# STUDI N-SPT MENGENAI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA KONSTRUKSI PILE SLAB PROYEK JALAN TOL JAKARTA-KUNCIRAN-CENGKARENG

# Steven Prima<sup>1</sup>, Iwan B. Santoso<sup>2</sup> dan Josephine Aristiti Setyarini<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta Email: stevenprima3@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta Email: iwsantoso@hotmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta Email: josephine.setyarini@gmail.com

#### **ABSTRAK**

Konstruksi *pile slab* dengan fondasi tiang pancang pada proyek jalan Tol Jakarta–Kunciran–Cengkareng STA 37+826.7-STA 38.016.7 dengan ukuran diameter 0.6 m menggunakan 5 data borlog yang terbagi di 5 zona. *Borlog* tersebut menghasilkan data berupa N-SPT yang dapat digunakan untuk analisa perhitungan daya dukung tiang. Fondasi tiang pancang pada proyek ini berada pada kedalaman tanah keras berupa *clay* dengan rata-rata kedalaman 13 m dan rata-rata N-SPT 25. Metode koreksi N-SPT yang digunakan dalam tulisan ini yaitu metode Tokimastu dan Yoshimi; Liao dan Whitman; Skempton; Peck, Hansen, dan Thornburn; Bazaraa; dan Skempton (Efisiensi). Sedangkan analisis daya dukung tiang yang digunakan dalam tulisan ini yaitu metode Schmertmann, Brown, dan Meyerhoff. Kajian secara teknis konstruksi *pile slab* dengan fondasi tiang pancang pada STA 37+826.7-STA 38.016.7 jalan Tol Jakarta-Kunciran-Cengkareng sehingga fondasi tiang tersebut dapat dikatakan efisien dan aman dilihat dari kedalaman tiang dan kapasitas daya dukung tiang.

Kata kunci: daya dukung tiang pancang, final set, N-SPT koreksi, PDA

## 1. PENDAHULUAN

Dikarenakan kebutuhan akses antar lokasi oleh populasi penduduk yang semakin tinggi, salah satu jenis infrastruktur yang mengalami perkembangan yang cukup pesat adalah jalan raya dan jalan bebas hambatan atau sering juga disebut sebagai jalan tol. Salah satu proyek jalan tol yang sedang berjalan saat ini adalah proyek jalan tol Jakarta–Kunciran–Cengkareng sepanjang STA 37+826.7 - STA 38+016.7 yang terdapat di Cipete. Semua jenis struktur, tidak terkecuali struktur jalan tol harus ditopang oleh suatu elemen utama, yaitu fondasi. Fondasi merupakan bagian dari struktur yang menyalurkan beban struktur atas ke dalam tanah. Fondasi yang digunakan di proyek ini adalah fondasi tiang pancang. Selain data N-SPT, desain fondasi juga memerlukan perhitungan dan analisis dari daya dukung tanah dan juga daya dukung tiang terhadap beban yang akan ditimbulkan dari jalan itu sendiri maupun kendaraan yang melintas di atasnya. Pada kondisi tertentu, terdapat berbagai faktor yang tidak diperhitungkan yang menyebabkan adanya perbedaan kedalaman pemancangan pada desain dan yang terjadi di lapangan. Perbedaan inilah yang mendorong adanya analisa daya dukung tiang pancang berdasarkan data – data penyelidikan tanah yang diperoleh di lapangan yaitu data SPT dan kalendering / final set dengan menggunakan metode yang disarankan oleh para ahli serta PDA tes dan program Allpile.

### Batasan Masalah

- Data penyelidikan tanah yang diperoleh yaitu borlog sebanyak 5 titik yang dilakukan pada tahun 2017.
- Lokasi yang ditinjau dari STA 37+826.7 STA 38+016.7 pada lokasi di Cipete.
- Analisis daya dukung dinamik menggunakan metode Meyerhoff (1976), metode *Modified New ENR*, *Danish Formula*, *Janbu's Formula*, dan berdasarkan data tes PDA (*Pile Driving Analyzer*).
- Analisis daya dukung statik menggunakan metode Schmertmann (1967), Brown (2006), dan Meyerhoff.
- Analisis N-SPT koreksi menggunakan metode Tokimastu dan Yoshimi; Liao dan Whitman; Skempton; Peck, Hansen, dan Thornburn; Bazaraa; dan Skempton (Efisiensi).
- Beban yang diperhitungkan hanya akibat beban aksial.

Studi N-SPT terhadap Efek Tiang Pancang pada Konstruksi Pile Slab Proyek Jalan Tol Jakarta-Kunciran-Cengkareng Sta 37+816.7 - 38+016.7

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji secara teknis apakah desain fondasi yang digunakan pada kontruksi pile slab efisien dan aman serta membuat perhitungan dengan menggunakan bantuan program Excel untuk memudahkan perhitungan yang berulang-ulang.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penyelidikan tanah yang dilakukan di lapangan yaitu bisa sondir, uji boring, Standard Penetration Test (SPT), dan lain-lain. Peninjauan langsung di lapangan untuk penyelidikan tanah sendiri dibagi menjadi tiga tahapan yaitu boring, sampling, dan testing (Gunawan, 1983). Umumnya cara penyelidikan tanah dapat digologkan berdasarkan pengambilan contoh yaitu terganggu dan tak terganggu. Biasanya empat sampai lima pemboran sudah cukup dilakukan untuk menetukan apakah tanahnya tak beraturan. Namun biasanya pada daerah yang memiliki permukaan tanah yang sangat tidak rata atau daerah – daerah yang pernah diurug, mungkin diperlukan jumlah pemboran yang lebih banyak (Bowles, 1988). Standard penetration test merupakan suatu percobaan yang dilakukan secara langsung di lapangan untuk memeperoleh daya dukung tanah dengan cara memasukan tabung sampel (split spoon). Banyaknya pukulan palu untuk memasukan split spoon dinyatakan dalam N. Berdasarkan jumlah pukulan yang didapatkan, diperoleh kerapatan relatif (relative desity) sehingga diketahui jenis tanah, untuk ketebalan tiap – tiap lapisan tanah, memperoleh data yang kualitatif pada perlawanan penetrasi tanah serta menetapkan kepadatan dari tanah yang tidak berkohesi yang biasa sulit diambil sampelnya dan juga sudut geser (φ).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

**Tahapan pertama** adalah melakukan pengumpulan data berdasarkan hasil peninjauan langsung di lapangan yaitu berupa data hasil tes SPT (*Standard Penetration Test*) dan data pemacangan tiang dengan melakukan pengamatan, pencatatan serta wawancara, sehingga data yang diperoleh sesuai.

**Tahapan kedua** adalah pengelolaan data menggunakan program *Microsoft Excel* untuk memperoleh daya dukung aksial fondasi tiang dengan metode statik, dinamik dan hasil PDA *test*.

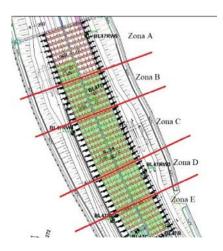
**Tahapan ketiga** adalah analisis terhadap hasil perhitungan daya dukung.

**Tahapan keempat** adalah menarik kesimpulan.

### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis daya dukung tiang yang dilakukan pada pada proyek jalan tol Jakarta-Kunciran-Cengkareng di Cipete ini mula-mula dibagi kedalam beberapa zona berdasarkan data yang diperoleh dari data lapangan melihat luasnya lokasi yang ditinjau yaitu STA 37+816.7 – STA 38+017.7. Pembagian zona didasarkan pada lokasi titik borlog yang ada sebagai berikut:

- Zona A, BL47RW5 terdiri dari PS 1 PS 10
- Zona B, BL47D terdiri dari PS 11 PS 17
- Zona C, BL47RW4 terdiri dari PS 18 PS 24
- Zona D, BL47RW3 terdiri dari PS 25 PS 31
- Zona E, BL47RW2 terdiri dari PS 32 PS 38



Gambar 1. Lokasi Pembagian Zona

Selain menggunakan data hasil boring log, digunakan pula data hasil tes PDA yang dilakukan sebanyak 2 titik untuk melakukan pengecekan terhadap hasil analisis daya dukung tiang secara manual. Berikut dibawah ini merupakan hasil tes PDA yang diperoleh dari data lapangan dimana hasil tes ini belum direduksi faktor keamanan (SF=1).

Tabel 1. Hasil Tes PDA

No. Tiang	Daya Dukung Total	Daya Dukung Friksi	Daya Dukung Friksi	Penurunan Settlement	
	Bearing Capacity Friction Capacity		Friction Capacity		
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(mm)	
PS-26R-6	434.0	200.1	233.9	13.7	
PS-27R-6	461.0	146.5	314.5	16.7	

Analisis daya dukung tiang pancang dilakukan menggunakan data N-SPT yang diperoleh dari data proyek dan data N-SPT yang dikoreksi terhadap tegangan efektif dan terhadap efisiensi energi. Adapun metode koreksi N-SPT terhadap efisiensi energi adalah metode Skempton sedangkan metode koreksi N-SPT terhadap tegangan efektif adalah Metode Tokimatsu dan Yoshimi; Metode Liao dan Whitman; Metode Skempton; Metode Peck, Hansen dan Thornburn; dan Metode Bazaraa.

### Static Capacity

### Metode Meyerhoff

- Tanah Non - Kohesif

$$Qp = 40 \times N \times \frac{Lb}{p} \times Ap \tag{1}$$

$$Qs = 2 \times N \times p \times Li \tag{2}$$

Dengan  $Q_p$  = daya dukung ujung tiang,  $Q_s$  = daya dukung selimut tiang,  $Q_s$  = kapasitas gesek selimut tiang, N = jumlah pukulan (N-SPT) yang telah dikoreksi, Li = panjang lapisan tanah, p = keliling tiang, Ap = uas penampang tiang.

Koreksi N-SPT Skempton dapat dihitung dengan persamaan:

Noteksi N-SPT Skempton dapat dinitung dengan persamaan:  

$$N_{60} = \frac{E_H C_B C_S C_R N}{0.6}$$
Dengan N<sub>60</sub> = nilai N-SPT koreksi, E<sub>H</sub> = efisiensi *hammer borlog*, C<sub>B</sub> = faktor koreksi diameter *borehole*, C<sub>S</sub> =

faktor koreksi sampel,  $C_R$  = faktor koreksi panjang tongkat.

- Tanah Kohesif

$$Qp = 9 \times Cu \times Ap \tag{4}$$

$$Qp = 9 \times Cu \times Ap$$

$$Qs = \alpha \times Cu \times p \times Li$$
(4)
(5)

Dengan Qp = daya dukung ujung tiang, Qs = daya dukung selimut tiang, Li = panjang lapisan tanah, p = keliling tiang,  $\alpha$  = koefisien adhesi antara tanah dan tiang, Cu = kohesi *undrained*, Ap = luas penampang tiang.

### Metode Brown

$$f_s = F_{vs}(A_b + B_b.N_{60})$$

$$q_p = 170.N_{60} (kPa)$$
(6)

$$q_p = 170.N_{60} \left( \kappa P u \right) \tag{7}$$

### Metode Schmertmann

Schmertmann menggunakan korelasi N-SPT dengan tahanan ujung qc untuk menentukan daya dukung gesekan dan daya dukung pondasi tiang.

Tabel 2.	Nilai G	lacakan	untul I	Decain	Pondaci
Taberz.	INHAL CI	resekan	HIIIIIK I	Jesain	Pondasi

Jenis Tanah	Deskripsi	Gesekan Selimut (kg/cm²)	Tahanan Ujung (kg/cm²)
Pasir Bersih	GW, GP, GM, SW, SP, SM	0.019N	3.2N
Lempung lanau bercampur pasir, pasir kelanauan, lanau	GC, SC, ML, CL	0.04N	1.6N
Lempung plastis	СН, ОН	0.05N	0.7N
Batu gemping rapuh, pasir berkarang		0.01N	3.6N

# Dynamic Capacity

### Metode Danish Formula

$$Qu = \frac{e_{h \times E_h}}{s + C_1} \tag{8}$$

$$C_1 = \sqrt{\frac{e_{h \times E_h \times L}}{2 \times Ap \times E}} \tag{9}$$

Dengan  $e_h$  = efisiensi hammer, Eh = energi hammer, s = penetrasi pukulan per cm, L = panjang tiang, E = modulus elastisitas tiang, Ap = luas penampang tiang.

### Metode Eytelwein Formula

$$R = \frac{2E}{S + 0.1(\frac{P}{W})}\tag{10}$$

Dengan R = Safe pile working load, E = Energi hammer, S = Pile set, W = Ram weight.

### Metode Janbu

$$Qu = \frac{e_h E_h}{K'_u s} \tag{10}$$

$$K'_{u} = C_{d} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda'}{C_{d}}} \right) \tag{11}$$

$$C_d = 0.75 + 0.14 \left(\frac{W_p}{W_r}\right)$$

$$\lambda' = \frac{e_h E_h L}{A_p E s^2}$$

$$(12)$$

$$\lambda' = \frac{e_h E_h L}{A_n E s^2} \tag{13}$$

Dengan  $e_h$  = efisiensi *hammer*,  $E_h$  = energi *hammer*,  $E_h$  = penetrasi pukulan per cm,  $E_h$  = berat *hammer*,  $E_h$  = tiang, E = modulus elastisitas tiang, Ap = luas penampang tiang.

### Modified ENR Formula

$$Qu = \frac{e_{h Wr h (Wr + n^2 Wp)}}{(s + 0.25)(Wr + Wp)}$$
 Dengan  $e_h$  = efisiensi hammer,  $W_r$  = berat hammer,  $h$  = tinggi jatuh ram (cm),  $h$  = penetrasi pukulan per cm,  $h$  =

koefisien restitusi antara ram dan pile,  $W_P$  = berat tiang.

### Metode Gates

$$Q_u = a\sqrt{EH_e}(b - \log S) \tag{15}$$

Dengan Qu = Hammer of efficiency, E = Manufactures hammer rating, a = 104.5, e = Point penetration per blow, b = 2.4.

### Koreksi Terhadap Daya Dukung

Pada tanah pasir dengan tingkat kepadatan yang sama tetapi pada kedalaman yang makin dalam akan mempunyai nilai N-SPT lebih tinggi. Umumnya koreksi nilai N-SPT dilakukan dengan mengambil nilai ekuivalennya terhadap tegangan vertical efektif sebesar 1 kg/cm<sup>2</sup>.

$$N_1 = C_N \times N-SPT \tag{16}$$

Dengan  $C_N$  = faktor koreksi.

Tokimatsu dan Yoshimi

$$C_N = \frac{1.7}{0.7 + \sigma_n'} \tag{17}$$

Liao dan Whitman

$$C_N = \sqrt{\frac{p_a}{\sigma_v^I}}, p_a = 100 \text{ kPa}$$
 (18)

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma_v'}}, \, \sigma_v' \, (\text{ton/ft}^2 \, \text{atau kg/cm}^2)$$
 (19)

Skempton

- Terhadap Tegangan Efektif

$$C_N = \frac{n}{1 + 0.01\sigma_n'} \sigma_\nu' \left(\frac{kN}{m^2}\right) \tag{20}$$

Dengan N = 2 untuk pasir lepas, N = 3 untuk pasir padat.

- Terhadap Efisiensi Energi

$$\mu = \frac{E_a}{E_{in}} \tag{21}$$

$$N_{60} = \mu. \, NSPT \tag{22}$$

$$\mu = \frac{E_a}{E_{in}}$$
 (21)  

$$N_{60} = \mu. NSPT$$
 (22)  

$$N_{60} = \frac{E_a}{60\%} x NSPT$$
 (23)

Peck, Hansen dan Thornburn

$$C_N = 0.77 \log \left( \frac{2000}{\sigma_n'} \right), \sigma_v' \left( \frac{kN}{m^2} \right)$$
 (24)

$$C_N = 0.77 \log\left(\frac{20}{\sigma_v'}\right), \sigma_v' \left(\frac{kg}{m^2}\right) \tag{25}$$

**Bazaraa** 

$$C_N = \frac{4}{1 + 2\sigma_v'} \sigma_v'(ksf) \le 1.5$$
 (26)

$$C_N = \frac{4}{3.25 + 0.5\sigma_v'} \sigma_v' (ksf) > 1.5 \tag{27}$$

#### **HASIL ANALISIS** 5.

Analisis daya dukung tiang pancang dilakukan menggunakan data N-SPT yang diperoleh dari data proyek dan data N-SPT yang dikoreksi terhadap tegangan efektif dan terhadap efisiensi energi. Adapun metode koreksi N-SPT terhadap efisiensi energi adalah metode Skempton sedangkan metode koreksi N-SPT terhadap tegangan efektif adalah Metode Tokimatsu dan Yoshimi, Metode Liao dan Whitman, Metode Skempton, Metode Peck, Hansen dan Thornburn dan Metode Bazaraa.

Berikut ini adalah contoh tabel koreksi N-SPT yang dilakukan dimana koreksi yang dilakukan akan bekerja secara otomatis dengan melakukan input pada kolom berwarna kuning yaitu kolom N-SPT, jenis tanah dan n. Nilai N-SPT dan jenis tanah yang perlu di input adalah nilai N-SPT dan jenis tanah yang diperoleh dari data hasil boring log di lapangan sedangkan nilai n adalah konstanta untuk pasir.

Tabel 2. Contoh Koreksi N-SPT

									Te	rhadap Tega	ngan Efekti	f				Terhadap Ene	
Depth	N-SPT	Jenis Tanah	$(kN/m^3)$	(kN/m³)	Tokimast Yoshi		Liao and V	/hitman		Skempto	n	Peck, Hanse Thornb	ım	Bazar		Skem	pton
					$C_N$	$N_1$	$C_N$	$N_1$	n	$C_N$	$N_1$	$C_N$	$N_1$	$C_N$	$N_1$	η	$N_l$
0	0	Clay	19	0	0.00	0	0.00	0	2	0.00	0	0.00	0	0.00	0	1.67	0
1	8	Clay	19	19	1.90	16	2.29	19	2	1.00	8	1.56	13	2.88	24	1.67	14
2	8	Clay	19	38	1.56	13	1.62	13	2	1.00	8	1.33	11	2.25	19	1.67	14
3	12	Clay	19	57	1.33	16	1.32	16	2	1.00	12	1.19	15	1.85	23	1.67	20
4	12	Clay	19	76	1.15	14	1.15	14	2	1.00	12	1.09	14	1.10	14	1.67	20
5	15	Clay	19	95	1.02	16	1.03	16	2	1.00	15	1.02	16	1.07	17	1.67	25
6	15	Clay	19	104	0.97	15	0.98	15	2	1.00	15	0.99	15	1.06	16	1.67	25
7	6	Clay	19	113	0.92	6	0.94	6	2	1.00	6	0.96	6	1.05	7	1.67	10
8	6	Clay	19	122	0.87	6	0.91	6	2	1.00	6	0.94	6	1.03	7	1.67	10
9	11	Clay	19	131	0.83	10	0.87	10	2	1.00	11	0.91	11	1.02	12	1.67	19
10	11	Clay	19	140	0.80	9	0.85	10	2	1.00	11	0.89	10	1.01	12	1.67	19
11	15	Clay	19	149	0.77	12	0.82	13	2	1.00	15	0.87	14	1.00	15	1.67	25
12	15	Clay	19	158	0.74	12	0.80	12	2	1.00	15	0.85	13	0.99	15	1.67	25
13	18	Clay	19	167	0.71	13	0.77	14	2	1.00	18	0.83	15	0.98	18	1.67	30
14	18	Clay	19	176	0.68	13	0.75	14	2	1.00	18	0.81	15	0.96	18	1.67	30
15	46	Sand	19	185	0.66	31	0.74	34	2	0.70	33	0.80	37	0.95	44	1.67	77
16	46	Sand	19	194	0.63	30	0.72	34	2	0.68	32	0.78	36	0.94	44	1.67	77
17	60	Sand	19	203	0.61	37	0.70	43	2	0.66	40	0.77	46	0.93	56	1.67	100
18	60	Sand	19	212	0.59	36	0.69	42	2	0.64	39	0.75	46	0.92	56	1.67	100
19	18	Clay	19	221	0.58	11	0.67	13	2	1.00	18	0.74	14	0.91	17	1.67	30
20	18	Clay	19	230	0.56	11	0.66	12	2	1.00	18	0.72	14	0.90	17	1.67	30
21	19	Clay	19	239	0.54	11	0.65	13	2	1.00	19	0.71	14	0.89	18	1.67	32
22	19	Clay	19	248	0.53	10	0.64	13	2	1.00	19	0.70	14	0.89	17	1.67	32
23	16	Clay	19	257	0.51	9	0.62	10	2	1.00	16	0.69	11	0.88	15	1.67	27
24	16	Clay	19	266	0.50	8	0.61	10	2	1.00	16	0.67	11	0.87	14	1.67	27
25	38	Sand	19	275	0.48	19	0.60	23	2	0.53	21	0.66	26	0.86	33	1.67	64
26	38	Sand	19	284	0.47	18	0.59	23	2	0.52	20	0.65	25	0.85	33	1.67	64
27	22	Clay	19	293	0.46	11	0.58	13	2	1.00	22	0.64	15	0.84	19	1.67	37
28	22	Clay	19	302	0.45	10	0.58	13	2	1.00	22	0.63	14	0.83	19	1.67	37
29	18	Clay	19	311	0.44	8	0.57	11	2	1.00	18	0.62	12	0.83	15	1.67	30
30	18	Clay	19	320	0.43	8	0.56	11	2	1.00	18	0.61	12	0.82	15	1.67	30

Dengan melakukan koreksi seperti penjelasan diatas, diperoleh hasil N-SPT terkoreksi boring log 1 sampai 5 untuk masing-masing metode koreksi.

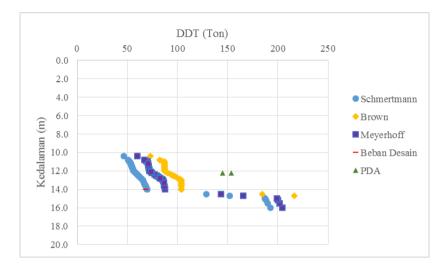
# Static Capacity

Berikut merupakan contoh tabel analisis daya dukung statik tiang pancang dengan metode Schmertmann, metode Brown dan metode Meyerhoff. Pada tabel ini, analisis akan dilakukan secara otomatis dengan meng-*input* nilai pada kolom berwarna kuning.

Tabel 3. Contoh Analisis Static Capacity

	N-	Metode Schmertmann					Metode Brown							Metode Meyerhoff				
Kedalaman (m)	SPT	Gesekan Selimut	Tahanan Ujung	Q <sub>s</sub> (ton)	Q <sub>p</sub> (ton)	Qall (ton)	Fvs	Ab	Bb	Q <sub>s</sub> (ton)	Qp (ton)	Q <sub>all</sub> (ton)	$A_{s}\left( m^{2}\right)$	N	Q <sub>s</sub> (ton)	$Q_{p}\left( ton\right)$	Q <sub>all</sub> (ton)	
0	0	0.04 N	1.6 N	0.00	0.00	0.00	1	26.6	1.92	2.66	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	8	0.04 N	1.6 N	6.03	36.21	14.08	1	26.6	1.92	4.20	136.00	46.73	1.89	4.00	1.51	90.51	30.67	
2	8	0.04 N	1.6 N	12.07	36.21	16.09	1	26.6	1.92	4.20	136.00	46.73	3.77	5.33	4.02	90.51	31.51	
3	12	0.04 N	1.6 N	21.12	54.31	25.14	1	26.6	1.92	4.96	204.00	69.65	5.66	7.00	7.92	135.77	47.90	
4	12	0.04 N	1.6 N	30.17	54.31	28.16	1	26.6	1.92	4.96	204.00	69.65	7.54	8.00	12.07	135.77	49.28	
5	15	0.04 N	1.6 N	41.49	67.89	36.46	1	26.6	1.92	5.54	255.00	86.85	9.43	9.17	17.29	169.71	62.33	
6	15	0.04 N	1.6 N	52.80	67.89	40.23	1	26.6	1.92	5.54	255.00	86.85	11.31	10.00	22.63	169.71	64.11	
7	6	0.04 N	1.6 N	57.33	27.15	28.16	1	26.6	1.92	3.81	102.00	35.27	13.20	9.50	25.08	67.89	30.99	
8	6	0.04 N	1.6 N	61.85	27.15	29.67	1	26.6	1.92	3.81	102.00	35.27	15.09	9.11	27.49	67.89	31.79	
9	11	0.04 N	1.6 N	70.15	49.78	39.98	1	26.6	1.92	4.77	187.00	63.92	16.97	9.30	31.57	124.46	52.01	
10	11	0.04 N	1.6 N	78.45	49.78	42.74	1	26.6	1.92	4.77	187.00	63.92	18.86	9.45	35.66	124.46	53.37	
11	15	0.04 N	1.6 N	89.76	67.89	52.55	1	26.6	1.92	5.54	255.00	86.85	20.74	9.92	41.14	169.71	70.28	
12	15	0.04 N	1.6 N	101.07	67.89	56.32	1	26.6	1.92	5.54	255.00	86.85	22.63	10.31	46.65	169.71	72.12	
13	18	0.04 N	1.6 N	114.65	81.46	65.37	1	26.6	1.92	6.12	306.00	104.04	24.51	10.86	53.23	203.66	85.63	
14	18	0.04 N	1.6 N	128.23	81.46	69.90	1	26.6	1.92	6.12	306.00	104.04	26.40	11.33	59.84	203.66	87.83	
15	46	0.019 N	3.2 N	144.71	416.37	187.03	1	26.6	1.92	11.49	782.00	264.50	28.29	13.50	76.37	520.46	198.94	
16	46	0.019 N	3.2 N	161.19	416.37	192.52	1	26.6	1.92	11.49	782.00	264.50	30.17	15.41	93.00	520.46	204.49	
17	60	0.019 N	3.2 N	182.69	543.09	241.92	1	26.6	1.92	14.18	1020.00	344.73	32.06	17.89	114.69	678.86	264.52	
18	60	0.019 N	3.2 N	204.19	543.09	249.09	1	26.6	1.92	14.18	1020.00	344.73	33.94	20.11	136.49	678.86	271.78	
19	18	0.04 N	1.6 N	217.76	81.46	99.74	1	26.6	1.92	6.12	306.00	104.04	35.83	20.00	143.31	203.66	115.66	
20	18	0.04 N	1.6 N	231.34	81.46	104.27	1	26.6	1.92	6.12	306.00	104.04	37.71	19.90	150.14	203.66	117.93	
21	19	0.04 N	1.6 N	245.67	85.99	110.55	1	26.6	1.92	6.31	323.00	109.77	39.60	19.86	157.32	214.97	124.10	
22	19	0.04 N	1.6 N	260.00	85.99	115.33	1	26.6	1.92	6.31	323.00	109.77	41.49	19.83	164.50	214.97	126.49	
23	16	0.04 N	1.6 N	272.07	72.41	114.83	1	26.6	1.92	5.73	272.00	92.58	43.37	19.67	170.59	181.03	117.21	
24	16	0.04 N	1.6 N	284.14	72.41	118.85	1	26.6	1.92	5.73	272.00	92.58	45.26	19.52	176.68	181.03	119.24	
25	38	0.019 N	3.2 N	297.75	343.95	213.90	1	26.6	1.92	9.96	646.00	218.65	47.14	20.23	190.75	429.94	206.90	
26	38	0.019 N	3.2 N	311.37	343.95	218.44	1	26.6	1.92	9.96	646.00	218.65	49.03	20.89	204.83	429.94	211.59	
27	22	0.04 N	1.6 N	327.96	99.57	142.51	1	26.6	1.92	6.88	374.00	126.96	50.91	20.93	213.11	248.91	154.01	
28	22	0.04 N	1.6 N	344.56	99.57	148.04	1	26.6	1.92	6.88	374.00	126.96	52.80	20.97	221.40	248.91	156.77	
29	18	0.04 N	1.6 N	358.13	81.46	146.53	1	26.6	1.92	6.12	306.00	104.04	54.69	20.87	228.22	203.66	143.96	
30	18	0.04 N	1.6 N	371.71	81.46	151.06	1	26.6	1.92	6.12	306.00	104.04	56.57	20.77	235.05	203.66	146.23	

Analisis dengan metode Schmertmann, metode Brown dan metode Meyerhoff ini dilakukan dengan menggunakan data N-SPT asli yang diperoleh dari data 5 buah *boring log* dan N-SPT terkoreksi dari masing-masing *boring log* yang dikoreksi menggunakan 6 metode koreksi yang telah disebutkan sebelumnya. Berdasarkan hasil analisis, berikut merupakan contoh grafik daya dukung tiang.



Gambar 2. Grafik DDT vs Kedalaman BL47D N-SPT Asli

### **Dynamic Capacity**

1 Blok PS-11R

3 Blok PS-11R

8.33

84.18 0.06

80.11

11.70

11.80

241.49

248.95

242.72

272.86

Analisis dynamic capacity ini dilakukan menggunakan 6 metode, antara lain Danish Formula, Eytelwein Formula, Gates Formula, Janbu, Modified ENR Formula, Navy Mc-Kay Formula. Berdasarkan keenam metode tersebut diperoleh dynamic capacity tiang pancang terhadap boring log 1-5. Berikut adalah contoh hasil analisis.

Danish Formula
C<sub>1</sub> P<sub>11</sub>(ton) Eytelwein Formula Pu(ton) Gates Formula P<sub>ii</sub> (ton) Modified ENR Formula Navy Mc-Kay Formula C<sub>1</sub> P<sub>u</sub>(ton) Final Set (mm) Panjang Pile (m) Pu(ton) 14.00 118.67 85.85 143.28 1 Blok PS-11I 2 Blok PS-11I 41.33 14.00 95.04 0.06 215.69 134.45 218.5 416.05 154.55 100.43 182.57 14.00 138.48 4 Blok PS-11 47.00 14.00 95.04 0.06 213.79 126.07 211.73 19.06 153.51 92.57 160.56 160.00 14.00 5 Blok PS-11 6 Blok PS-111 4 33 10 40 70.60 310 20 338 59 0.94 28119 19 163 74 193.78 254 26 1 28 1909.06 14.00 110.00 1 Blok PS-12 2 Blok PS-12 45.00 14 00 95.04 0.06 214 46 128 90 214.0 1.0 19.86 153.87 95.20 167.70 98.00 3 Blok PS-12 4 Blok PS-12 40.00 14.00 95.04 0.06 216.14 136.59 220.31 444.24 154.79 102.48 188 66 143.81 95.04 102.00 78.54 52.61 5 Blok PS-121 0.06 196.95 160.81 147.55 1.73 1.97 943.29 757.41 8.00 9.50 14.00 95.04 0.06 220.81 305.96 11106.10 106.88 200.66 16.00 212.58 192.06 108.62 0.06 296.82 181.55 1 Blok PS-131 9000.91 98.09 214.98 188.03 282.93 150.07 170 19 590.2 3 Blok PS-13 9.00 90.9 224.63 165.05 198.40 1.65 850.93 9.00 12.50 84.86 0.06 240.25 237.78 299.70 7834.99 88.68 172.29 204.16 1.54 870.32 5 Blok PS-13I 8.00 88.93 0.06 235.18 233.51 305.96 0.99 10392.14 102.56 167.59 206.26 1.62 964.46 192.08 284.39 173.12 6 Blok PS-13 1 Blok PS-14 11.00 101.83 0.06 218.92 197.47 289.02 6293.90 81.46 153.45 178.87 1.85 669.70 0.06 6168.0 3 Blok PS-141 4 Blok PS-14I 91.65 0.06 221.45 147.23 226.6 1.00 543.86 159.12 90.00 101.83 83.62 10.91 140.02 56.42 1.85 81.85 5 Blok PS-14I 0.06 6 Blok PS-14 216.64 206.61 838.48 745.54 9.00 14.00 95.04 0.06 299.70 8775.19 160.61 194.82 7361.76 98.43 294.09 10.00 87.61 156.94 186.56 3 Blok PS-15 0.06 4 Blok PS-15 7.00 88.25 0.06 236.47 239.93 0.99 13469.79 116.51 168.59 1104 99 5 Blok PS-15 4.50 278.25 336.58 29334.22 169.36 180.42 241.28 1776.61 6 Blok PS-15 12.00 12.50 84.86 0.06 239.00 223.85 284.39 0.98 4407.18 66.76 171.64 187.78 1.54 652.74 3 Blok PS-16 0.06 232.31 313.0 13987.86 164.69 210.00 1091.35 7.00 91.65 0.06 232.31 13987.86 119.23 164 69 210.00 1 67 1091 3 285.3 5 Blok PS-16 5.67 74.67 324.3 17392.06 129.74 187.02 238.02 1436.82 30011.83 4.33 292.81 338.59 186.32 247.80 6 Blok PS-16L 3 Blok PS-17I 6.00 0.06 246.72 0.99 18192.85 169.60 1292.39 4 Blok PS-17I 13.00 88.25 234.19 214.48 181.55 272.86 236.24 5 Blok PS-171 11.80 80.11 248.95 330.98 0.97 23963.80 179.37 236.50 1594.83 12.60 299.70 203.49 6 Blok PS-17

Tabel 4. Contoh Analisis Dynamic Capacity

303.79

330.98

0.98

0.97

9065.63

23963.80

153.31

179.37

208.88

236.50

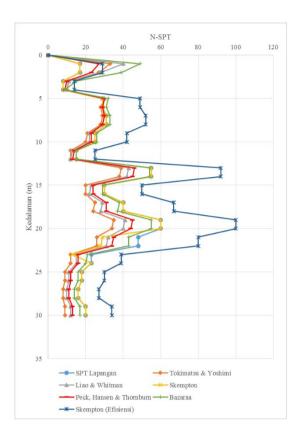
942.33

1594.83

### 6. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian teknis, analisis, dan pembahasan dari proyek konstruksi jalan tol JKC dapat disimpulkan bahwa:

1. Dilakukan studi N-SPT lapangan dengan N-SPT koreksi dari berbagai metode ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 3. Contoh Grafik N-SPT Koreksi Zona A

2. Studi N-SPT koreksi untuk perhitungan daya dukung dengan berbagai metode memberikan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Metode Analisis N-SPT Koreksi dan Daya Dukung Tiang yang Paling Mendekati Hasil Uji PDA dan Beban Desain

Deskripsi	Zona	A	В	С	D	E
Faktor N-SPT koreksi untuk daya	N-SPT Koreksi	Bazaraa	Skempton (Efisiensi)	empton (Efisiensi) Tokimastu and Yoshimi		Liao and Whitman
dukung tiang yang mendekati hasil PDA	Daya Dukung	Semua	Brown	Schmertmann	Meyerhoff	Schmertmann
Faktor N-SPT koreksi untuk daya dukung tiang yang mendekati beban	N-SPT Koreksi	Tokimastu and Yoshimi	Tokimastu and Yoshimi	Tokimastu and Yoshimi	Tokimastu and Yoshimi	Tokimastu and Yoshimi
desain	Daya Dukung	Schmertmann	Meyerhoff	Schmertmann	Schmertmann	Schmertmann

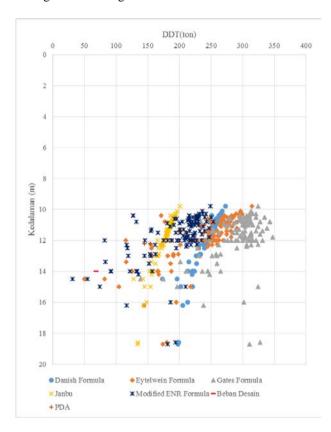
Deskripsi	Zona	D	E	
Faktor N-SPT koreksi untuk daya	N-SPT Koreksi	Bazaraa	Liao and Whitman	
dukung tiang yang mendekati hasil PDA	Daya Dukung	Meyerhoff	Schmertmann	
Faktor N-SPT koreksi untuk daya dukung tiang yang mendekati beban	N-SPT Koreksi	Tokimastu and Yoshimi	Tokimastu and Yoshimi	
desain	Daya Dukung	Schmertmann	Schmertmann	

3. Berdasarkan studi N-SPT tersebut, maka 338 tiang yang terpancang memberikan gambaran persentase sebagai berikut:

Tabel 6. Persentase Tiang yang Melebihi Beban Desain

Zona Metode	A	В	С	D
Schmertmann	100	10.96	100	100
Brown	100	95.89	100	100
Meyerhoff	100	36.99	100	100

4. Dilakukan analisis dinamik dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Contoh Grafik DDT vs Kedalaman Zona A Pile Dynamic Formula

## 7. DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E. (1988). Foundation Analysis and Design (Fifth Edition). McGraw-Hill Companies Inc, Singapore. Deep Foundation Research Institute. (2013). Manual Pondasi Tiang Edisi 5. Geotechnical Engineering Center, Bandung.

Gunawan, Rudy. 1983. Pengantar Teknik Fondasi. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.