



Evaluasi Pondasi *Bored Pile* pada Proyek Kolam *Ponds* dengan *Pile Driving Analyze Test*

Sulwan Permana¹, Anggi Gunawan²

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@sttgarut.ac.id

¹sulwanpermana@sttgarut.ac.id

²anggigunawanishaq@gmail.com

Abstrak – Dalam merencanakan suatu pondasi tiang, pertama perencana menghitung daya dukung pada pondasi yang menopang beban di atasnya. Pada pengujian pondasi proyek kolam *Ponds* PT. United Tractors *PDA test* dipilih untuk mengetahui kondisi pondasi tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis daya dukung dan penurunan pondasi dibandingkan dengan *result PDA* serta menganalisis penyebab kerusakan pada tiang yang diuji. Metode penelitian yang digunakan adalah metode yang bersifat kualitatif lalu secara spesifik lebih diarahkan pada metode pendekatan studi kasus. Hasil dari penelitian ini yaitu perhitungan daya dukung pondasi tiang metode Schertmann & Nottingham Ø30 cm sebesar 39,62 ton, dan Ø40 cm sebesar 71,22 ton, sedangkan dengan metode Mayerhoff pondasi Ø30 cm sebesar 55,84 ton, dan Ø40 cm sebesar 92,49 ton. Hasil *result PDA* tiang bor titik 2 sebesar 89 ton, titik 10 sebesar 125 ton, titik 7 dan 8 tidak diketahui karena pondasi mengalami kerusakan, selisih daya dukung metode Schertmann & Nottingham dengan *result PDA* tiang bor titik 2 sebesar 19,97 %, dan tiang bor titik 10 sebesar 43 %, sedangkan metode Mayerhoff dengan *result PDA* titik 2 sebesar 19,97 %, dan tiang bor titik 10 sebesar -3,92 %, sehingga metode Mayerhoff disarankan untuk menganalisis pondasi tiang *bored pile*, hasil analisis penurunan pondasi tiang tunggal untuk pondasi Ø40 sebesar 0,055 m, sedangkan pondasi Ø30 sebesar 0,056 m, hasil penurunan pondasi *PDA test* untuk pondasi Ø40 masih dalam batas toleransi jika dibandingkan dengan hasil analisa $0,018 \text{ m} \leq 0,055 \text{ m}$ (titik 2), dan $0,003 \text{ m} \leq 0,055 \text{ m}$ (titik 10) sedangkan untuk pondasi titik 7 dan 8 tidak dapat dibandingkan karena data yang dibutuhkan tidak tersedia. Beberapa penyebab kerusakan tiang bor titik 7 dan 8 yaitu proses pekerjaan konstruksi, pengaruh air tanah, dan berat *hammer*, kemudian perbaikan untuk tiang bor yang rusak dengan cara metode *chemical anchor* supaya tiang tidak mengalami deformasi.

Kata Kunci: *Chemical Anchor*; Daya Dukung; *PDA Test*; Tiang Bor.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air limbah merupakan bahan buangan yang berbentuk cair mengandung bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya, sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari lingkungan. Pembuangan air limbah yang bersumber dari limbah rumah tangga atau kawasan industri ke badan air dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila kualitas air limbah tidak memenuhi mutu baku [1]. Sebelum dibuang ke saluran drainase atau sungai, air limbah terlebih dahulu diolah di gedung IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Tujuan utama dibangun IPAL yaitu agar air limbah tidak membahayakan bagi lingkungan dan makhluk hidup selain itu manfaat air limbah dari IPAL bisa mencegah pencemaran pada air alam (air permukaan dan air tanah) selanjutnya air limbah yang sudah diolah tersebut di tampung di kolam

penampung (*Ponds*).

Ponds merupakan kolam penampung air limbah secara biologis sehingga air limbah tersebut tidak mencemari lingkungan dan tidak terkandung zat-zat kimia yang berbahaya [2]. Kolam *Ponds* berkaitan dengan bangunan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) karena sebelum air limbah sampai ke *Ponds* harus diolah terlebih dahulu di IPAL. Pada tahun 2019 PT. United Tractors membangun *Ponds* baru karena dengan berkembangnya kawasan industri tersebut tentunya akan membutuhkan *Ponds* yang lebih memadai.

Pada pembangunan suatu konstruksi, pertama-tama yang dilaksanakan dan dikerjakan pada struktur bangunan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah) baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Dalam merencanakan suatu pondasi tiang, perencana terlebih dahulu menghitung dan menentukan daya dukung pada setiap tiang dalam menopang beban di atasnya, serta pondasi tersebut harus diuji untuk *check quality* supaya pondasi tersebut memenuhi persyaratan dan aman digunakan [3]. Salah satu uji pembebanan pondasi yaitu dengan metode *Pile Driving Analyze test*. Pada pelaksanaan pengujian tiang pondasi proyek kolam *Ponds* PT. United Tractors menggunakan metode *PDA test* sebagai acuan untuk mengetahui daya dukung tiang pondasi, saat pengujian terdapat 2 titik *bored pile* (tiang bor) yang mengalami kerusakan dan data daya dukung pondasi tersebut tidak *representative*. Pada Skripsi ini penulis akan membahas evaluasi pondasi *bored pile* (tiang bor) pada kolam *Ponds* berdasarkan hasil uji pembebanan *Pile Driving Analyze test* dibandingkan dengan metode para ahli.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar perbandingan daya dukung pondasi dan penurunan pondasi hasil perhitungan dengan *result PDA test* ?
2. Apa penyebab kerusakan pada tiang yang diuji ?

C. Tujuan Penelitian

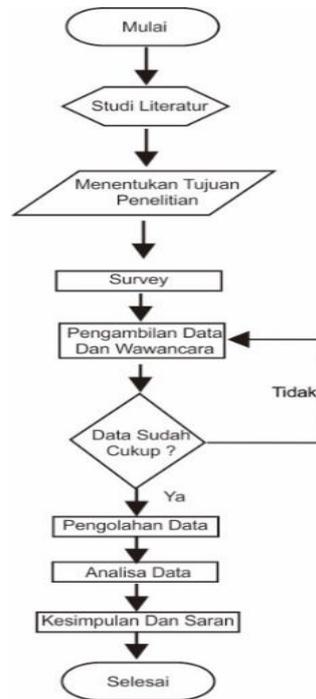
Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengevaluasi daya dukung dan penurunan pondasi lalu dibandingkan dengan *result PDA test*.
2. Menganalisis faktor penyebab kerusakan pada tiang yang diuji.

II. METODE PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode yang bersifat kualitatif lalu secara spesifik lebih diarahkan pada metode pendekatan studi kasus, yakni kasus pengujian daya dukung pondasi *bored pile* dengan menggunakan instrumen kontrol *Pile Driving Analyzer (PDA) test*. Tahapan dari penelitian ini digambarkan dalam diagram alir. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1 yaitu sebagai berikut:



Gambar 1: Bagan Alir Metode Penelitian

B. Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2: Lokasi proyek

- 1) Nama proyek : Proyek kolam *Ponds* PT. United Tractors.
- 2) Alamat : Jalan Raya Bekasi KM.22, Cakung, Jakarta Timur.

C. Tahapan Analisis

Untuk mencapai maksud dan tujuan dari penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

- 1) Tahap pertama yaitu meninjau dan mengamati langsung di lokasi proyek pelaksanaan pengujian pondasi tiang dengan *PDA test*;
- 2) Tahap kedua yaitu melakukan *review* dan studi kepustakaan pada buku dan jurnal yang terkait pada pondasi tiang dan pengujian pondasi tiang;
- 3) Tahap ketiga yaitu pelaksanaan pengumpulan data dari pihak Manajemen Kontraktor yaitu PT. Enam PM data yang peroleh adalah data sondir, data perhitungan perencanaan, *Shop drawing*, hasil *PDA test*;
- 4) Tahap keempat adalah analisis data yang diperoleh untuk mendapat hasil daya dukung pondasi dengan metode Schertmann & Nottingham dan Mayerhoff, penurunan pondasi dan analisis kerusakan pada pondasi;
- 5) Tahap kelima yaitu menganalisis hasil perhitungan yang dilakukan lalu dibandingkan dengan *result PDA test* dan membuat kesimpulan.

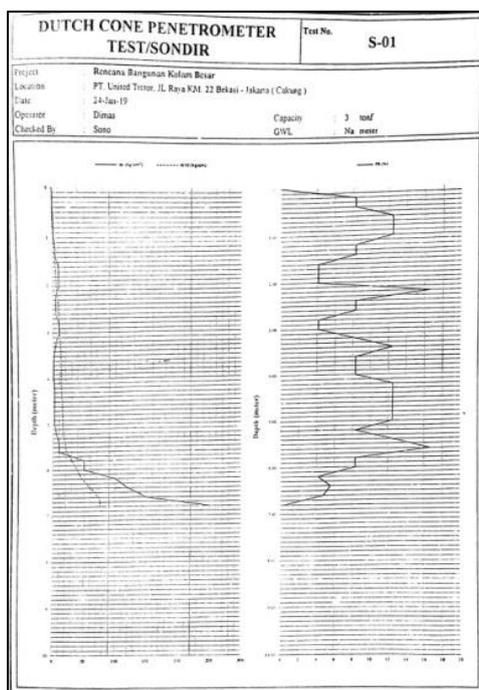
III. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini merupakan analisis data *CPT* (sondir) dan *PDA test* dari proyek kolam *Ponds*, beberapa langkah yang akan dilakukan, antara lain :

- 1) Menghitung kapasitas kuat dukung pondasi *bored pile* dengan metode *Schertmann & Nottingham* dengan menggunakan data sondir;
- 2) Membandingkan hasil kuat dukung pondasi *bored pile* dengan kuat dukung pondasi dari perencanaan;
- 3) Sondir yang dilakukan pada proyek kolam *Ponds* sebanyak 2 titik., data sondir yang digunakan pada perhitungan daya dukung pondasi tiang bor menggunakan sondir titik 1.

Data teknis *bored pile* yang akan uji dalam perhitungan sebagai berikut:

- 1) Panjang *bored pile* (L) : 6 m
- 2) Diameter *bored pile* (D) : 30 cm dan 40 cm
- 3) Titik sondir : No. 01
- 4) Mutu beton : K-350



Gambar 3: Grafik Sondir [4]

A. Perhitungan Daya Dukung Metode *Schertmann & Nottingham* dan *Mayerhoff*

1) Metode *Schertmann & Nottingham*

Data teknis :

$$L = 6 \text{ m}$$

$$D = 0,3 \text{ m dan } 0,4 \text{ m}$$

$$qc1 \text{ } \emptyset 0,3 \text{ m} = 6,84 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc2 \text{ } \emptyset 0,3 \text{ m} = 22,14 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc1 \text{ } \emptyset 0,4 \text{ m} = 6,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc2 \text{ } \emptyset 0,4 \text{ m} = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$Sf = 2,5$$

Tabel 1: Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Metode *Schertmann dan Nottingham*

Simbol	Rumus	Hasil perhitungan	
		Ø30 cm	Ø40 cm
Menghitung tahanan ujung luas (fb)	$qca = \frac{1}{2} \times (qc1 + qc2)$	14,38 kg/cm ²	25,62 kg/cm ²
	$fb = \omega \times qca$	14,38 kg/cm ²	25,62 kg/cm ²
Tahanan ujung (Qb)	$Ab = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$	706,5 cm ²	1.256 cm ²
	$Qb = Ab \times fb$	10,15 ton	31,58 ton
Tahanan gesek (Qs)	$As = \pi \times D \times L$	56.520 cm ²	75.360 cm ²
	$fs = Kf \times qf$	0,54 kg/cm ²	0,54 kg/cm ²
	$Qs = As \times fs$	30,52 ton	40,69 ton
Daya dukung <i>ultimate</i>	$Qult = (Qb + Qs) - Wp$	39,62 ton	71,22 ton
Daya dukung izin	$Qa = \frac{Qult}{Sf}$	15,85 ton	28,49 ton

2) Metode *Mayerhoff*

$$L = 6 \text{ m}$$

$$D = 0,3 \text{ m dan } 0,4 \text{ m}$$

$$qc1 \text{ } \emptyset 0,3 \text{ m} = 6,84 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc2 \text{ } \emptyset 0,3 \text{ m} = 22,14 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc1 \text{ } \emptyset 0,4 \text{ m} = 6,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$qc2 \text{ } \emptyset 0,4 \text{ m} = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHL = 485 \text{ kg/cm (kedalaman tiang 6 m)}$$

Tabel 2 : Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Metode *Mayerhoff*

Simbol	Rumus	Hasil perhitungan	
		Ø30 cm	Ø40 cm
Daya dukung <i>ultimate</i>	$Qu = (qca \times Ap) + (JHL \times Kt)$	55,84 ton	92,49 ton
Daya dukung izin	$Qa = \frac{(qca \times Ap)}{3} + \frac{(JHL \times Kt)}{5}$	12,52 ton	22,71 ton

B. Penurunan Pondasi

Pada perhitungan penurunan pondasi tiang hasil perhitungan yang digunakan dari metode *Schertmann & Nottingham*, dengan data teknis sebagai berikut :

Data teknis Ø 0,3 m :

$$Qb = 10,15885 \text{ ton} \sim 10.158,85 \text{ kg} \sim 101,58 \text{ kN}$$

$$Q_s = 30,5208 \text{ ton} \sim 30.520,8 \text{ kg} \sim 305,208 \text{ kN}$$

$$E_s = 10,35 \text{ MN/m}^2 \sim 10.350 \text{ kN/m}^2$$

$$\xi = 0,5$$

$$I_{wp} = 0,85$$

$$\mu = 0,2$$

Data teknis $\varnothing 0,4 \text{ m}$:

$$Q_b = 31,58271 \text{ ton} \sim 31.582,71 \text{ kg} \sim 315,82 \text{ kN}$$

$$Q_s = 40,6944 \text{ ton} \sim 40.694,4 \text{ kg} \sim 406,94 \text{ kN}$$

$$E_s = 10,35 \text{ MN/m}^2 \sim 10.350 \text{ kN/m}^2$$

$$\xi = 0,5$$

$$I_{wp} = 0,85$$

$$\mu = 0,2$$

Tabel 3 : Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang

Simbol	Rumus	Hasil perhitungan	
		$\varnothing 30 \text{ cm}$	$\varnothing 40 \text{ cm}$
Penurunan elastisitas tiang	$E_p = 4700\sqrt{f'c}$	2.533.208,44 kg/m ²	2.533.208,44 kg/m ²
	$A_p = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$	706,5 cm ²	1.256 cm ²
	$S_1 = \frac{(Q_b + \xi Q_s)L}{A_p \cdot E_p}$	0,056 m	0,04 m
Penurunan akibat beban pada ujung tiang	$q_{wp} = \frac{Q_b}{A_p}$	143,88 kN/m ²	252,65 kN/m ²
	$S_2 = \frac{q_{wp} \cdot D}{E_s} \times (1 - \mu^2) \times I_{wp}$	0,002 m	0,007 m
Penurunan tiang akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang	$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}}$	4,85	4,14
	$p = \pi \cdot d$	0,94 m	1,25 m
	$S_3 = \frac{Q_s}{P \cdot L} \times \frac{D}{E_s} \times (1 - \mu^2) \times I_{ws}$	0,007 m	0,008 m
Penurunan total	$S_{tot} = S_1 + S_2 + S_3$	0,0569 m	0,055 m

C. Evaluasi Daya Dukung Dan Penurunan Dengan *Result PDA Test*

Daya dukung *result PDA test* pondasi bor titik 2 lebih besar dari pada metode Schertmann & Nottingham (89 ton > 71,22 ton) hasil tersebut menunjukkan bahwa pondasi aman digunakan, namun pondasi bor titik 2 bila dibandingkan dengan metode Mayerhoff menunjukkan bahwa pondasi tersebut tidak layak digunakan (89 ton < 92,49 ton) tapi jika dibandingkan dengan data konsultan perencana pondasi bor titik 2 aman digunakan karena hasil *PDA test* melebihi daya dukung rencana (80 ton < 89 ton), untuk pondasi bor titik 2 metode Schertmann & Nottingham kurang dari perhitungan konsultan perencana maupun *result PDA test* yang artinya pondasi layak digunakan (89 ton > 80 ton > 71,22 ton). Daya dukung pondasi *result PDA test* titik 10 melebihi hasil perhitungan konsultan perencana maupun hasil perhitungan dengan metode Schertmann & Nottingham dan Mayerhoff (125 ton > 92,49 ton > 80 ton > 71,22 ton) berdasarkan nilai tersebut pondasi aman digunakan. Untuk pondasi bor titik 7 dan 8 tidak diketahui daya dukung penurunan yang terjadi karena data tidak *representative* yang disebabkan oleh pondasi bor titik 7 dan 8 mengalami kerusakan.

Tabel 4 : CAPWAP Result [5]

No. Tiang Pile No	CAPWAP			
	Daya Dukung Total	Daya Dukung Friksi	Daya Dukung Ujung	Penurunan
	Pile Resistance (Ton)	Pile Resistance (Ton)	End-Bearing Capacity (Ton)	Settlement (mm)
BP.2 As.2	89.0	39.0	50.0	18.3
BP.7 As.6	-	-	-	-
BP.8 As.7	-	-	-	-
BP.10 As. 4C	125.0	85.0	40.0	3.6

Evaluasi daya dukung dilakukan dengan cara menghitung persentase selisih daya dukung *PDA test* dengan data sondir, yaitu :

$$\% \text{ perbandingan } Q_u = \frac{(Q_u \text{ PDA Test} - Q_u \text{ Sondir})}{Q_u \text{ PDA Test}} 100\%$$

1) Metode Mayerhoff

% Perbandingan Ø40 cm BP. 2 AS. 2 dan BP. 10 AS. 4C

$$\% \text{ Perbandingan } Q_u \text{ BP. 2} = \frac{89-92,49}{89} \times 100\% = - 3,92 \%$$

$$\% \text{ Perbandingan } Q_u \text{ BP. 10} = \frac{125-92,49}{125} \times 100\% = 26 \%$$

Persentase Ø30 cm tidak dapat dihitung karena data teknis yang dibutuhkan tidak tersedia.

2) Metode Schertmann dan Nottingham

% Perbandingan Ø40 cm BP. 2 AS. 2 dan BP. 10 AS. 4C

$$\% \text{ Perbandingan } Q_u \text{ BP. 2} = \frac{89-71,22}{89} \times 100\% = 19,97 \%$$

$$\% \text{ Perbandingan } Q_u \text{ BP. 10} = \frac{125-71,22}{125} \times 100\% = 43 \%$$

Persentase Ø30 cm tidak dapat dihitung karena data teknis yang dibutuhkan tidak tersedia.

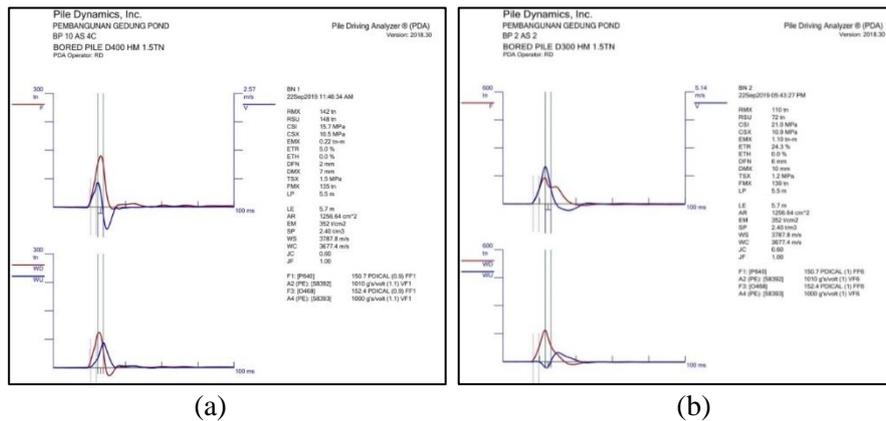
Dari perhitungan persentase kurang disarankan menggunakan metode Schertmann & Nottingham karena selisih perbandingan dengan *PDA test* cukup jauh. Dari hasil perhitungan penurunan pondasi tiang tunggal untuk pondasi diameter 30 cm sebesar 0,0569 cm dan pondasi diameter 40 cm sebesar 0,055 cm, jika dibandingkan dengan *output PDA test* pondasi berdiameter 40 cm pondasi titik 2 (0,018 m ≤ 0,055 m) dan titik 10 (0,003 m ≤ 0,055 m) penurunan tidak melebihi perhitungan perencana yang artinya pondasi tersebut aman digunakan, sedangkan untuk pondasi titik 7 dan 8 tidak dapat dibandingkan karena data yang dibutuhkan tidak tersedia.

D. Pembahasan output PDA Test

Pondasi *bored pile* yang dibuat sebanyak 42 titik dengan panjang tiang 6 m berdiameter 30 cm dan 40 cm dengan mutu beton K-350. Tiang yang diuji sebanyak 4 titik dari rencana semula 3 titik, berat *hammer* yang digunakan seberat 1,5 ton.

1) *Bored pile* (tiang bor) titik 10 dan 2

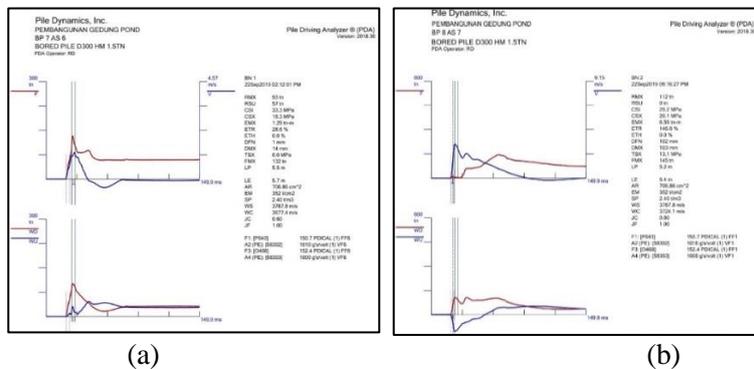
Telah dilakukan pengujian pondasi *bored pile* dengan kedalaman 6 meter berdiameter 40 cm dengan metode uji *PDA test* mengacu pada standard ASTM D-4945-1996. Hasil uji pembebanan dinamis pondasi tiang bor titik 10 meliputi kapasitas dukung termobilisasi berupa beban kerja per-tiang dengan menggunakan *Hammer* seberat 1.5 ton dengan tinggi jatuh 0,5 m. Pada Gambar 3.a menunjukkan daya dukung pondasi (RMX) sebesar 142 ton, serta pada grafik F(merah) naik dan grafik V(biru) turun maka berdasarkan grafik tersebut kondisi tiang tersebut baik dan aman. Sedangkan untuk pondasi tiang bor titik 2 Gambar 3.b menunjukkan nilai daya dukung pondasi sebesar (RMX) sebesar 110 ton dengan grafik F(merah) naik grafik V(biru) turun yang artinya pondasi dalam keadaan baik atau tidak mengalami kerusakan.



Gambar 4: a: Grafik hasil PDA test BP titik 10 As 4C
b: Grafik hasil PDA test BP titik 2 As

2) Bored pile (tiang bor) titik 7 dan 8

Telah dilakukan pengujian pondasi *bored pile* dengan kedalaman 6 meter berdiameter 30 cm dengan metode *PDA test* mengacu pada standard *ASTM D-4945-1996*. Hasil uji pembebanan dinamis meliputi kapasitas dukung termobilisasi berupa beban kerja per-tiang dengan menggunakan *Hammer* seberat 1.5 ton dengan tinggi jatuh 0,5 m menghasilkan daya dukung pondasi (RMX) sebesar 93 ton untuk titik 7 dan (RMX) sebesar 112 ton data tersebut adalah data sementara dan tidak *representative* karena berdasarkan grafik pada Gambar 4.a dan 4.b grafik F (biru) naik bersamaan dengan grafik V (merah) maka berdasarkan grafik tersebut kondisi tiang tersebut mengalami kerusakan dan harus diperbaiki untuk tiang bor titik 7 dan 8 dengan keutuhan tiang tidak diketahui karena kondisi kepala tiang pecah sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pukulan lagi untuk mendapat data yang dibutuhkan.



Gambar 5: a : Grafik hasil PDA test BP titik 7 As 6
b : Grafik hasil PDA test BP titik 8 As 7

E. Identifikasi Kerusakan

Berdasarkan hasil *PDA test* terdapat beberapa kemungkinan penyebab kecacatan pada BP 8 As 7 dan BP 7 As 6 antara lain :

1) Proses pekerjaan konstruksi

Karena proses pengerjaan *bored pile* (tiang bor) kolam *Ponds* menggunakan metode *wash boring*, kurangnya pengamatan dan prosedur pada saat tahap pembersihan dasar lubang sehingga sisa lumpur tercampur dengan beton *ready mix* pada saat pengecoran bisa jadi menyebabkan kerusakan pada selimut beton.

2) Pengaruh air tanah

Di dalam tanah terdapat beberapa lapisan tanah seperti lanau, lempung, atau sebagainya, di dalam tanah pula terdapat air yang terkadang tidak terdeteksi dengan beberapa metode penyelidikan tanah yang ada. Pada proyek kolam *Ponds* penyelidikan tanah menggunakan metode uji kerucut statis, salah satu kelemahan dari uji kerucut statis (sondir) yaitu tidak dapat mengetahui lapisan tanah (klarifikasi visual) sehingga tidak dapat mengetahui jenis tanah dan sample tanah untuk diuji di laboratorium. Data sondir juga kurang bisa memberika data-data tanah yang lengkap seperti konsolidasi, jenis tanah sebenarnya, mengembang/menyusut tanah, ytanah, derajat kejenuhan, dan lain-lain. Dikutip dari laporan hasil sondir Bab III point 3 menyatakan “muka air tanah yang diamati pada semua titik sondir selama penyelidikan di lapangan dilakukan. Kedalaman muka air tanah yang diperoleh pada waktu penyelidikan lapangan diperoleh dalam waktu yang singkat atau hanya dilakukan pada saat pekerjaan lapangan dilaksanakan, sehingga perlu dilakukan pengujian lapangan lainnya untuk mendapat kedalaman muka air tanah yang lebih pasti dan stabil”. Pada laporan hasil sondir muka air tanah tidak diketahui (N_a) sehingga peneliti berasumsi bahwa pengaruh air tanah juga berpengaruh pada kualitas beton *bored pile* sehingga pondasi mengalami retak pada saat *PDA test*.

3) Pengaruh berat *Hammer*

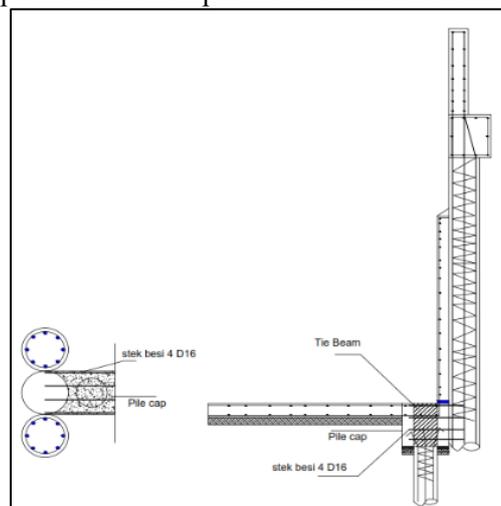
Pada pelaksanaan *PDA test* proyek *Ponds* berat *hammer* sebesar 1,5 ton digunakan untuk menumbuk pondasi berdiameter 30 cm dan 40 cm berdasarkan perhitungan seharusnya *hammer* yang digunakan untuk pondasi berdiameter 30 dengan kapasitas daya dukung 1-2 %, jika menggunakan kapasitas daya dukung sebesar 2% berat *hammer* yang digunakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_{hammer} &= 2\% \times Q_{ult} \\ &= 2\% \times 40 \text{ Ton} = 0,8 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan kapasitas daya dukung sebesar 2% seharusnya menggunakan berat *hammer* 0,8 Ton. Pada pelaksanaan *PDA test* untuk pondasi berdiameter 30 cm berat *hammer* yang digunakan sebesar 1,5 ton, dari hasil perhitungan *Whammer* bisa didapat suatu jawaban lain dari kegagalan *PDA test bored pile* berdiameter 30 cm disebabkan karena berat *hammer* pada saat pelaksanaan melebihi dari perhitungan sehingga ketika terkena pukulan kepala pondasi mengalami retak.

F. Solusi Permasalahan

Berdasarkan surat permohonan informasi No: 019/RFI/6PM-CM/RKUT/IX/2019 tentang tindak lanjut terhadap BP 8 As 7 dan BP 7 As 6 yaitu dengan cara menggabungkan *pile* Ø30 cm dengan soldier pile disebelahnya dengan menggunakan metode *chemical anchor*, dengan menggunakan metode *chemical anchor* ketika ada deformasi pada area tersebut *pile cap* sudah menyatu dengan *soldier pile retaining wall* sehingga konstruksi tersebut tetap aman dan mampu menahan beban sesuai perencanaan.



Gambar 6: Sketsa Perbaikan BP. 8 As. 7 dan BP. 7 As. 6

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- 1) Kapasitas dukung pondasi dengan metode Schertmann & Nottingham untuk pondasi Ø30 sebesar 39,62 ton, dan pondasi Ø40 sebesar 71,22 ton, sedangkan untuk kapasitas dukung metode Mayerhoff pondasi Ø30 sebesar 55,84 ton, pondasi Ø40 sebesar 92,49 ton. Daya dukung *ultimate Result PDA test* untuk BP titik 2 sebesar 89 ton dan BP titik 10 125 ton untuk BP titik 7 dan 8 tidak diketahui karena kepala tiang pecah. perbandingan daya dukung metode Schertmann & Nottingham dengan *result PDA Test Bored Pile* titik 2 sebesar 19,97 %, untuk *bored pile* titik 10 sebesar 43 %, sedangkan metode Mayerhoff dengan *result PDA test* untuk titik 2 sebesar 19,97 %, untuk *bored pile* titik 10 sebesar -3,92 %, untuk *bored pile* titik 10 sebesar 19,97 %. Hasil analisa penurunan pondasi tiang tunggal untuk pondasi Ø40 sebesar 0,055 m, sedangkan untuk pondasi Ø30 sebesar 0,056 m, hasil penurunan pondasi *PDA test* untuk pondasi Ø40 masih dalam batas toleransi jika dibandingkan dengan hasil analisa $0,018 \text{ m} \leq 0,055 \text{ m}$ (titik 2), dan $0,003 \text{ m} \leq 0,055 \text{ m}$ (titik 10) sedangkan untuk pondasi titik 7 dan 8 tidak dapat dibandingkan karena data yang dibutuhkan tidak tersedia.
- 2) Analisis faktor penyebab kerusakan pada *bored pile* saat uji *PDA* yaitu proses pekerjaan konstruksi, pengaruh air tanah, dan berat *hammer*, metode perbaikan kerusakan *bored pile* dengan cara metode *chemical anchor* supaya tiang tidak mengalami deformasi.

B. Saran

Dari hasil evaluasi yang penulis lakukan, selama melakukan penelitian ini, maka penulis sarankan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Perlu perawatan rutin dan berkala agar kualitas bangunan bisa terjaga;
- 2) Dalam perencanaan pondasi disarankan menggunakan metode Mayerhoff karena mendekati hasil *PDA test*;
- 3) Upayakan kondisi lubang *bore pile* bersih dari sisa lumpur atau material apapun jika menggunakan metode *wash boring*;
- 4) Melakukan pengawasan pekerjaan dengan teliti dan sesuai aturan yang berlaku khususnya pada saat sebelum dan sesudah pengecoran di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Khaliq, "Analisis Sistem Pengolahan Air Limbah pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan IPAL Pekapuran Raya PD PAL Kota Banjarmasin," *J. Poros Tek.*, vol. 7, no. 1, pp. 34–42, 2019.
- [2] M. W. Ferdianti, "Perencanaan Kolam Retensi di Kawasan Pundi Kayu Palembang Dengan Sistem Pompa," Palembang, 2016.
- [3] H. C. Herdiyato, *Teknik Fondasi II*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2015.
- [4] PT. Enam PM, "Sondir," Jakarta, 2019.
- [5] PT. Geotech Efathama, "CAPWAP Result," Jakarta, 2019.
- [6] R. Amaliah, "Analisa Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Bo Jembatan Tol Jakarta Outring 2 Road," Bogoor, 2018.
- [7] D. D. Aryanto and D. Untung, "Studi Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal dengan Beberapa Metode Analisa," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2013.
- [8] R. Ginting and R. I. Gulo, "Pengaruh Kuat Lekat Besi Tulangan D13 Terhadap Beton Normal," *J. Tek.*, vol. 7, pp. 49–60, 2019.

- [9] M. Gunawan, “Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendering Dan Tes PDA Pada Jembatan Pelawa Kabupaten Parigi Moutong,” *Infrastruktur*, vol. 4, no. 1, pp. 41–49, 2014.
- [10] H. C. Herdiyatmo, *Teknik Fondasi I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1996.
- [11] M. Kosasi, D. H. Wijaya, and G. S. Budi, “Korelasi Daya Dukung Pondasi Tiang Antara Static Loading Test Dengan Pile Driving Analyzer,” *J. Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, 2014, [Online]. Available: <http://studentjournal.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/2599>.
- [12] S. . Sidharta, *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta: Gunadarma, 1997.
- [13] Sulardi, “Uji Kinerja Daya Dukung Individu Pondasi Tiang Dengan Alat Instrument Kontrol Pile Drive Analyzer Test Di Refinery Unit V Balikpapan,” *J. Kacapuri*, vol. 1, no. 2, pp. 69–76, 2018, doi: 10.31602/jk.v1i2.1775.
- [14] Suwanto and Wasino, “Kajian Kuat Cabut Tulangan Pada Beton Yang Diperkuat Sika Grout-215,” *Wahana Tek. Sipil*, vol. 17, no. 1, pp. 41 – 53, 2012.
- [15] L. Teddy, “Evaluasi pondasi tiang dengan Pile Driven Analysis (PDA) di Kota Palembang,” *J. Arsit. Unsri*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2012.
- [16] Y. Yudiawati, “Kehandalan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Beton Segi Empat Berdasarkan Hasil SPT dan PDA,” *Pros. Semin. Nas. Geotantik*, pp. 232–237, 2016.