

ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG AKSIAL TUNGGAL DENGAN METODE STATIS DAN DINAMIS TERHADAP HASIL UJI *PILE DRIVING ANALYZE (PDA)* PADA PEKERJAAN PONDASI PROYEK JAKARTA BOX TOWER

Evi Puspita Sari¹, Prihantono², dan Sittati Musalamah³

^{1,2,3}Pendidikan Teknik Bangunan, FT, UNJ

Email: evi.puspitasari29@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kapasitas bantalan tiang dengan beberapa metode perhitungan statik dan dinamis terhadap hasil pengujian dinamik *Pile Driving Analyze (PDA)*. Analisis menggunakan perhitungan statik menggunakan beberapa metode yaitu metode Meyerhoff, Vesic, α Thomlinson, dan α Terzaghi, Peck dan Mesri. Perhitungan konsultan menggunakan metode Reese & Wright. Daya dukung dinamis menggunakan catatan jacking pile dari hasil pengujian *Hydrolic System Pile Driving (HSPD)* dan *Pile Driving Analyze*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Reese & Wright dengan SPT merupakan hasil uji PDA yang paling mendekati dengan persentase 74,72%; 76,79% dan 82,83% untuk jumlah tiang 310, 368 dan 763. Sedangkan hasil perbandingan catatan jacking pile yang paling mendekati PDA adalah pada nomor tiang 638 dengan persentase 82,83%. Hasil penurunan terbesar terjadi pada tiang pancang 310 dan 763 dengan penurunan sebesar 26,3 mm dan 25,9 mm dengan metode α Vesic + Terzaghi, Peck dan Mesri.

Kata kunci: *Daya Dukung Pondasi, Analisis, Penurunan*

ABSTRACT

The purpose of this research is to know the ratio of bearing pile capacity with some static and dynamic calculation method to *Pile Driving Analyze (PDA)* dynamic test result. The analysis uses static calculations using several methods namely, Meyerhoff, Vesic, α Thomlinson, and α Terzaghi, Peck and Mesri methods. Consultant calculation using Reese & Wright method. Dynamic bearing capacity uses jacking pile record from *Hydrolic System Pile Driving (HSPD)* and *Pile Driving Analyze* test results. The results showed that Reese & Wright method with SPT is the most closely approximated PDA test result with percentage 74,72%; 76,79% and 82,83% for number of pile 310, 368 and 763. While the result of comparison of jacking pile record that most approached PDA is on pile number 638 with a percentage of 82,83%. The largest settlement results are at pile number 310 and 763 with a decrease of 26.3 mm and 25.9 mm with α Vesic+Terzaghi, Peck and Mesri method.

Keywords: *bearing capacity of foundation, Pile Driving Analyze, settlement*

PENDAHULUAN

Pondasi merupakan elemen sangat penting dalam sebuah konstruksi yang tentunya didukung oleh daya dukung tanah, dimana suatu pondasi akan meneruskan beban pada bangunan ke dalam tanah (Fadilah dan Tunafiah, 2018). Daya dukung ijin pondasi tiang merupakan akumulasi dari daya dukung ujung (*end bearing*) dan daya dukung selimut (*friction*). Metode untuk menghitung daya dukung aksial pondasi tiang dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: (a) Metode statik adalah metode untuk menghitung daya dukung dengan menggunakan prinsip-prinsip mekanika tanah klasik menggunakan data parameter tanah berdasarkan hasil uji laboratorium dan uji lapangan; (b) Metode dinamik adalah metode untuk menghitung kapasitas daya dukung pondasi tiang berdasarkan gaya dinamis saat pemancangan atau rambatan gelombang (*wave propagation*); dan (c) Uji beban skala penuh (*static loading test*) adalah metode yang paling dapat dipercaya tapi memiliki beberapa kekurangan, yaitu: membutuhkan biaya yang besar; waktu yang relatif lama; bahaya bagi pekerja karena menggunakan tumpukan blok-blok beton pada saat pengujian (Setio dkk, 2000, diacu dalam Coduto, 2001). Menurut Yusti dan Fahriani (2014) pemilihan metode untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang tergantung dari parameter data tanah yang dipakai.

Pondasi tidak akan lepas kaitannya dengan alam dibawahnya, yaitu tanah. Menurut Sulha dkk (2019) kondisi tanah yang tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam dan tidak mampu untuk menahan bebannya pada kedalaman normal dapat diatasi dengan pondasi tiang (*pile foundation*). Menurut

Sulistia dkk (2018) pondasi tiang dapat digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh beban angin.

Menurut Fathonah dkk (2018) tanah yang baik adalah tanah yang mempunyai daya dukung tanah yang tinggi, namun tidak semua jenis tanah mempunyai daya dukung tanah yang tinggi dipengaruhi oleh letak geografis yang berbeda-beda. Hasil pengujian tanah pada Proyek *Jakarta Box Tower* menunjukkan bahwa tanah pada area proyek masuk kedalam kategori tanah lunak (SE), karena kelunakannya tersebut membuat pekerjaan struktur gedung menjadi terhambat khususnya pekerjaan struktur pondasi dimana telah terjadi *redesign* atau pendesainan ulang proyek lantaran keadaan tanahnya tersebut. Hal ini sependapat dengan yang dikemukakan oleh Menurut Setiawan dkk (2012) tanah lunak atau tanah lempung memiliki sifat kohesif. Hal ini sependapat dengan yang dikemukakan oleh Kusuma dkk (2016) bahwa lempung terdiri dari butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat plastisitas dan kohesif. Seperti banyak diketahui bahwa tanah lunak seperti lempung ataupun lanau mengandung nilai kohesi yang dapat mempengaruhi nilai daya dukung pondasi.

Pada perhitungan perencanaan pondasi ini, perencana menggunakan metode *Reesse & Wright (1977)* dimana dalam perhitungan tersebut menggunakan data parameter tanah dari uji SPT tanpa memperhitungkan nilai kohesi tanah. Maka diperlukan perkuatan data dengan membandingkan berbagai metode daya dukung terhadap suatu data hasil pengujian yang dianggap aktual sehingga pada penelitian ini akan digunakan

Analisis Daya Dukung... (Evi/ hal. 35-45)

metode perhitungan daya dukung pondasi dengan memperhitungkan nilai kohesi tanah.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis serta membandingkan nilai daya dukung ijin pondasi tiang aksial tunggal dengan metode statis dan dinamis. Metode statis dengan metode Meyerhoff, Vesic, α Thomlinson, dan α Terzaghi, Peck dan Mesri serta metode perencanaan yaitu Reese & Wright. Sedangkan metode dinamis berdasarkan data pemancangan *jacking pile record* dan data *Pile Driving Analyze* (PDA). PDA merupakan sistem yang paling banyak digunakan untuk pengujian beban secara dinamik dan dilaksanakan dengan cara memasang sensor *accelerometer* dan *strain transducer* pada permukaan tiang, kemudian memberikan pukulan di kepala tiang (Maizir dkk, 2015). Seluruh nilai daya dukung ijin akan dibandingkan terhadap hasil pengujian PDA dan selanjutnya akan dihitung nilai penurunan pondasi berdasarkan daya dukung ijin pondasi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2017 hingga Juli 2017. Lokasi penelitian dalam penelitian ini pada Jalan Kebon Sirih No. 48-50, Gambir, Jakarta Pusat. Adapun titik penelitian adalah Proyek Jakarta *Box Tower*.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, diantaranya adalah data umum proyek, data penyelidikan tanah baik dilapangan maupun dilaboratorium, data *jacking pile record*, data perencanaan pondasi, data hasil uji

PDA, dan data lainnya yang menunjang agar terselesaikannya penelitian ini.

Data Parameter Tanah

1. Data *Borlog*
2. Data *Standard Penetration Test*
3. Data Material Tiang
 - a. Tiang pancang yang digunakan adalah tiang beton pracetak produksi PT. JHS System
 - b. Mutu tiang = K-500
 - c. Dimensi tiang = 50 cm X 50 cm
 - d. Panjang tiang = 19,5 m dan 46 m

Metode Meyerhoff

$$Q_p = A_p \cdot c_u \cdot N_c^*$$

Keterangan:

A_p = luas penampang ujung tiang (m²)

N_c^* = faktor kapasitas daya dukung

c_u = kohesi *undrained* pada tanah diujung pondasi tiang (kN/m²)

Metode Vesic

$$Q_p = A_p \cdot c_u \cdot N_c^*$$

Keterangan:

A_p = luas penampang ujung tiang (m²)

N_c^* = faktor kapasitas daya dukung (berdasarkan teori Vesic)

c_u = kohesi *undrained* pada tanah diujung pondasi (kN/m²)

Metode α Thomlinson

$$Q_s = \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot \Delta L$$

Keterangan:

α = nilai adhesi Thomlinson

c_u = nilai kohesi

p = keliling tiang

ΔL = tebal lapisan tanah

Metode α Terzaghi, Peck dan Mesri

$$Q_s = \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot \Delta L$$

Keterangan:

α = nilai adhesi Terzaghi

c_u = nilai kohesi
 p = keliling tiang
 ΔL = tebal lapisan tanah

Tabel 1. Data *Jackin Pile Record*

No. pile	Tanggal	Tekanan (MPa)	Tekanan (Ton)	Kedalaman (m)
310	16/04/16	8	180	46
638	4/3/20	19	418	19.5
763	16/03/16	8	180	46

Tabel 2. Data *Pile Driving Analyze*

No. Tiang	Daya Dukung Ultimit Tiang (Ton)		
	CAPWAP		
310	417.7	327.5	76.2
638	403.7	219.1	198.6

Analisis Daya Dukung... (Evi/ hal. 35-45)

763	386.4	313.6	72.8
-----	-------	-------	------

Sumber: Laporan Pengujian Dinamis PDA Test Proyek Jakarta Box Tower

Tabel 3. Kombinasi Q_u

Daya Dukung Kombinasi (Q_u)
1. Meyerhoff + α Thomlinson
2. Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri
3. Vesic + α Thomlinson
4. Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri

Teknik Analisis Data

Teknik yang akan digunakan dalam menganalisa penelitian ini adalah teknik analisis data deskriptif. Analisis data yang dilakukan ditampilkan pada tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4. Data Tanah dan Nilai Kohesi DB-1

Depth (m)	N	γ_{sat} (kN/m ³)	Tebal Lapisan (m)	$\sigma'_{v(i)}$	$\sigma_{w(i)}$	$\sigma'_{v0(i)}$	N ₆₀	c _u
1.5	3	15.9	1.5	23.85	-	23.85	4	26.667
2.0	2	MAT	0.5	31.80	-	31.80	3	20.00
3.0	1	15.9	1.5	55.65	14.72	40.94	2	13.33
4.5	1	15.9	1.5	79.50	29.43	50.07	2	13.33
6.0	2	16	1.5	103.50	44.15	59.36	3	20.00
7.5	4	16	1.5	127.50	58.86	68.64	5	33.33
9.0	2	16.1	1.5	151.65	73.58	78.08	3	20.00
10.5	6	16.2	1.5	175.95	88.29	87.66	7	46.67
12.0	7	16.2	1.5	200.25	103.01	97.25	8	53.33
13.5	10	16.3	1.5	224.70	117.72	106.98	10	66.67
15.0	18	16.3	1.5	249.15	132.44	116.72	17	113.33
16.5	19	16.5	1.5	273.90	147.15	126.75	17	113.33
18.0	17	16.5	1.5	298.65	161.87	136.79	15	100.00
19.5	2	16.1	1.5	322.80	176.58	146.22	2	13.33
21.0	2	16.1	1.5	346.95	191.30	155.66	2	13.33
22.5	3	16.1	1.5	371.10	206.01	165.09	3	20.00
24.0	9	16.3	1.5	395.55	220.73	174.83	7	46.67
25.5	7	16.3	1.5	420.00	235.44	184.56	6	40.00
27.0	6	16.3	1.5	444.45	250.16	194.30	5	33.33
28.5	6	16.3	1.5	468.90	264.87	204.03	5	33.33
30.0	4	16.3	1.5	493.35	279.59	213.77	3	20.00
31.5	12	16.4	1.5	517.95	294.30	223.65	8	53.33
33.0	26	16.8	1.5	543.15	309.02	234.14	15	100.00
39.0	50	18.3	6	652.95	367.88	285.08	28	186.67
45.0	21	16.8	6	753.75	426.74	327.02	11	73.33
46.0	4	16.9	1	770.65	436.55	334.11	2	13.33
52.5	21	16.9	6.5	863.60	490.50	373.10	10	66.67
60.0	19	16.6	7.5	988.10	564.08	424.03	8	53.33

Tabel 5. Data Tanah dan Nilai Kohesi DB-2

Depth (m)	N	γ_{sat} (kN/m ³)	Tebal Lapisan (m)	$\sigma'_{v(i)}$	$\sigma_{w(i)}$	$\sigma'_{v0(i)}$	N ₆₀	c _u
1.5	6	16.1	1.5	24.15	-	24.15	7	46.67
2.0	5	MAT	0.5	32.20	-	32.20	6	40.00
3.0	5	16.1	1.5	56.35	14.72	41.64	6	40.00
4.5	2	16.1	1.5	80.50	29.43	51.07	3	20.00
6.0	5	15.9	1.5	104.35	44.15	60.21	6	40.00
7.5	6	16.2	1.5	128.65	58.86	69.79	7	46.67
9.0	7	16.2	1.5	152.95	73.58	79.38	8	53.33
10.5	6	16.2	1.5	177.25	88.29	88.96	7	46.67
12.0	8	16.2	1.5	201.55	103.01	98.55	9	60.00

13.5	7	16.3	1.5	226.00	117.72	108.28	7	46.67
15.0	10	16.3	1.5	250.45	132.44	118.02	10	66.67
16.5	2	16.1	1.5	274.60	147.15	127.45	2	13.33
18.0	3	16.1	1.5	298.75	161.87	136.89	3	20.00
19.5	4	16.1	1.5	322.90	176.58	146.32	4	26.67
21.0	5	16.1	1.5	347.05	191.30	155.76	4	26.59
22.5	6	16.2	1.5	371.35	206.01	165.34	5	33.33
24.0	7	16.2	1.5	395.65	220.73	174.93	6	40.00
25.5	8	16.2	1.5	419.95	235.44	184.51	6	40.00
27.0	9	16.3	1.5	444.40	250.16	194.25	7	46.67
28.5	6	16.3	1.5	468.85	264.87	203.98	5	33.33
30.0	10	16.3	1.5	493.30	279.59	213.72	7	46.67
33.5	26	16.8	3.5	552.10	313.92	238.18	16	106.46
43.0	32	17.2	9.5	715.50	407.12	308.39	17	113.33
46.0	38	16.9	3	766.20	436.55	329.66	19	126.67

Tabel 6. Data Tanah dan Nilai Kohesi DB-3

Dept h (m)	N	γ_{sat} (kN/m^3)	γ_w (kN/m^3)	Tebal Lapisa n (m)	$\sigma'_{v(i)}$	$\sigma_{w(i)}$	$\sigma'_{v0(i)}$	N_0	c_u
1.5	5	16.1	9.81	1.5	24.15	-	24.15	6	40.00
2.0	5	MAT	9.81	0.5	32.20	-	32.20	5	33.33
3.0	4	16.1	9.81	1.5	56.35	14.72	41.64	5	33.33
4.5	3	16	9.81	1.5	80.35	29.43	50.92	4	26.67
6.0	5	16	9.81	1.5	104.35	44.15	60.21	6	40.00
7.5	2	16.1	9.81	1.5	128.50	58.86	69.64	3	20.00
9.0	3	16.1	9.81	1.5	152.65	73.58	79.08	4	26.67
10.5	5	16.2	9.81	1.5	176.95	88.29	88.66	6	40.00
12.0	4	16.2	9.81	1.5	201.25	103.01	98.25	4	26.88
13.5	7	16.1	9.81	1.5	225.40	117.72	107.68	7	46.67
15.0	6	16.1	9.81	1.5	249.55	132.44	117.12	6	40.00
16.5	4	16.1	9.81	1.5	273.70	147.15	126.55	4	26.67
18.0	3	16.1	9.81	1.5	297.85	161.87	135.99	3	20.00
19.5	5	16.1	9.81	1.5	322.00	176.58	145.42	5	33.33
21.0	4	16.1	9.81	1.5	346.15	191.30	154.86	4	26.67
22.5	5	16.1	9.81	1.5	370.30	206.01	164.29	4	26.67
24.0	19	16.6	9.81	1.5	395.20	220.73	174.48	15	100.00
25.5	7	16.3	9.81	1.5	419.65	235.44	184.21	6	40.00
27.0	8	16.3	9.81	1.5	444.10	250.16	193.95	6	40.00
28.5	12	16.4	9.81	1.5	468.70	264.87	203.83	9	60.00
30.0	26	16.8	9.81	1.5	493.90	279.59	214.32	18	120.00
31.5	26	16.8	9.81	1.5	519.10	294.30	224.80	17	113.33
38.0	50	18.3	9.81	6.5	638.05	358.07	279.99	28	186.67
41.0	32	17.2	9.81	3	689.65	387.50	302.16	17	113.33
44.0	21	16.8	9.81	3	740.05	416.93	323.13	11	73.33
45.0	25	16.9	9.81	1	756.95	426.74	330.22	13	86.67

Analisis Daya Dukung... (Evi/ hal. 35-45)

Tabel 7. Hasil Perhitungan Daya Dukung Ijin Tiang

No. Pile	Reese & Wright	Meyerhoff + α Thomlinson	Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Vesic + α Thomlinson	Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri
310	155,00	166,34	124,14	167,49	125,29
638	155,00	34,95	35,22	35,06	35,33
763	155,00	148,26	123,65	150,91	126,30

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan untuk tiang nomor 310, 638 dan 763 didapatkan nilai daya dukung untuk metode Meyerhoff + α Thomlinson sebesar 166,34 ton, 34,95 ton, dan 148,26; metode Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri sebesar 124,14 ton, 35,22 ton, 123,65 ton; metode Vesic + α

Thomlinson yaitu 167,49 ton, 35,06 ton, 150,91 ton; dan untuk metode Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri yaitu 125,29 ton, 35,33 ton, dan 126,30 ton. Sementara untuk metode Reese & Wright yang merupakan hasil perhitungan sementara yaitu 155 ton untuk seluruh tiang.

Tabel 8. Hasil Perbandingan Daya Dukung Ijin Tiang N0.310

No. Pile 310							
Metode	Reese & Wright	Meyerhoff + α Thomlinson	Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Vesic + α Thomlinson	Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Pile Record	PDA
Hasil (%)	155	166.34	124.14	167.49	125.30	72	208.85
	74.22 %	79.64 %	59.44 %	80.20 %	59.99 %	34.47 %	

Perbandingan daya dukung tiang No.310 terhadap hasil uji PDA (Tabel 8) mendapati bahwa kombinasi metode Vesic dan α Thomlinson sebagai metode yang memiliki rentan persentase paling kecil yaitu 80,20% dibandingkan dengan metode lainnya yang digunakan dengan hasil dominasi daya dukung selimut (*friction*). Hal ini sesuai dengan teori yang telah dijelaskan pada Bab 2 dimana

untuk tiang yang tertanam tidak mencapai tanah keras maka nilai daya dukung selimut akan jauh lebih besar dibandingkan dengan daya dukung ujung, yakni dengan nilai daya dukung ujung tidak lebih dari 20 ton sedangkan daya dukung selimut hampir mendekati angka 500 ton. Sementara untuk perbandingan daya dukung *pile record* hanya 34,47%.

Tabel 9. Hasil Perbandingan Daya Dukung IjinTiang No.638

No. Pile 638							
Metode	Reese & Wright	Meyerhoff + α Thomlinson	Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Vesic + α Thomlinson	Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Pile of Record	PDA

Hasil (%)	155	34.95	35.22	35.063	35.333	167.2	201.85
	76.79 %	17.31 %	17.45 %	17.37 %	17.50 %	82.83 %	

Metode perhitungan tiang No. 638 yang mendekati hasil uji PDA adalah metode Reese & Wright dengan nilai persentase 76,79%. Namun dari keseluruhan data pada titik ini, yang paling mendekati adalah data *pile record* dengan nilai 82,83%. Hasil perhitungan daya dukung berdasarkan Tabel 4.23 memiliki nilai yang relatif kecil jika dibandingkan dengan tiang lainnya. Hal ini berbanding terbalik dengan data PDA, namun data PDA berbanding lurus dengan data *pile record*. Perhitungan daya dukung dengan metode statis pada tiang No. 638 memiliki rentan nilai cukup jauh terhadap hasil uji PDA jika dibandingkan dengan tiang No. 310 dan No. 763 dengan menggunakan metode yang sama.

Kemungkinan hal ini dapat terjadi karena adanya kesalahan dalam penginputan data atau karena adanya perbedaan kondisi tanah yang cukup jauh dengan data titik *borehole* yang digunakan, dimana jarak antara tiang No. 638 berjarak ± 10 m dari titik *borehole* 3, namun jarak tersebut masih dikatakan aman selama dalam radius 20 m – 30m. Alasan adanya perbedaan kondisi tanah dalam jarak yang terbilang cukup aman diperkuat dengan teori yang menyebutkan bahwa karakteristik tanah amat bervariasi dan dapat berubah drastis hanya dalam jarak beberapa meter, sehingga semakin banyak titik penyelidikan tanah maka perencanaan akan menjadi semakin mudah.

Tabel 10. Hasil Perbandingan Daya Dukung Ijin Tiang No.763

No. Pile 763							
Metode	Reese & Wright	Meyerhoff + α Thomlinson	Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Vesic + α Thomlinson	Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri	Pile Record	PDA
Hasil (%)	155	148.26	123.65	150.91	126.30	72	193.2
	80.23%	76.74%	64.00%	78.11%	65.37%	37.26%	

Data hasil perhitungan daya dukung tiang No. 763 menunjukkan bahwa metode perhitungan yang paling mendekati hasil uji PDA adalah metode Reese & Wright dengan persentase 80,23%. Sama seperti tiang No. 310 dimana kapasitas daya dukung yang dominan adalah daya dukung selimutnya dikarenakan tiang tidak mencapai lapisan tanah keras, sehingga kapasitas daya dukung

didominasi oleh nilai tahanan selimut tiang sementara nilai daya dukung ujung jauh dibawahnya. Untuk perbandingan daya dukung *pile record* dengan PDA memiliki presentase yang cukup kecil, hanya 37,26%.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Penurunan Pondasi

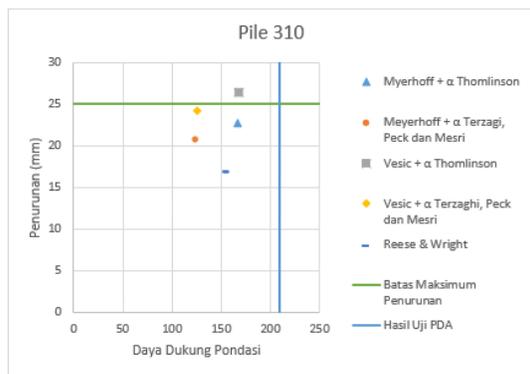
Metode	No. Pile
--------	----------

Analisis Daya Dukung... (Evi/ hal. 35-45)

	310	638	763
Meyerhoff+ α Thomlinson	22,7	15,8	21,7
Meyerhoff + α Terzagi, Peck dan Mesri	20,8	15,8	20,6
Vesic + α Thomlinson	26,3	16,5	25,9
Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri	24,2	16,5	24,7
Reese & Wright	16,9	16,9	19,0

a. Hasil perhitungan penurunan tiang No.310 untuk kombinasi metode Meyerhoff+ α Thomlinson sebesar 22.7 mm; penurunan Meyerhoff+ α Terzaghi, Peck dan Mesri 20.8mm; Vesic+ α Thomlinson sebesar 26.3 sedangkan metode Vesic + α mendapatkan penurunan sebesar 24.2 mm.

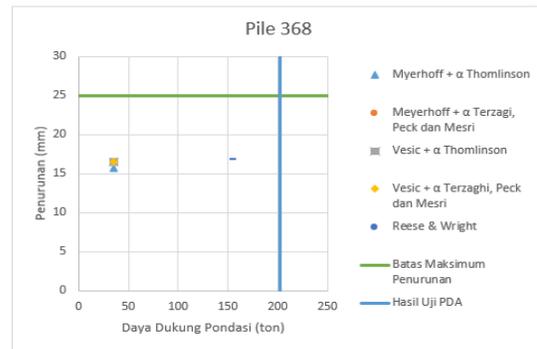
Gambar 1. Grafik Hubungan Daya Dukung Ijin dan Penurunan Pondasi Tiang 310



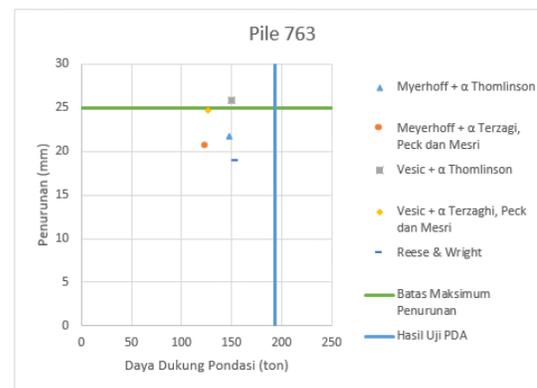
Gambar 2. Grafik Hubungan Daya Dukung Ijin dan Penurunan Pondasi Tiang 638

b. Tabel 11 menunjukkan hasil pnurunan tiang No. 638 relatif kecil jika dibandingkan dengan penurunan tiang No. 310 dan No. 763 dengan nilai 15.8 mm; 15.8 mm; 16.5 mm; dan 16.5 mm untuk keempat kombinasi metode secara berturut-turut.

c. Hasil penurunan pondasi untuk tiang No. 763 seperti yang ditampilkan pada Tabel 11 dimana kombinasi Vesic + α Thomlinson memiliki nilai terbesar diantara metode yang lainnya dengan nilai penurunan sebesar 25.9; diikuti oleh Vesic + α Terzaghi, Peck dan Mesri sebesar 24.7 mm; 21.7 metode Meyerhoff + α Thomlinson dan yang terkecil berdasarkan metode Meyerhoff + α Terzaghi, Peck dan Mesri.



Gambar 3. Grafik Hubungan Daya Dukung Ijin dan Penurunan Pondasi Tiang 763



Pengembangan Media Pembelajaran... (Tiara/ hal. 35-45)

Pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 menunjukkan hubungan antara daya dukung ijin dengan penurunan dari berbagai metode perhitungan yang telah dilakukan. Gambar 4.1 mewakili nilai penurunan serta daya dukung untuk titik 310, dimana hanya metode Vesic + α Thomlinson yang melebihi batas aman penurunan. Tiang No. 638 dapat dikatakan dalam kondisi aman. Sedangkan tiang 763 sama seperti tiang 310, terdapat satu metode yang perhitungan penurunannya melebihi batas aman. Penurunan terbesar terdapat pada perhitungan metode Vesic + α Thomlinson, dimana metode ini menghasilkan nilai daya dukung terbesar dari keempat kombinasi metode yang dihitung. Dari tiga titik yang dihitung penurunannya dengan metode tersebut, terdapat dua titik melebihi batas aman yang telah ditentukan, yaitu penurunan < 25 mm. Semakin besar nilai daya dukung pondasi maka semakin besar pula beban yang mampu dipikul oleh pondasi tersebut maka semakin besar penurunan yang terjadi. Hal ini sependapat dengan yang dikemukakan oleh Fahriani and Apriyanti, (2015) bahwa semakin besar beban yang harus ditahan oleh pondasi maka penurunan yang terjadi akan semakin besar.

KESIMPULAN

1. Metode perhitungan daya dukung yang paling mendekati hasil uji PDA adalah metode Reese & Wright dengan data NSPT dengan persentase 74,22%, 76,79%, dan 80,23% nilai tersebut dianggap yang paling konsisten untuk ketiga tiang yang ditinjau.
2. Perbandingan dengan rentan nilai terbesar adalah dengan metode Meyerhoff

+ α Terzaghi dengan persentase tak lebih dari 65% pada ketiga tiang yang ditinjau. Nilai daya dukung yang terpaut jauh dengan nilai aktual, dikhawatirkan akan terjadinya kesalahan dalam perencanaan jumlah maupun kedalaman pondasi yang akan dilaksanakan yang akan mempengaruhi terhadap beban yang mampu ditahan tiang serta estimasi biaya struktur pondasi.

3. Metode dinamis dengan data *pile record* memiliki rentan nilai yang kecil pada titik *pile* 638 dengan persentase 82,83%. Hal ini dikarenakan tiang tersebut pada saat pemancangan mencapai tanah keras dan daya dukung ujung bekerja hampir sama dengan daya dukung selimut.

4. Penurunan dengan metode Vesic + α Thomlinson memiliki nilai melebihi batas aman yang digunakan, dimana batas aman adalah < 25 mm. Terdapat dua titik tiang melebihi batas penurunan yaitu sebesar 26,3 mm dan 25,9 mm.

DAFTAR PUSTAKA

Coduto, Ronald. (2001). *Foundation Design Principles and Practices, 2nd Edition*.

Fadilah, U. N. and Tunafiah, H. (2018) 'Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-SPT Menurut Rumus Reese&Wright dan Penurunan', *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, 2(3).

Fahriani, F. and Apriyanti, Y. (2015) 'Analisis Daya Dukung Tanah dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir

Analisis Daya Dukung... (Evi/ hal. 35-45)

Pantai Utara Kabupaten Bangka', *Jurnal Fropil*, 3(2).

Fathonah, W. *et al.* (2018) 'Pemanfaatan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif', *Jurnal Fondasi*, 7(2).

Kusuma, R. I., Mina, E. and Ikhsan, I. (2016) 'Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah', *Jurnal Fondasi*, 5(2).

Maizir, H., Jingga, H. and Toni, N. (2015) 'Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Metode Dinamik', *Annual Civil Engineering Seminar 2015*.

Setiawan, A., Supardi and Malawat, W. (2012) 'Perilaku Parameter Kuat Geser dan Kuat Tekan Terhadap Tanah Yang Distabilisasi Dengan Menggunakan Ammonium Chloride', *Jurnal Teknik*

Sipil, 13(3).

Sulha *et al.* (2019) 'Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data N-SPT, CPT dan Kalendering', *Jurnal STABILITA*, 7(1).

Sulistia, A. F., Agustawijaya, D. S. and Tri, S. (2018) 'Analisis Pebandingan Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Meyerhoff (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Panda, Desa Panda Bima (ruas jalan Talabiu – Bima Kabupaten))'.

Yusti, A. and Fahrani, F. (2014) 'Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test dan Capwap (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank Sumsel Babel di Pangkalpinang)', *Jurnal Fropil*, 2(1).