapat memiliki bentuk seperti jembatan gantung, jembatan pelengkung, jembatan tali, atau jembatan beton biasa, masing-masing memiliki karakteristik dan kegunaannya sendiri. Fungsi jembatan mencakup penghubung antara dua titik, mempermudah transportasi, dan mendukung pertumbuhan ekonomi dan sosial di wilayah tertentu [6].

### 2.2 Pembebanan Jembatan

Menurut Badan Pengatur Jalan Tol [7], [8], dampak atau pengaruh keberadaan suatu infrastruktur jalan dapat menimbulkan dampak positif (manfaat) dan dampak negatif pada masyarakat. Dampak negatif menjadi faktor penghambat infrastruktur jalan, sedangkan dampak positif akan menjadi nilai tambah pada pembangunan atau peningkatan struktur jalan

### 2.3 Pondasi

Pondasi adalah suatu bagian 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 [2], [5]. Untuk memilih tipe pondasi yang memadai, perlu diperhatikan apakah pondasi itu cocok untuk berbagai keadaan di lapangan dan apakah pondasi itu memungkinkan untuk diselesaikan secara ekonomis sesuai dengan jadwal kerjanya [9]. Hal-hal berikut perlu dipertimbangkan dalam pemilihan tipe pondasi:

- a. Keadaan tanah pondasi
- b. Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya (upper structure)
- c. Keadaan daerah sekitar lokasi
- d. Waktu dan biaya pekerjaan
- e. Kokoh, kaku dan kuat

## 2.4 Jenis-Jenis Pondasi

Pemilihan jenis pondasi ditentukan oleh beban struktur atas dan keadaan tanah di sekitar bangunan, sedangkan kedalaman pondasi ditentukan oleh letak tanah padat yang mendukung pondasi [10]. Jika bangunan terletak pada tanah miring >10%, maka pondasi bangunan tersebut harus dibentuk tangga dengan bagian bawah dan atas. Pondasi adalah bagian terendah bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Adapun jenis-jenis pondasi, antara lain:

### a. Pondasi Dangkal

Adalah pondasi yang digunakan pada kedalaman 0.8 meter – 1 meter, karena daya dukung tanah telah mencukupi. Pondasi dangkal juga sering disebut pondasi langsung. Pondasi langsung dipakai pada kondisi tanah baik, yaitu dengan kekerasan tanah atau  $\Sigma = 2 \text{ Kg / Cm}^2$ , dengan kondisi air tanah cukup dalam

### b. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang kedalamannya lebih dari 2 meter dan biasa digunakan pada bangunan-bangunan bertingkat. Pondasi dalam berfungsi sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan

### c. Pondasi Bore Pile

Menurut Hardiyatmo H.C (2015), Pondasi bore pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian dimasukkan tulangan yang telah dirangkai ke dalam lubang bor kemudian dicor beton

## 2.5 Metode Dasar More

Ada tiga macam metode dasar untuk bored pile [11] yaitu:

### a. Dry Method

Dalam metode konvensional, tiang bore pile umumnya dibuat dengan cara memboring lubang di tanah menggunakan mesin bor, lalu lubang tersebut diisi dengan campuran beton segar atau grout untuk membentuk tiang. Namun, "dry method" mungkin mencakup penggunaan campuran beton pra-mencampur yang kering, di mana bahan-bahan beton sudah dicampur sebelumnya di pabrik atau lokasi lain, dan kemudian dicurahkan atau dimasukkan ke dalam lubang tanah.

### b. Casing Method

Metode ini digunakan bila kondisi tanah mudah terjadi deformasi ke arah lubang galian, sehingga dapat menutup sebagian dari lubang. Cara ini juga digunakan bila menginginkan untuk menahan aliran air tanah ke dalam lubang, tetapi ujung casing harus dapat mencapai tanah yang kedap (impermeable).

### c. Slurry Method

Metode ini dapat diaplikasikan pada semua situasi penggunaan casing. Slurry di sini juga difungsikan untuk menahan air tanah yang dapat masuk ke dalam lubang. Perlu dicatat dalam metode ini, bahwa kecukupan slurry yang ditandai dengan elevasi slurry (harus ditambah bila kurang), atau dengan menambah densitinya agar dapat memperoleh kekuatan untuk menahan runtuhnya tanah ke dalam lubang bor [12].

## 2.6 Daya Dukung Tiang pada tanah Non Kohesif/Granular

### a. Daya Dukung Ujung Tiang

Daya dukung ujung tiang untuk tanah granuler [13]:

$$Q_b = A_b \cdot p_b' \cdot N_q \dots\dots\dots (1)$$

Dengan,  $p_b'$  = tekanan vertikal efektif pada ujung tiang (kN/m<sup>2</sup>),  $N_q$  = faktor kapasitas dukung,  $A_b$  = luas dasar tiang bor,  $Q_b$  = daya dukung ujung tiang.

b. Daya Dukung Gesek Tiang

Tahanan gesek satuan tiang bor dalam pasir [8]:

$$f_s = \beta \cdot P_o \dots\dots\dots (2)$$

$$\beta = K \cdot \tan \delta \dots\dots\dots (3)$$

Atau koefisien  $\beta$  juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang disarankan oleh Reese dan O'Neill (1989):

$$\beta = 1,5 - 0,245\sqrt{z} \text{ dengan } 0,25 \leq \beta \leq 1,2 \dots\dots\dots (4)$$

atau

$$\beta = N_{60}/15(1,5 - 0,245\sqrt{z}) \text{ untuk } N_{60} \leq 15 \dots\dots\dots (5)$$

Dengan,  $f_s$  = tekanan gesek satuan ( $\text{kN}/\text{m}^2$ ),  $p_o$  = tekanan overburden di tengah-tengah lapisan tanah ( $\text{kN}/\text{m}^2$ ), dan  $\delta$  = sudut gesek antara tanah dan tiang, dan

$$Q_s = A_s \cdot \beta \cdot P_o \dots\dots\dots (6)$$

c. Daya Dukung Aksial Tiang [14]

Daya dukung aksial tiang terdiri dari daya dukung ujung dasar tiang dan daya dukung gesek permukaan keliling tiang, dikurangi berat sendiri tiang [10] dirumuskan:

$$Q_u = Q_b + Q_s - W \dots\dots\dots (7)$$

$$Q_{ijin} = (Q_b + Q_s) / F - W \dots\dots\dots (8)$$

Dengan,  $Q_u$  = Daya dukung batas tiang,  $Q_b$  = Daya dukung batas dasar tiang,  $Q_s$  = Daya dukung batas gesekan tiang,  $F$  = Faktor keamanan tiang ( $F = 3$ ), dan  $W$  = Berat sendiri.

## 2.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan rincian biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam proyek konstruksi, sehingga diperoleh estimasi biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut [15].

a. Persiapan dan Pengecekan Gambar Kerja

Gambar Kerja adalah dasar untuk menentukan pekerjaan apa saja yang ada dalam komponen bangunan yang akan dikerjakan. Dari gambar akan didapatkan ukuran, bentuk dan spesifikasi pekerjaan. Pastikan gambar mengandung semua ukuran dan spesifikasi material yang akan digunakan untuk mempermudah perhitungan volume pekerjaan. Dari gambar yang ada di sini sudah memulai membahas item pekerjaan apa saja yang akan dihitung dalam pembuatan RAB. Dalam tahap persiapan ini perlu juga dilakukan pengecekan harga-harga material dan upah yang ada di sekitar atau lokasi paling dekat dengan tempat bangunan yang akan dikerjakan.

b. Perhitungan Volume

Langkah awal untuk menghitung volume pekerjaan, yang perlu dilakukan adalah mengurutkan seluruh item dan komponen pekerjaan yang akan dilaksanakan sesuai dengan gambar kerja yang ada. Jika seluruh item pekerjaan sudah tertuang, selanjutnya mulai menghitung volume masing-masing volume pekerjaan tersebut. Untuk format sederhana dan memudahkan perhitungan, dapat dikerjakan dalam format Excel. Suatu hal yang perlu diperhitungkan adalah satuan pekerjaan yang dihitung harus sama dengan analisa harga satuan pekerjaan.

c. Membuat Harga Satuan Pekerjaan

Untuk menghitung Harga Satuan Pekerjaan, yang perlu dipersiapkan adalah:

- 1) Indeks (koefisien) analisa pekerjaan
- 2) Harga Material/ Bahan sesuai satuan
- 3) Harga upah kerja per hari termasuk mandor, kepala tukang, tukang dan pekerja

d. Perhitungan Jumlah Biaya Pekerjaan

Perhitungan jumlah biaya pekerjaan (Cost Estimation) merupakan langkah kunci dalam menyusun Rekapitulasi Anggaran Biaya (RAB) pada proyek konstruksi. Perhitungan jumlah biaya pekerjaan merupakan langkah kunci dalam manajemen anggaran proyek dan diperlukan untuk memastikan alokasi dana yang memadai dan efektif selama pelaksanaan proyek konstruksi

e. Rekapitulasi RAB

Rekapitulasi adalah jumlah masing-masing sub item pekerjaan dan kemudian ditotalkan sehingga didapatkan jumlah total biaya pekerjaan. Dalam rekapitulasi ini bilamana diperlukan juga ditambahkan biaya overhead dan biaya pajak. Rekapitulasi Anggaran Biaya (RAB) adalah suatu ringkasan atau gambaran keseluruhan dari estimasi biaya proyek konstruksi. RAB memuat daftar rinci dari seluruh pekerjaan yang akan dilakukan, serta estimasi biaya yang terkait dengan setiap pekerjaan tersebut. Dalam RAB, setiap pekerjaan atau bagian proyek diberi nomor urut, deskripsi pekerjaan, volume atau luas, satuan, harga satuan, dan total biaya.

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah yang dimiliki dan dilakukan oleh peneliti dalam rangka untuk mengumpulkan informasi atau data serta melakukan investigasi pada data yang telah didapatkan. Melalui metode penelitian, maka didapatkan gambaran rancangan penelitian yang meliputi prosedur dan langkah-langkah yang harus ditempuh, waktu penelitian, sumber data, dan bagaimana memperoleh datanya untuk selanjutnya diolah dan dianalisis.

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada penulisan berikut adalah studi kasus pada proyek Jembatan Tol Pandaan-Malang, tepatnya pada Under Bridge STA.0+225 yang merupakan akses jalan interchange menuju Lawang. Jembatan ini dibangun sebagai jembatan perlintasan dengan rel kereta api.

#### 3.2 Data Perencanaan

Data primer adalah informasi yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama atau yang baru dikumpulkan untuk tujuan tertentu. Data ini merupakan data penelitian yang didapat secara langsung berasal dari lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data penelitian yang didapat dari konsultan perencana berupa data desain perencanaan maupun literatur-literatur buku pedoman yang sudah ada maupun data penelitian sebelumnya.

#### 3.3 Metode Pelaksanaan

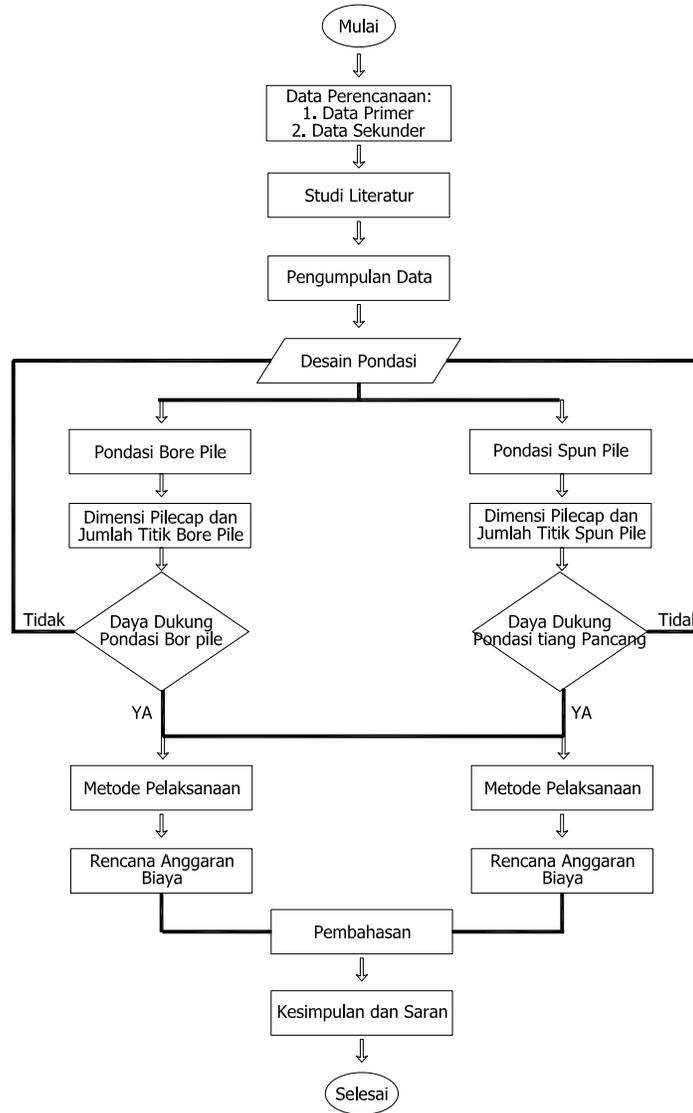
Urutan metode ini antara lain persiapan pekerjaan, mobilisasi material dan pelaksanaan lapangan.

#### 3.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Hal ini diperlukan untuk menghitung biaya proyek sesuai desain yang ada, sehingga diperlukan perhitungan analisa antara lain:

- a. Harga satuan pekerjaan
- b. Harga satuan upah
- c. Harga satuan bahan material
- d. Harga sewa alat pendukung
- e. Perhitungan volume
- f. Daftar harga satuan pekerjaan
- g. Daftar Rencana Anggaran Biaya (RAB)

### 3.5 Diagram Alur (Flowchart) Perancangan Pondasi

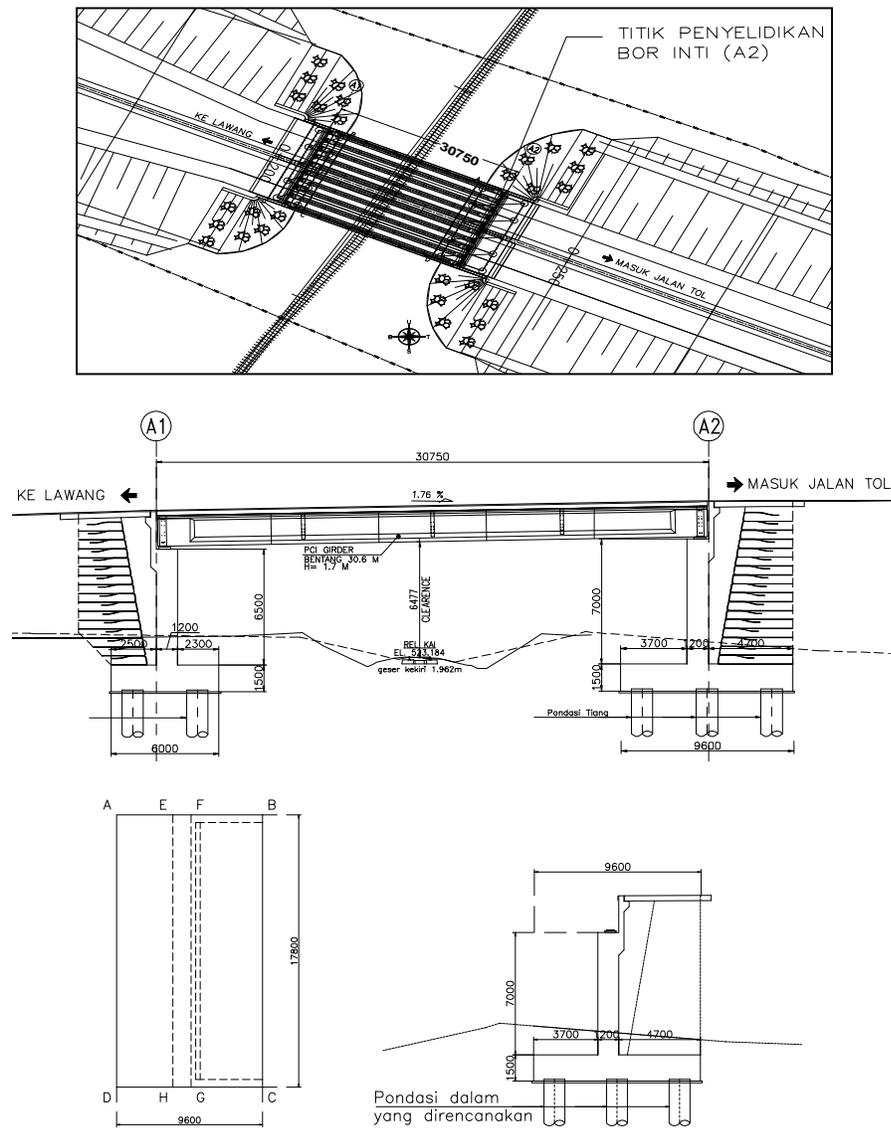


**Gambar 1.** Diagram Alur Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada penulisan berikut adalah studi kasus pada proyek Jembatan Tol Pandaan-Malang, tepatnya pada Under Bridge STA.0+225 yang merupakan akses jalan interchange menuju Lawang. Jembatan ini dibangun sebagai jembatan perlintasan dengan rel kereta api. Struktur jembatan tersebut terdiri dari 2 komponen. Struktur atas (superstructure) berupa material beton PCI Girder dengan bentang girder 30,75 meter dan tinggi 1,7 meter. Sedangkan untuk struktur bawahnya (substructure) berupa wingwall abutment beton bertulang dengan tinggi 8,5 meter (peletakan girder sampai dengan galian slab pondasi) yang dibangun dengan pondasi dalam. Dalam penulisan ini difokuskan pada bagaimana merencanakan pondasi dalam tersebut dengan material tiang bor (bored piles) yang kemudian dibandingkan dengan perencanaan menggunakan sistem tiang pancang (spun piles). Kedua alternatif perencanaan pondasi ini dinilai bagaimana tingkat efisien dan efektivitasnya. Penilaian yang dimaksud adalah dari segi perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) maupun dari segi Metode Pelaksanaan Konstruksinya.

### 4.1 Data Gambar Perencanaan Jembatan



Gambar 2. Detail Perencanaan Jembatan

### 4.2 Perencanaan Pondasi Dalam

#### Perencanaan Tiang Bor

Diameter Tiang Bor (d)	=	1.2	m	
Panjang (L)	=	16	m	
Jenis Tanah	=	0	s/d	-4 Tanah Lempung (Kohesif)
	=	-4	s/d	-16 Lanau Kepsiran (Kohesif)
Volume Beton ( $\gamma$ beton)	=	25	kN/m <sup>3</sup>	
Beban kelompok tiang	=	19223	kN	
Jumlah tiang bor (n)	=	15	buah	
Beban per tiang bor ( $V_u$ )	=	1282	kN/buah	

### Perhitungan

Hitungan dilakukan dengan metode Skempton (1966)

$$\begin{aligned} \text{Luas dasar Tiang Bor } Ab &= 0.25 \times \pi \times 1.2^2 = 1.13 \text{ m}^2 \\ \text{Keliling Tiang Bor } \pi \cdot d &= \pi \times 1.2 = 3.768 \text{ m} \\ \text{Berat sendiri Tiang Bor } Wp &= \text{volume tiang} \times \gamma \text{ beton} \\ &= 1.13 \times 16 \times 25 = 452.16 \text{ kN} \end{aligned}$$

**Tabel 1.** Perhitungan Gaya Gesek Ultimit (Qs) Metode Skempton

Kedalaman (m)	Cu* (kPa)	0.45 Cu (kPa)	Keliling (m <sup>2</sup> )	Qs (kN)
0 - 2	68.00	30.60	7.536	230.60
2 - 4	64.00	28.80	7.536	217.04
4 - 6	240.00	108.00	7.536	813.89
6 - 8	28.00	12.60	7.536	94.95
8 - 10	240.00	108.00	7.536	813.89
10 - 12	44.00	19.80	7.536	149.21
12 - 14	120.00	54.00	7.536	406.94
14 - 16	132.00	59.40	7.536	447.64
$\Sigma Qs$				3174.16

Sumber : Hasil perhitungan

### 4.3 Perencanaan Tiang Pancang

#### Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Luas dasar Tiang Pancang } Ab &= 0.3 \times \pi \times 0.6^2 = 0.28 \text{ m}^2 \\ \text{Keliling Tiang } \pi \cdot d &= \pi \times 0.6 = 1.88 \text{ m} \\ \text{Berat sendiri Tiang } Wp &= \text{volume tiang} \times \gamma \text{ beton} \\ &= 0.28 \times 16 \times 25 = 113 \text{ kN} \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Perhitungan Tahanan Gesek (Qs) Metode  $\alpha$

Kedalaman (m)	$\alpha$	Cu (kPa)	As = Keliling x d (m <sup>2</sup> )	Qs (kN)
0 - 2	0.55	68.00	3.77	140.92
2 - 4	0.57	64.00	3.77	137.46
4 - 6	0.30	240.00	3.77	271.30
6 - 8	0.95	28.00	3.77	100.23
8 - 10	0.30	240.00	3.77	271.30
10 - 12	0.78	44.00	3.77	129.32
12 - 14	0.35	120.00	3.77	158.26
14 - 16	0.30	132.00	3.77	149.21
$\Sigma Qs$				1357.99

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 3.** Perhitungan Tahanan Gesek (Qs) Metode US. Army Corps.

Kedalaman (m)	Cu (kPa)	Cu (t/ft <sup>2</sup> )	$\alpha$	fs	As = Keliling x d (m <sup>2</sup> )	Qs (kN)
0 - 2	68.00	0.6	0.55	37.40	3.77	140.92
2 - 4	64.00	0.6	0.55	35.20	3.77	132.63
4 - 6	240.00	2.3	0.50	120.00	3.77	452.16
6 - 8	28.00	0.3	0.80	22.40	3.77	84.40
8 - 10	240.00	2.3	0.50	120.00	3.77	452.16
10 - 12	44.00	0.4	0.70	30.80	3.77	116.05
12 - 14	120.00	1.1	0.50	60.00	3.77	226.08
14 - 16	132.00	1.2	0.50	66.00	3.77	248.69
$\Sigma$ Qs						<b>1853.10</b>

Nilai Qb diambil terkecil dari kedua metode didapatkan :

Qb metode a = 1357.99 kN

Qb metode US Army Corps. = 1853.10 kN

Qb dipakai (minimum) = 1357.99 kN

#### 4.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

**Tabel 4.** Rekapitulasi RAB Pekerjaan Pondasi Dalam jembatan STA +225

No	Alternatif Pekerjaan Pondasi Jembatan STA 0+225	Dimensi dan Jumlah	Rencana Anggaran Biaya (RP)
1	Tiang Bor (Bor Pile)	$\phi$ . 1,2 meter 15 Buah	497.249.000,-
2	Tiang Pancang (Spun Pile)	$\phi$ . 0,6 meter 40 Buah	437.967.000,-
Selisih			59.282.000,-
Prosentase Selisih (Efisiensi)			13,53%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dengan demikian didapatkan nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB), bahwa Tiang Pancang lebih efisien daripada Tiang Bor dengan tingkat efisiensi **13.53%**.

#### 5. PENUTUP

Dari penelitian yang diperoleh, sehingga diambil kesimpulan yaitu desain pondasi bore pile dengan dimensi  $\phi$  1.20m, panjang 16.0m, dan jumlah tiang bore pile 15 titik, kemudian untuk desain pondasi spun pile dengan diameter  $\phi$  0.60m, panjang 16.0m, dan jumlah tiang spun pile 40 titik. Waktu penyelesaian pekerjaan tiang bore pile dengan jumlah 15 titik dapat diselesaikan dalam 5 hari dan tiang spun pile dengan jumlah 40 titik dapat diselesaikan dalam 4 hari. Pekerjaan tiang pancang bore pile didapatkan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 497.249.000,- dan untuk tiang pancang spun pile Rp. 437.967.000,-. Perbandingan pekerjaan dari segi waktu dan biaya, didapatkan bahwa pondasi tiang pancang spun pile lebih efektif 25% dari segi waktu, dan 13.53% lebih efisien dari segi biaya.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Najah and D. Pontan, "Identifikasi Peringkat Faktor Penyebab Keterlambatan Konstruksi Pada Pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol," *Seminar Nasional Cendekiawan*, vol. Buku 1, 2018.

[2] J. E. Bowles, *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1*. 1997.

[3] J. E. Bowles, *Analisis Dan Desain Pondasi Jilid 2 Edisi Keempat*, vol. 2. 2005.

[4] Ira Modifa, D. S. Saragih, V. E. Purba, N. M. Sianturi, and Dinarto, "Analisis Manajemen Proyek Pondasi Bored Pile Pada Pembangunan Jembatan Bahbolon Pada

- Ruas Jalan Tol Tebing Tinggi – Pematang Siantar Sta 57 + 170,” *Jurnal Santeksipil*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.36985/jsl.v4i2.946.
- [5] E. Sukmadiansyah and K. Rini Ratnayanti, “Kajian Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Jembatan Tol Becakayu,” *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, no. September, 2021.
- [6] H. Susanto and A. Setiyono, “Penyesuaian Konsep Desain Struktur Jembatan Tol Sidoarjo - Porong dengan Menggunakan Konsep Desain Slab On Pile,” *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.22219/skpsppi.v3i1.7718.
- [7] S. Muljono, I. Toll, R. Authority, H. P. Siahaan, I. Toll, and R. Authority, “Standard Operating Procedures of the Integrated Design and Build Toll Road Construction in Indonesia,” *Standard Operating Procedures of the Integrated Design and Build Toll Road Construction in Indonesia*, vol. 4, no. 2, 2018.
- [8] H. C. Hardiyatmo, *Analisis dan Perancangan Fondasi I (3rd ed)*. 2014.
- [9] U. Nurul Fadilah, H. Tunafiah, and I. Halimah Tunafiah, “Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-Spt Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan,” *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, vol. 2, no. 3, 2018.
- [10] H. C. Hardiyatmo, *Analisis dan Perancangan Pondasi Bagian II*, vol. 66. 2012.
- [11] A. Wulan, “Pekerjaan Pondasi Bore Pile dan Perhitungan Tulangan Fondasi pada Jalan Tol di Kota Depok,” *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 6, no. 2, 2022.
- [12] P. A. Galeh, “Perencanaan Pondasi Tiang Bor Pada Proyek Gedung Menara Palma,” *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma*.
- [13] I. Nurdiah, B. C. M, and D. Sundary, “Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Bored Pile Menggunakan Data N-SPT dan Hasil PDA Test Pada Jop Proyek Pembangunan Jalan Tol Sigli-Banda Aceh Seksi II,” *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.24815/journalces.v4i2.21365.
- [14] M. Chumaidi, “Implementasi Value Based Decision Pada Pemilihan Metode Kerja Ereksi Girder Pada Pekerjaan Jembatan Kali Marmoyo Berdasarkan Kriteria Finansial dan Non-Finansial,” *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*, 2017.
- [15] C. Sembiring, “Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pondasi Spun Pile Dengan Bore Pile Pada Proyek Masjid Agung,” *Jurnal Teknik Sipil*, 2019.