

Analisis Daya Dukung Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Gedung BNI KCP Gunung Sahari Jakarta

Zulfa Nur Hidayat¹, Imam Aschuri², Desti Santi Pratiwi³

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: znurh02@gmail.com

ABSTRAK

Pada proyek pembangunan BNI KCP Gunung Sahari Jakarta fondasi yang digunakan adalah fondasi tiang pancang dengan sistem group pile yang memiliki jumlah tiang yaitu satu tiang, dua tiang, tiga tiang, empat tiang dan enam tiang. Skripsi ini bertujuan untuk membandingkan hasil analisis daya dukung dilapangan dengan hasil perhitungan dengan metode yang ada. Untuk tiang tunggal dari data sondir menggunakan metode Aoki dan De Alencar pada titik S2 dan dari data SPT menggunakan metode Reese dan Wright serta penurunan tiangnya menggunakan metode Mayerhoff. Untuk kelompok tiang menggunakan metode Converse-Labbare Formula serta penurunan tiang menggunakan metode Poulos dan Davis. Seluruhnya akan dimodelkan menggunakan PLAXIS 3D. Untuk tiang tunggal hasil analisis dari data sondir, SPT dan PLAXIS 3D akan dibandingkan dengan hasil PDA Test sedangkan hasil analisis kelompok tiang dari data sondir dan SPT akan dibandingkan dengan hasil pemodelan menggunakan PLAXIS 3D. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan daya dukung dari PDA Test lebih besar dari data Sondir, SPT dan Pemodelan dengan PLAXIS 3D

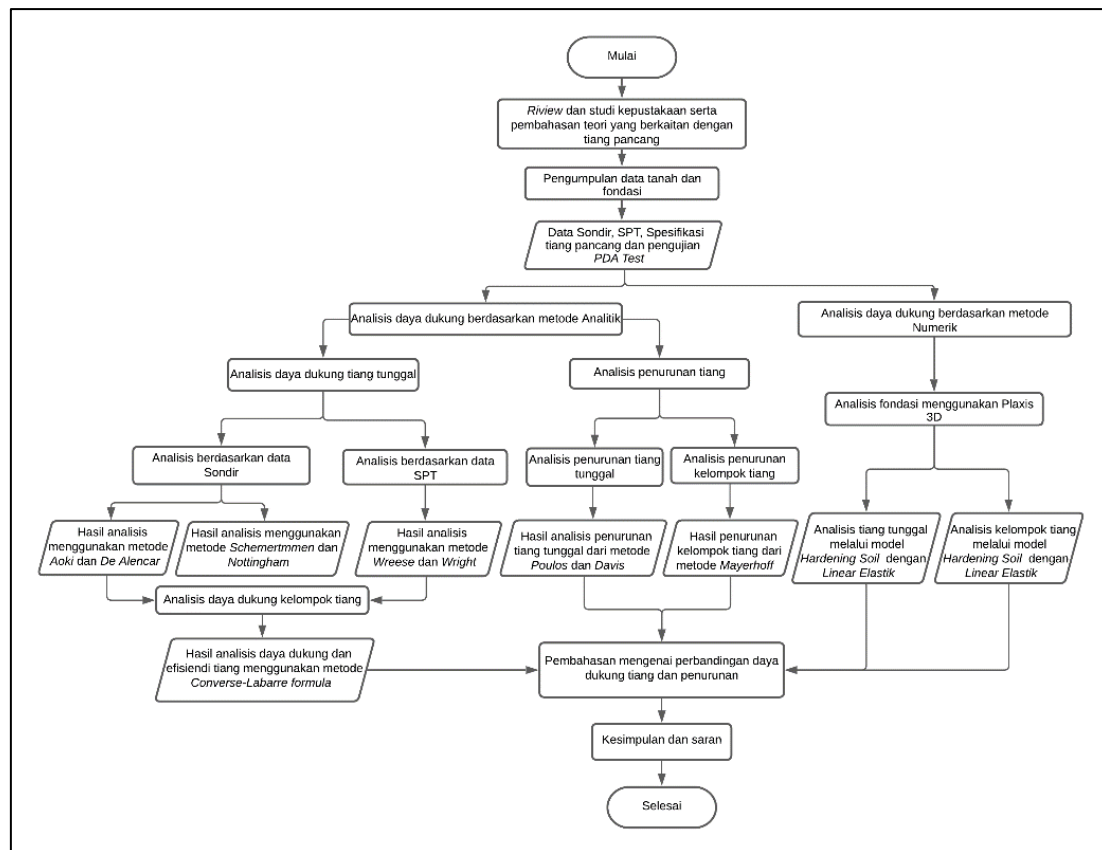
Kata Kunci: *Tiang Pancang, Daya Dukung, Sondir, SPT, PLAXIS 3D*

1. PENDAHULUAN

Pada proyek pembangunan BNI KCP Gunung Sahari Jakarta digunakan pondasi tiang pancang dengan sistem kelompok tiang dan memiliki jumlah tiang yaitu satu tiang, dua tiang, tiga tiang, empat tiang dan enam tiang. Adapun latar belakang tugas akhir ini adalah untuk membandingkan hasil penyelidikan lapangan dari sondir, hasil penyelidikan lapangan dari SPT dan perhitungan dengan menggunakan Plaxis 3D yang hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan pengujian di lapangan yaitu PDA Test. Pada saat menghitung daya dukung pondasi tiang dari hasil ketiga alat uji tersebut diketahui selisihnya.

2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian digambarkan dengan diagram alir yang menyampaikan tahapan kegiatan yang akan dilakukan pada saat penelitian dari awal sampai akhir. Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini berupa Borlog, data sondir, PDA Test dan spesifikasi tiang pancang. Berikut ini merupakan diagram alir yang akan disajikan dalam penelitian analisis daya dukung tiang pancang pada proyek revitalisasi gedung KCP BNI Gunung Sahari Jakarta dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Bagan alir penelitian

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Analisis daya dukung tiang tunggal dari data sondir Dengan metode Aoki dan De Alencar

Hasil perhitungan dari data sondir dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencar di hitung persatu meter pada titik S2 dengan diameter tiang sebesar 30 cm, didapat daya dukung ujung dan daya dukung selimut tiang sehingga didapat daya dukung ultiminya persatu meter. Selengkapnya hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil perhitungan persatu meter pada titik S2

Kedalaman (m)	Tebal (m)	qc (kg/cm ²)	Fb	qca (kg/cm ²)	qb (kg/cm ²)	Qb (ton)	alfa s	Fs	qc side (kg/cm ²)	f (kg/cm ²)	Qs (ton)	Qs Kumulatif (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
1	1	2	1,75	7,86	4,49	4,04	0,03	3,5	3,67	0,03	0,38	0,38	4,42	1,77
2	1	20	1,75	14,62	8,35	7,52	0,03	3,5	7,45	0,06	0,77	1,14	8,28	3,31
3	1	35	1,75	16,47	9,41	8,47	0,03	3,5	12,44	0,11	1,28	2,42	9,75	3,90
4	1	10	1,75	14,90	8,51	7,66	0,03	3,5	14,10	0,12	1,45	3,87	9,11	3,64
5	1	12	1,75	13,32	7,61	6,85	0,03	3,5	13,23	0,11	1,36	5,23	8,21	3,28
6	1	10	1,75	9,82	5,61	5,05	0,03	3,5	12,58	0,11	1,29	6,53	6,35	2,54
7	1	8	1,75	10,61	6,06	5,46	0,03	3,5	12,00	0,10	1,23	7,76	6,69	2,68
8	1	25	1,75	19,69	11,25	10,12	0,03	3,5	11,80	0,10	1,21	8,98	11,34	4,54
9	1	35	1,75	37,25	21,29	19,16	0,03	3,5	13,70	0,12	1,41	10,39	20,57	8,23
10	1	75	1,75	100,65	57,51	51,76	0,03	3,5	17,49	0,15	1,80	12,18	53,56	21,42
11	1	250	1,75	171,15	97,80	88,02	0,03	3,5	31,02	0,27	3,19	15,37	91,21	36,48

3.2 Analisis daya dukung tiang tunggal dari data SPT dengan metode Reese & Wright, 1977

Hasil perhitungan dari data SPT dengan menggunakan metode Reese & Wright, 1977 dihitung perdua meter dengan diameter tiang sebesar 30 cm didapat daya dukung ujung tiang dan daya dukung selimut tiang sehingga didapat daya dukung ultimitnya perdua meter. Selengkapnya hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Perdua Meter dari Data SPT

Deskripsi Tanah	Kedalaman (m)	N SPT	N	Cu (ton/m ²)	qp (ton/m ²)	Qp (ton)	f (ton/m ²)	Qs (ton)	Qs Kumulatif (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
Lempung, sedikit berpasir, berwarna abu tua, basah dan keras	2	8	-	4,8	43,2	3,888	2,64	6,336	6,336	10,224	4,090
	4	3	-	1,8	16,2	1,458	0,99	2,376	8,712	10,17	4,068
	6	1	-	0,6	5,4	0,486	0,33	0,792	9,504	9,99	3,996
	8	20	14	-	98	8,82	3	7,2	16,704	25,524	10,210
Pasir, berbutir halus hingga kasar, berkerikil dan padat	10	43	32,17	-	225,17	20,265	6,45	15,48	32,184	52,449	20,980
	12	53	45,83	-	320,83	28,875	7,95	19,08	51,264	80,139	32,056
	14	54	52	-	364	32,76	8,1	19,44	70,704	103,464	41,386
	16	60	57,83	-	400	36	9	21,6	92,304	128,304	51,322
	18	60	59	-	400	36	9	21,6	113,904	149,904	59,962
	20	49	52,67	-	368,67	33,18	7,35	17,64	131,544	164,724	65,890
Lempung, sedikit berpasir, berwarna abu tua, lembab serta sedang	22	40	-	24	216	19,44	13,2	31,68	163,224	182,664	73,066
	24	26	-	15,6	140,4	12,636	8,58	20,592	183,816	196,452	78,581
	26	16	-	9,6	86,4	7,776	5,28	12,672	196,488	204,264	81,706
	28	15	-	9	81	7,29	4,95	11,88	208,368	215,658	86,263
	30	22	-	13,2	118,8	10,692	7,26	17,424	225,792	236,484	94,594

3.3 Kapasitas daya dukung kelompok tiang

Hasil perhitungan kapasitas daya dukung kelompok tiang dengan konfigurasi dua tiang, tiga tiang, empat tiang dan enam tiang menggunakan metode Converse Labarre Formula dengan diameter tiang sebesar 30 cm dapat dilihat pada **Tabel 5**.

3.4 Penurunan Kelompok Tiang

Hasil perhitungan penurunan tiang tunggal menggunakan metode Poulos dan Davis serta penurunan kelompok tiang menggunakan metode Mayerhoff 1976 dengan beban yang bekerja merupakan beban struktur bangunan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 10**.

3.5 Pemodelan kelompok tiang dengan menggunakan Plaxis 3D

Pada analisis daya dukung tiang pancang metode numerik digunakan data tanah dari korelasi-korelasi N-SPT serta parameter tiang yang bersumber menurut [5] dan pile cap dari formula yang ada sehingga nilai parameter dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

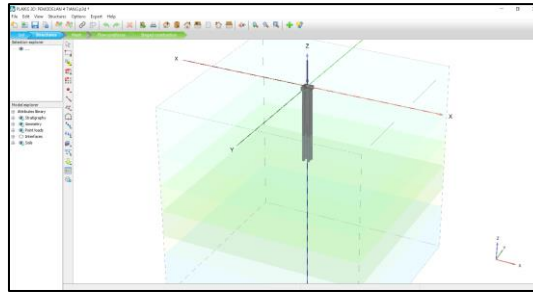
Tabel 3 Parameter Beton

Parameter	Pile	Pilecap	Satuan
Model	Linear Elastic	Linear Elastic	-
Type	No-porous	No-porous	-
Y	24	24	kN/m ³
E	28590000	24650000	kN/m ²
v	0.1	0.1	-

Tabel 4 Parameter Tanah

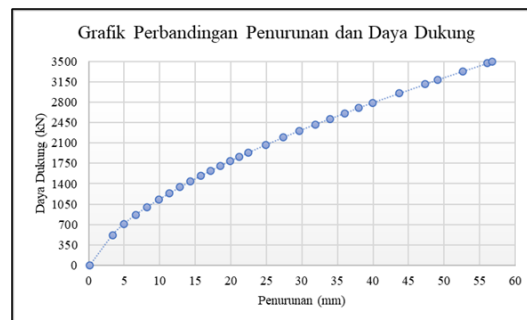
Parameter	Lempung I	Pasir I	Pasir II	Pasir III	Lanau	Lempung II	Satuan
NSPT	3	30	43	60	36	16	-
Kedalaman	0 - 7.5	7.5 - 12	12 - 16	16 - 20	20 - 23	23 - 30	m
Model	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	-
Type	Undrained A	Drained	Drained	Drained	Undrained A	Undrained A	-
Y_{unsat}	13	20	20	21	17	17	kN/m ³
Y_{sat}	14	21	21	22	18	18	kN/m ³
E	3600	50000	55000	70000	35000	11200	kN/m ²
E_{50,ref}	3600	50000	55000	70000	35000	11200	kN/m ²
E_{oed,ref}	2880	40000	44000	56000	28000	8960	kN/m ²
E_{ur,ref}	10800	150000	165000	210000	102000	33600	kN/m ²
Power	1	0.5	0.5	0.5	1	1	m
v'	0.5	0.25	0.2	0.2	0.3	0.4	-
c'	5	3	3	4	20	10	kN/m ²
φ'	10	40	43	50	25	20	°

Hasil analisis tiang pancang antara model *hardening soil* dan *Linear Elastic*. Dengan geometri pemodelan tiang untuk empat tiang dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Geometri pemodelan empat tiang

Untuk analisis empat tiang menggunakan beban yang bekerja sebesar 2500 kN didapat daya dukung sebesar 1825 kN dan beban struktur yang besarnya 1683.81 kN didapat penurunan sebesar 23.05 mm. Hasil analisis untuk empat tiang ini dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Grafik perbandingan penurunan dengan daya dukung

3.6 Hasil Perbandingan

Perbandingan daya dukung kelompok tiang yang dilakukan dengan metode numerik yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**.

Tabel 5 Daya Dukung Tiang

Jumlah Tiang	Daya Dukung Tiang Pancang (kN)		
	Sondir	SPT	Plaxis
1	912,12	801,4	702
2	1379,125	1211,716	1305
3	2435,36	2139,748	1875
4	2465,547	2429,845	2100
6	3448,813	3293,754	2600

Tabel 6 Presentase Perbedaan dari Hasil sondir dan SPT dengan Plaxis 3D

Jumlah Tiang	Persentase Perbedaan (%)	
	Sondir	SPT
1	29,9	12,4
2	5,7	7,2
3	29,9	12,4
4	17,4	13,6
6	32,7	21,1
Rata-rata	23,1	13,3

Faktor yang mempengaruhi perbedaan adalah jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang pancang tersebut. Semakin banyak jumlah tiang nilai efisiensi tiang lebih kecil, namun pada kelompok tiga tiang nilainya berbeda dikarenakan jarak antar tiang yang berbeda.

Tabel 7 Efisiensi Kelompok Tiang

Jumlah Tiang	Efisiensi Kelompok Tiang	
	Analitik	Numerik
2	0,997	0,93
3	0,89	0,89
4	0,758	0,75
6	0,685	0,62

Perbandingan hasil daya dukung tiang tunggal dari metode Sondir, SPT dan Plaxis 3D akan dibandingkan dengan hasil dilapangan yaitu metode PDA Test yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4.8** dan **Tabel 4.9** untuk titik 1'B-05

Tabel 8 Daya Dukung Tiang Tunggal Pada Titik 1'B-05

Daya Dukung Tiang Tunggal (kN)			
Sondir	SPT	Plaxis	PDA
912,12	801,4	702	1030

Tabel 9 Presentase Perbedaan dari Hasil Sondir, SPT dan Plaxis 3D dengan PDA Test Tiang Tunggal pada Titik 1'B-05

Presentase Perbedaan Daya Dukung (%)		
Sondir	SPT	Plaxis
11,4	22,1	31,8

Hasil perbandingan penurunan kelompok tiang pancang yang dilakukan dengan metode analitik dibandingkan dengan metode numerik yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 10** dan **Tabel 11**.

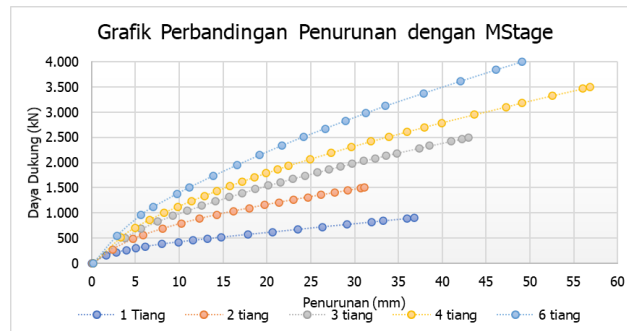
Tabel 10 Penurunan Tiang Pancang

Jumlah Tiang	Penurunan Tiang Pancang (mm)	
	Analitik	Numerik
1	0.662	0.8
2	2.8	2.4
3	8.8	10
4	16.9	18
6	20.1	20

Tabel 11 Presentase Perbedaan Penurunan

Jumlah Tiang	Presentase Perbedaan (%)
1	17.3
2	14.3
3	12
4	6.1
6	0.5

Hasil analisis numerik pada kelompok tiang dilakukan dengan menggunakan Plaxis 3D didapat perbandingan antara daya dukung dan penurunan yang akan dibandingkan antara jumlah tiang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Grafik perbandingan daya dukung dengan penurunan perkelompok tiang

4. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Perhitungan dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Analisi daya dukung tiang pancang dari data sondir menggunakan metode Aoki dan De Alencar pada titik S2 sebesar 91.2 ton dan memiliki presentase perbedaan dengan hasil dari PDA Test sebesar 11.4% pada titik 1'B-05.
2. Analisis daya dukung tiang pancang dari data SPT menggunakan metode Rheese dan Wright sebesar 80.14 ton dan memiliki presentase perbedaan dengan hasil dari PDA Test sebesar 22.1% pada titik 1'B-05.
3. Analisis daya dukung tiang pancang menggunakan pemodelan dari Plaxis sebesar 70.2 ton dan memiliki presentase perbedaan dengan hasil dari PDA Test sebesar 31.8% pada titik 1'B-05.
4. Hasil analisis daya dukung kelompok tiang menggunakan metode Converse Labarre Formula yang dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan Plaxis 3D dengan rata-rata presentase perbedaan dari data sondir sebesar 23.1% dan dari data SPT sebesar 13.3%.
5. Efisiensi kelompok tiang berdasarkan metode numerik dan analitik tidak memiliki perbedaan. Namun pada kelompok tiga tiang nilai efisiensi dipengaruhi oleh jarak antar tiang yang berbeda sehingga nilainya lebih besar dibandingkan dengan kelompok dua tiang.
6. Saat perhitungan pondasi hasil dari data sondir, SPT, PDA Test dan Plaxis 3D hasil perhitungan melebihi beban yang bekerja namun dengan hasil perhitungan yang berbeda-beda hal ini disebabkan oleh parameter tanah yang digunakan berdasarkan asumsi menggunakan nilai korelasi dan berbedanya titik yang ditinjau.

Daftar Rujukan

- [1] Das, B.M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II (Noor Endah Mochtar & Indrasurya B. Mochtar, Penerjemah)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [2] Hardiyatmo, H.C. (2015). *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- [3] Bowles. (1995). *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japan.
- [4] Poulos, H. G. & Davis, E.H. (1968). *The Settlement Behavior of Single Axially Loaded Incompressible Pile and Piers*, Geotechnique, Vol. 18, no. 3.
- [5] Look, B. (2007). *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. Taylor Francis Grup, London. ISBN 978041543038