

# ANALISA KAPASITAS DUKUNG TIANG BOR MENGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DIVERIFIKASI DENGAN *PDA (PILE DRIVING ANALYZER)* PADA PROYEK *OVERPASS* KM 13 JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA

Aria Zulham

Mohamad Isram M.Ain, S.T., M.Sc  
dan Ir. Ali Arifin Soeparlan, M.T

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan

---

## Abstrak

Struktur bawah *Overpass* atau pondasi pada Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi 1 KM.13, dengan hasil yang di dapat dari perhitungan beban Struktur *Overpass* dan memperhatikan jenis tanah pada lokasi tersebut direncanakan memakai Pondasi *Bore Pile*. Pondasi *bore pile* atau tiang bor adalah bentuk pondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah, pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah. Setelah kedalaman sudah didapatkan kemudian pondasi pile dilakukan dengan pengecoran beton bertulang terhadap lobang yang sudah di bor. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis dan membandingkan kapasitas dukung tiang tunggal dengan hasil *pile driving analyzer (PDA)*, menghitung kapasitas dukung kelompok tiang dan penurunan tiang tunggal. Perhitungan kapasitas tiang tunggal menggunakan metode Skempton dan  $\alpha$  berdasarkan korelasi data dari hasil *Standart Penetration Test (SPT)*. Perhitungan penurunan tiang tunggal menggunakan metode Poulos dan Davis. Perhitungan dilakukan di 3 titik yaitu *Abutemen* 1 titik 27, Pilar 1 titik 9 dan *Abutment* 2 titik 5.

Hasil perhitungan dari kedua metode tersebut dapat disimpulkan bahwa metode  $\alpha$  memiliki nilai mendekati *PDA*. Nilai  $Q_u$  pada *Abutment* 1 titik 27 sebesar 403,4 ton berbanding 417 ton, pada Pilar 1 titik 9  $Q_u$  sebesar 403,4 ton berbanding 417 ton, dan pada titik *Abutment* 2 titik 5  $Q_u$  sebesar 336,36 ton berbanding 469 ton. Sedangkan hasil perhitungan penurunan tiang tunggal menggunakan metode Poulos dan Davis didapatkan hasil 8,3 mm pada *Abutment* 1 titik 27 dan Pilar 1 titik 9, lalu 7,7 mm untuk *Abutment* 2 titik 5.

**Kata kunci:** bore pile, kapasitas dukung tiang, PDA, penurunan

### **Abstract**

*Bottom structure Overpass or foundation on the Balikpapan-Samarinda Toll Road Section 1 KM.13, with results obtained from the calculation of the Overpass Structure load and paying attention to the type of soil at that location are planned to use the Bore Pile Foundation. The foundation of a bore pile or drill post is a form of deep foundation built inside the surface of the ground, the foundation is placed into the depth needed by making a hole with a drilling or dredging system. After the depth has been obtained then the pile foundation is carried out by reinforcing concrete casting on the drill hole. The purpose of this study was to analyze and compare the bearing capacity of a single pile with the results of a pile driving analyzer (PDA), calculating the bearing capacity of the pile group and the settlement of a single pile. Calculation of single pile bearing capacity using the Skempton method and a based on data correlation from the results of the Standard Penetration Test (SPT). Calculation of single pile settlement using the Poulos and Davis method. Calculations are carried out at 3 points, namely Abutment 1 point 27, Pillar 1 point 9 and Abutment 2 point 5.*

*From the calculation results, it can be concluded that the method  $\alpha$  has a value approaching the PDA.  $Q_u$  value on Abutment 1 point 27 is 403.4 tons compared to 417 tons, in Pillar 1 point 9  $Q_u$  is 403.4 tons compared to 417 tons, and at Abutment point 2 point 5  $Q_u$  is 336.36 tons compared to 469 tons. From calculation resul of settlement using Poulos and Davis method is 8,3 mm to Abutment 1 point 27 and Pillar 1 point 9, then 7,7 mm to Abutment 2 point 5.*

**Keywords : borepile, pile bearing capacity, PDA, settlement**

---

## **I. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Struktur bawah *Overpass* atau pondasi pada Proyek Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi 1 KM.13, dengan hasil yang di dapat dari perhitungan beban Stuktur *Overpass* dan memperhatikan jenis tanah pada lokasi tersebut direncanakan memakai Pondasi *Bore Pile*.

Seiring berkembangnya teknologi pada bidang konstruksi, untuk mengetahui kapasitas dukung tiang bor dapat dilakukan dengan pengujian *PDA Test*. Pengetahuan teknis tentang *PDA Test* ini relatif jarang dikuasai atau paling tidak dipahami oleh para pekerja konstruksi. Untuk menginterpretasikan angka-angka numerik seluruh hasil dari *PDA Test* mungkin membutuhkan latar belakang pendidikan dan pelatihan khusus untuk menguasainya. Tetapi untuk tujuan praktis bagi pekerja konstruksi/praktisi paling tidak bisa memahami hasil evaluasi daya dukung tiang, integritas/keutuhan tiang dan penurunan tiang dari hasil *PDA Test*. Pada penelitian ini penulis ingin membandingkan perhitungan manual dengan *PDA Test*.

Dari tinjauan yang dilakukan, saya mengambil judul penelitian tentang “**Analisa Kapasitas Dukung Tiang Bor Menggunakan Perhitungan Manual Diverifikasi dengan *PDA (Pile Driving Analyzer)* pada Proyek *Overpass* KM 13 Jalan Tol Balikpapan–Samarinda**”.

### **1.2 Rumusan Penelitian**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai kapasitas dukung tiang tunggal serta perbandingan hasil dari berbagai metode yang telah diverifikasi oleh *PDA*?
2. Berapa besar nilai kapasitas kelompok pondasi tiang bor pada rencana pembangunan *overpass* km 13 jalan tol Balikpapan – Samarinda?
3. Berapa penurunan tiang padapondasi *overpass* km 13 jalan tol Balikpapan – Samarinda?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui berapa besar nilai kapasitas dukung tiang tunggal serta perbandingan hasil dari berbagai metode yang telah diverifikasi oleh *PDA*.
2. Dapat mengetahui besar nilai kapasitas kelompok pondasi tiang bor pada rencana pembangunan *overpass* km 13 jalan tol Balikpapan – Samarinda.
3. Dapat mengetahui besar nilai penurunan tiang padapondasi *overpass* km 13 jalan tol Balikpapan – Samarinda.

### **1.4 Batasan Penelitian**

Batasan penelitian yang diberikan pada penelitian ini, antara lain:

1. Jenis pondasi menggunakan pondasi tiang bor.
2. Ditinjau pada tanah kohesif.
3. Metode perhitungan kapasitas dukung tiang menggunakan metode Skempton (1966) dan  $\alpha$ .
4. Pada pelaksanaan *PDA* menggunakan data lapangan tidak dengan *CAPWAP*.
5. Pada pelaksanaannya menggunakan data lapangan dari hasil *Standart Penetration Test* dan data laboratorium.
6. Lokasi yang ditinjau pada rencana pembangunan hanya pada *abutment* 1, *abutment* 2 dan pilar 1.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat daripada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan atau wawasan mengenai pembangunan pondasi tiang bor serta perencanaan kapasitas dukung pondasi dan sebagai pembandingan kelak jika akan melakukan suatu pekerjaan yang sama atau sejenis.
2. Sebagai referensi untuk siapa saja yang membacanya terlebih untuk mahasiswa yang mendapat masalah atau pengujian yang sama.

## II. Landasan Teori

### 2.1 Umum

Pondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung dibawahnya. Beban dari kolom yang bekerja pada pondasi ini harus disebar ke permukaan tanah yang cukup luas sehingga tanah dapat memikul beban dengan aman.

### 2.2 Pondasi Tiang Bor

Pondasi *bore pile* atau tiang bor adalah bentuk pondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah, pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang dengan sistim pengeboran atau pengerukan tanah. Setelah kedalaman sudah didapatkan kemudian pondasi pile dilakukan dengan pengecoran beton bertulang terhadap lobang yang sudah di bor.

### 2.3 Kapasitas Dukung Tiang Bor

Kapasitas daya dukung ultimit tiang ( $Q_u$ ) adalah jumlah dari tahanan ujung ultimit tiang ( $Q_b$ ) dan tahanan gesek dinding tiang ( $Q_s$ ) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dinyatakan dalam persamaan berikut ini (Hardiyatmo, 2010):

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b f_b + A_s f_s$$

dengan,

- $Q_b$  = Tahanan ujung ultimit tiang
- $Q_s$  = Tahanan gesek dinding tiang
- $A_b$  = Luas ujung tiang bawah
- $A_s$  = Luas selimut tiang
- $f_b$  = Tahanan ujung satuan tiang
- $f_s$  = Tahanan gesek satuan tiang

### 2.4 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Dibawah ini merupakan persamaan untuk menghitung kapasitas kelompok tiang.

$$Q_g = 2D (B + L) c_u + 1,3 c_b N_c B L$$

dengan,

- $Q_g$  = kapasitas ultimit kelompok tiang(kN)
- $C_u$  = kohesi tanah di sekeliling kelompok tiang (kN/m<sup>2</sup>)
- $C_b$  = kohesi tanah di bawah dasar kelompok tiang (kN/m<sup>2</sup>)
- $B$  = lebar kelompok tiang, dihitung dari pinggir-pinggir tiang (m)
- $L$  = panjang kelompok tiang (m)
- $D$  = kedalaman tiang (m)
- $N_c$  = faktor kapasitas dukung

## 2.5 Efisiensi Kelompok Tiang

Persamaan dari efisiensi tiang menurut *Converse-Labarre Formula* (Hardiyatmo, 2010) adalah sebagai berikut:

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90mn'}$$

dengan,

- Eg = efisiensi kelompok tiang
- m = jumlah baris tiang
- n' = jumlah tiang dalam satu baris
- $\theta$  = arc tg d/s, dalam derajat
- s = jarak pusat ke pusat tiang
- d = diameter tiang

## 2.6 Penurunan (*Settlement*)

Rumus perhitungan penurunan tiang tunggal:

a) Untuk Tiang Apung (Floating Pile)

$$S = \frac{P \cdot I}{Es \cdot D}$$

dimana:

$$I = I_0 \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_\mu$$

b) Untuk Tiang Dukung Ujung

$$S = \frac{P \cdot I}{Es \cdot D}$$

dengan,

$$I = I_0 \cdot R_k \cdot R_b \cdot R_\mu$$

dimana:

S = Penurunan untuk tiang tunggal (cm)

P = Beban yang bekerja (kg)

$I_0$  = Faktor pengaruh penurunan untuk tiang yang tidak mudah mampat

$R_k$  = Faktor koreksi kemudahmampatan tiang

$R_h$  = Faktor koreksi untuk ketebalan lapisan yang terletak pada tanah keras

$R_\mu$  = Faktor koreksi angka poisson  $\mu$

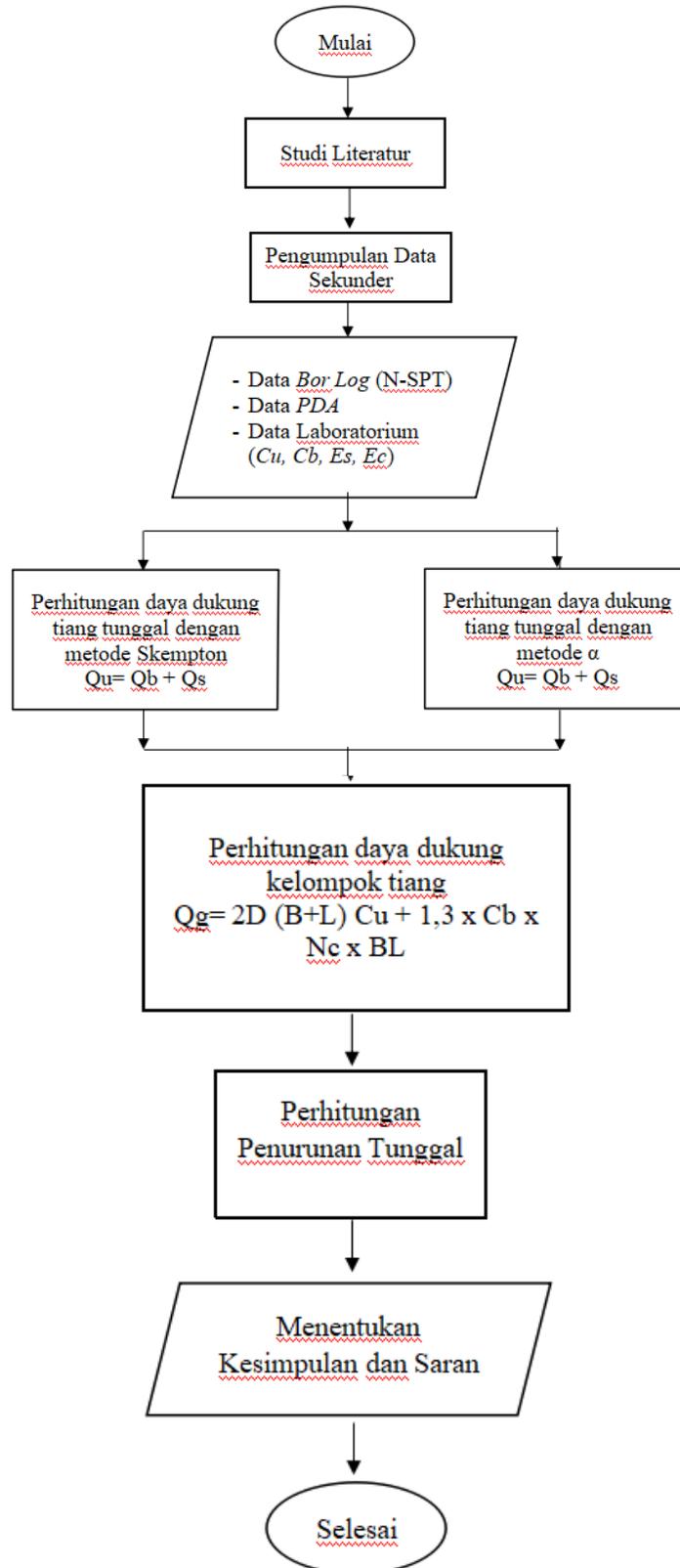
$R_b$  = Faktor koreksi kekakuan lapisan pendukung

h = Kedalaman total lapisan tanah dari ujung tiang kemuka tanah (m)

D = Lebar atau diameter tiang pancang (cm)

### III. Metode Penelitian

#### 3.1 Flow Chart



### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di KM 13 Jalan Tol Balikpapan-Samarinda. Pengambilan sampel dan pengujian *PDA Test* dilakukan pada *Abutment 1* titik 27, *Abutment 2* titik 9 dan pilar 1 titik 5 pada proyek *Overpass* di lokasi tersebut oleh Kontraktor dan Konsultan terkait.

Waktu pengujian *PDA Test* yaitu pada hari Jumat, 14 September 2018, sedangkan waktu penelitian ini mencakup beberapa pekerjaan yang akan dilakukan dari pekerjaan studi literatur sampai sidang Tugas Akhir yang pada waktu yang telah ditetapkan yaitu, dimulai pada minggu ke-1 bulan Februari 2019- minggu ke-4 bulan Juni 2019.

## IV. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Kapasitas Dukung Tiang Bor

Perbandingan perhitungan manual kapasitas dukung tiang tunggal menggunakan metode Skempton (1966) dan  $\alpha$  (Reese dan O'Neill 1989) dengan hasil uji PDA dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Perbandingan perhitungan manual dengan hasil uji PDA

Lokasi Pengujian	Metode	Qu (ton)	Daya dukung (RMX) [ ton]. No. Tiang
<i>Abutment 1</i>	Skempton (1966)	373,13	417. (Titik 27)
	$\alpha$	403,4	
Pilar 1	Skempton (1966)	373,13	471. (Titik 9)
	$\alpha$	403,4	
<i>Abutment 2</i>	Skempton (1966)	319,68	469. (Titik 5)
	$\alpha$	336,36	

Dalam perhitungannya dari kedua metode tersebut terdapat beberapa perbedaan yang mengakibatkan perbedaan hasil. Diantaranya untuk mencari faktor kapasitas dukung kedua metode memiliki perbedaan. Dalam metode Skempton faktor kapasitas dukung ditetapkan nilai 9, sedangkan dalam  $\alpha$  faktor kapasitas dukung harus dihitung berdasarkan kedalaman dan diameter tiang bor.

### 4.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Hasil perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang pada *Abutment 1*, Pilar 1 dan *Abutment 2* dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang

Titik Pengujian	$Q_g$ (ton)
<i>Abutment 1</i>	2.701,166
Pilar 1	3.388,56
<i>Abutment 2</i>	2.252,266

Hasil kapasitas dukung kelompok tiang dipengaruhi jumlah tiangnya. Sebagai contoh besaran nilai kapasitas dukung tiang tunggal pada A1 dan P1 memiliki nilai yang sama, tetapi jumlah tiang dalam kedua lokasi tersebut berbeda. Jumlah tiang dalam Pilar 1 lebih banyak dari *Abutment 1*, dengan demikian nilai kapasitas dukung kelompok tiang Pilar 1 memiliki nilai yang lebih besar.

### 4.3 Penurunan Tiang Tunggal

Untuk hasil penurunan tiang tunggal dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan penurunan tiang tunggal

Titik Pengujian	S (mm)
<i>Abutment</i> 1 (BP27)	8,3
Pilar 1 (BP9)	8,3
<i>Abutment</i> 2 (BP5)	7,7

Dalam perhitungan penurunan ini pembebanan menggunakan nilai kapasitas dukung tiang tunggal pada metode  $\alpha$ . Dengan demikian jika pembebanan berasal dari beban maksimum tiang maka penurunan tersebut merupakan penurunan maksimumnya. Penurunan ini merupakan penurunan konsolidasi atau penurunan jangka panjang karena terjadi pada lapisan tanah lempung.

## V. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perbandingan antara metode Skempton dan  $\alpha$  yang telah diverifikasi oleh *PDA* pada tabel 4.4, bahwa nilai kapasitas dukung tiang tunggal pada metode  $\alpha$  (Reesse dan O'Neill 1989) merupakan nilai yang paling mendekati hasil pengujian *PDA*. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan:

1. Hasil perhitungan sebesar 403,4 ton pada titik *Abutment* 1 titik 27 berbanding 417 ton, pada Pilar 1 titik 9 sebesar 403,4 ton berbanding 469 ton, sedangkan untuk kapasitas dukung *Abutment* 2 titik 5 sebesar 336,36 ton berbanding 471 ton.
2. Dari perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang, beban yang dapat dipikul kelompok tiang yaitu sebesar 2.701,06 ton pada *Abutment* 1, lalu pada pilar 1 sebesar 3.388,56 ton dan 2.252,266 ton pada *Abutment* 2.
3. Pada penurunan tiang tunggal jika memikul beban sebesar kapasitas dukung tiang tunggal dengan metode  $\alpha$  untuk masing-masing titiknya akan mengalami penurunan tiang sebesar 8,3 mm pada *Abutment* 1 dan Pilar 1. Sedangkan untuk *Abutment* 2 akan mengalami penurunan sebesar 7,7mm.

### 5.2 Saran

Penulis juga memberikan beberapa saran pada tugas akhir ini, antara lain:

1. Sebelum melakukan analisis perhitungan, sebaiknya memperoleh data lapangan yang kompleks, karena dari data tersebut sangat dibutuhkan untuk membuat analisis perhitungan.
2. Dalam perhitungan didapatkan permasalahan yang membuat perhitungan tidak maksimal. Sebagai contoh tidak sesuai nilai perhitungan dengan nilai *PDA*. Untuk itu digunakan metode yang lebih mutakhir atau terbaru selain metode Skempton dan  $\alpha$  yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada.
3. Karena dalam pengumpulan data-data di lapangan sangat sulit, maka penyusun menghimbau tema ini dapat dikembangkan lagi untuk penelitian selanjutnya dengan cara menambah sebanyak mungkin jumlah sampel data untuk di analisis.

## **Daftar Pustaka**

ASTM D 4945, 2008: Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations, Association of Standard Testing Materials, United States

Das, Braja M, 1995: Mekanika Tanah 1, Erlangga, Jakarta

Djarmika. Kunta, 2016: Gambar Rencana Struktur Overpass Simpang Susun KM 13, PT. Wijaya Karya, Balikpapan

Hardiyatmo, H.C. 2010: Analisis dan Perancangan Fondasi I, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Hardiyatmo, H.C. 2015: Analisis dan Perancangan Fondasi II, Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Jamaludin, 2018: Laporan PDA Test, Jalan Tol Balikpapan-Samarinda Seksi 1 (Simpang Susun STA 01+200), PT. Paduan Dinamika Testing Indonesia, Jakarta