

ANALISA DAYA DUKUNG MINIPILE MENGGUNAKAN METODE MEYERHOF BERDASARKAN DATA SPT DAN PDA (STUDI KASUS : TAXIWAY BANDARA APT PRANOTO SAMARINDA)

**Santi Yatnikasari^{1*}, Vebrian², Dheka Shara Pratiwi³, Fitriyati Agustina⁴,
Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana⁵**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Jalan Ir. H. Juanda No. 15, Samarinda, Kalimantan Timur

*Email : sy998@umkt.ac.id

Abstrak

Daya dukung tanah sangat diperlukan dalam sebuah perencanaan suatu konstruksi. Pengujian daya dukung tanah dilakukan untuk mengidentifikasi kemampuan tanah dalam menahan beban bangunan yang disalurkan melalui fondasi. Pada penelitian ini dilakukan analisis daya dukung tiang pancang pada proyek pembangunan taxiway di bandara APT Pranoto. Perencanaan fondasi yang digunakan adalah fondasi mini pile dengan ukuran 20 x 20 cm. Data yang digunakan yaitu data Standar Penetration Test (SPT) dengan menggunakan metode Meyerhof dan dibandingkan dengan pengujian Pile Driving Analyzer (PDA) Test yang merupakan pengujian langsung pada fondasi tiang pancang. Berdasarkan hasil analisis data, perhitungan daya dukung ijin tiang mini pile berdasarkan data SPT diperoleh rata-rata dari 4 titik pengujian yaitu $Q_p = 31,43$ ton, $Q_s = 18,94$ ton, $Q_u = 50,37$ ton, dan $Q_{ijin} = 16,79$ ton. Sedangkan daya dukung mini pile berdasarkan data PDA padatitik 7-3 diperoleh $Q_p = 32,20$ ton, $Q_s = 51,50$ ton, $Q_u = 83,5$ ton, dan $Q_{ijin} 30,90$ ton. Dari hasil perhitungan, dinyatakan bahwa hasil pengujian PDA test lebih besar dibandingkan hasil dari pengujian SPT sehingga daya dukung mini pile dinyatakan memenuhi nilai perencanaan dan aman.

Kata kunci : *fondasi mini pile, Pile Driving Analyzer (PDA) Test, Standar Penetration Test (SPT)*

Abstrak

The bearing capacity of the soil is very necessary in planning a construction. The soil bearing capacity test is carried out to identify the soil's ability to withstand building loads that are channeled through the foundation. In this study, an analysis of the carrying capacity of the piles on the taxiway construction project at the APT Pranoto airport was carried out. The foundation planning used is a mini pile foundation with a size of 20 x 20 cm. The data used are Standard Penetration Test (SPT) data using the Meyerhof method and compared with the Pile Driving Analyzer (PDA) Test which is a direct test on the pile foundation. Based on the results of data analysis, the calculation of the carrying capacity of mini piles based on SPT data obtained an average of 4 test points, namely $Q_p = 31.43$ tons, $Q_s = 18.94$ tons, $Q_u = 50.37$ tons, and $Q_{ijin} = 16, 79$ tons. While the carrying capacity of the mini pile based on PDA data at points 7-3 obtained $Q_p = 32.20$ tons, $Q_s = 51.50$ tons, $Q_u = 83.5$ tons, and $Q_{ijin} 30.90$ tons. From the calculation results, it is stated that the results of the PDA test are greater than the results of the SPT test so that the carrying capacity of the mini pile is declared to meet the planning value and is safe.

Keywords : *mini pile foundation, Pile Driving Analyzer (PDA) Test, Standar Penetration Test (SPT)*

1. PENDAHULUAN

Bandar udara merupakan sarana utama penunjang transportasi udara yang memiliki fungsi sebagai simpul utama pergerakan pesawat, penumpang, dan barang atau *cargo* (Permenhub 69, 2013). Bandar udara membutuhkan perencanaan yang baik dalam menunjang fasilitas antar modanya. Fasilitas bandar udara antara lain *runway*, *taxiway*, dan *apron* yang harus memenuhi standar baik dari ukuran maupun kekuatannya.

Bandara APT Pranoto Samarinda atau Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda merupakan bandar udara yang berada di provinsi Kalimantan Timur tepat di Kota Samarinda. Bandar APT Pranoto memiliki luas area sebesar 13 Hektar, serta terdiri dari *runway*

sebesar 2.250 x 45 meter, *taxiway* sebesar 173 x 23 meter, *apron* sebesar 300 x 123 meter, hanggar seluas 36.324,4 m² dan bangunan penunjang bandara lainnya seperti gedung administrasi, gedung ATC, serta perumahan karyawan (Pemprov Kaltim, 2018).

Taxiway merupakan jalan bagi pesawat yang sedang beroperasi di darat dan sebagai jalan penghubung antara *runway* dan *apron*. Sedangkan paralel *taxiway* merupakan *taxiway* yang sejajar dengan *runway* dan memiliki panjang yang sama maupun kurang dari panjang *runway* serta memiliki fungsi menghubungkan *taxiway* dengan biasa dengan *apron*. *Taxiway* antara *runway* dan *apron* dibuat sependek mungkin dan langsung agar pilot tidak memelurkan instruksi yang banyak

dari Control Tower untuk mengemudikan pesawat dari runway ke apron begitupun sebaliknya.

Untuk menunjang peningkatan pelayanan bandara APT Pranoto, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur mengalokasikan anggaran dana untuk pelaksanaan kegiatan proyek Pekerjaan Pembuatan *Paralel* dan *Right Angle Taxiway* Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda.

Pada perencanaan pekerjaan tersebut menggunakan tipe fondasi dalam yaitu fondasi mini pile. Hal tersebut didasari dari hasil perencanaan, dimana hasil diperoleh dari karakteristik tanah yang berada pada kawasan bandar APT Pranoto.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah merupakan upaya untuk mendapatkan informasi terkait dari karakteristik dari tanah yang akan digunakan sebagai perencanaan awal dalam konstruksi. Dengan adanya data tanah, maka akan mempermudah dalam menganalisis tanah yang terdapat pada kawasan tersebut sehingga pada tahap pelaksanaan konstruksi, pelaksana dapat menentukan suatu metode pekerjaan yang baik sesuai kondisi tanah yang berada pada lokasi pekerjaan. Pengujian sebaiknya perlu dilakukan pengecekan pada tiang fondasi untuk memastikan hasilnya (Hardiyatmo, 2015).

2.2 Daya Dukung Mini Pile Berdasarkan Data SPT

Daya dukung fondasi tiang pancang dapat ditentukan berdasarkan *End Bearing* (tahanan ujung) dan *Friction* (pelekat) tiang dengan tanah. Kapasitas dukung tiang merupakan kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban (Hardiyatmo, 2011). Kapasitas daya dukung fondasi tiang dapat diketahui dengan menganalisa data hasil pengujian berupa data SPT yang sudah didapat dan melakukan pengujian PDA Test. Karena itu diperlukan evaluasi terhadap metode tersebut sehingga didapatkan metode yang memberikan nilai daya dukung tiang yang mendekati nilai sesungguhnya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui daya dukung fondasi mini pile dengan menggunakan metode *Meyerhof* (Meyerhof, 1963). Menurut Yusti (2014) metode *Meyerhof* dengan menggunakan data SPT paling mendekati dengan hasil pengujian PDA pada tanah lempung dengan menggunakan tiang pancang.

Berdasarkan Data *Standar Penetration Test* (SPT) dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini :

$$a) Q_p = 4 \cdot A_p \cdot N_p \quad (1)$$

dengan :

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas penampang ujung tiang (ft^2)

N_p = Nilai N-SPT di sekitas ujung tiang

$$b) Q_s = \frac{A_s \times N}{50} \quad (2)$$

dengan :

Q_s = Daya dukung friksi tiang (ton)

A_s = Luas selimut tiang (ft^2)

N_p = Nilai N-SPT rata-rata di sepanjang tiang

$$c) Q_{ult} = Q_p + Q_s \quad (3)$$

dengan :

Q_{ult} = Daya dukung *ultimate* tiang (ton)

Q_p = Daya dukung tiang (ton)

Q_s = Daya dukung friksi tiang (ton)

$$d) Q_{allow} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (4)$$

dengan :

SF = Angka Keamanan (2,5 – 4)

2.3 Daya Dukung Fondasi dengan PDA Test

PDA Test (Pile Driving Analysis) merupakan metode baru yang dianggap lebih efektif, karena pengujian ini memiliki kelebihan dibandingkan metode lainnya. Kelebihan dari PDA Test antara lain waktu pengujian cepat, membutuhkan ruang yang relatif kecil, dan dapat mengevaluasi daya dukung dan integritas struktur tiang dan dianalisis dengan CAPWAP. Hasil analisa CAPWAP memberikan data yang lebih rinci dari hasil pengujian PDA Test seperti perkiraan daya dukung tiang, distribusi kekuatan lapisan tanah dan simulasi pembebanan (Rausche, 1985). Pengujian PDA Test mengacu pada ASTM D-4945-08 (ASTM, 2008).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif analisis. Pengambilan data dilakukan di proyek Pembuatan *Paralel* dan *Right Angle Taxiway* Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda. Dalam penelitian ini menggunakan data hasil SPT dan dibandingkan dengan hasil daya dukung dari PDA Test. Untuk mengetahui daya dukung fondasi mini pile menggunakan metode *Meyerhof* (1976).

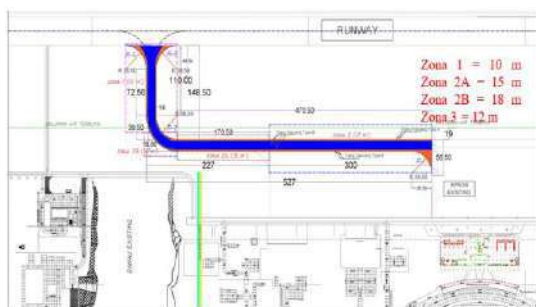
3.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Bandar Udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda, yang berlokasi di Jalan Poros Samarinda-Bontang, Kelurahan Sungai Siring, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan

Timur. Lokasi penelitian dan layout denah pemancangan bisa dilihat pada gambar 1 dan 2 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi proyek



Gambar 2. Layout denah pemancangan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Daya Dukung Mini Pile Berdasarkan Data SPT

Hasil analisis daya dukung *mini pile* menggunakan data SPT dapat dihitung dengan metode *Meyerhof*, perhitungan tersebut berdasarkan pada nilai SPT pada 4 titik yang bisa dilihat pada gambar 3 serta data SPT bisa dilihat pada tabel 1.



Gambar 3. Layout titik boring

Tabel 1.
 Standart Penetration Test (SPT)

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	N-SPT
0 - 2	Pasir Kelempungan (Timbunan), Warna Coklat Kemerahan Konsistensi lepas	4
2 - 4	Lempung, Plastisitas Tinggi, Warna Coklat s/d Coklat Kemerahan, Konsistensi lunak	3
4 - 6	Lempung, Plastisitas Tinggi, Warna Coklat s/d Coklat Kemerahan Konsistensi lunak	5
6 - 8	Lempung, Plastisitas Tinggi, Warna Coklat s/d Coklat Kemerahan Konsistensi lunak	2
8 - 10	Pasir Berlempung, Warna Coklat, konsistensi Sedang	21
10 - 12	Pasir Berlempung, Warna Coklat, konsistensi Sedang	13
12 - 14	Pasir Berlempung, Warna Coklat, konsistensi Sedang	19
14 - 16	Pasir Berbutir Halus hingga Kasar sedikit lempung	14
16 - 18	Pasir Berbutir Kasar, Warna Coklat, Konsistensi Padat	45
18 - 20	Batubara Sedikit Berpasir Padat, Warna Hitam, Konsistensi Keras	52
20 - 22	Batubara Sedikit Berpasir Padat Warna Hitam, Konsistensi Keras	51
22 - 24	Batubara Sedikit Berlempung keras Warna Hitam, Konsistensi Keras	50
24 - 26	Lempung Kepasiran Padat bercampur Batubara	50
26 - 28	Lempung Kepasiran Padat bercampur Batubara	50
28 - 30	Warna Coklat Kehitaman, Konsistensi Keras	53

Sumber : Hasil Data N-SPT

Tabel 2.
Propertis tanah

Kedalaman	N- SPT	
0	-	
2	4	
4	3	
6	5	
8	2	
10	21	10,4
12	13	12
14	19	12,8
16	14	
18	45	
20	52	
22	51	
24	50	
26	50	
28	50	
30	53	

Lokasi Ujung Tiang

Sumber : Hasil Analisis

Hasil perhitungan analisis daya dukung mini pile berdasarkan data *Standar Penetration Test (SPT)* pada 4 titik menggunakan metode Meyerhof dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3.
Hasil analisis daya dukung mini pile berdasarkan data SPT

Titik	Qp (Ton)	Qs (Ton)	Qu (Ton)	SF	QAllow (Ton)
BH-1	30,43	19,78	50,21		16,74
BH-2	13,78	8,49	22,27		7,42
BH-3	38,46	8,86	47,32	3	15,77
BH-4	43,06	38,63	81,68		27,23
Rata-rata	31,43	18,94	50,37		16,79

Sumber : Hasil Analisis

4.2 Hasil Daya Dukung Tiang Berdasarkan *Pile Driving Analyzer (PDA) Test*

Hasil pengujian *Pile Driving Analyzer (PDA) Test* pada proyek pembangua *taxiway* menggunakan *diesel hammer* kapasitas 1,8 ton pada 3 titik tiang fondasi mini pile. Hasil pengujian PDA Test bisa dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4.
Hasil pengujian PDA Test dan analisa CAPWAP

Zona Tiang	No. Tiang	PDA	Analisa CAPWAP				Final Set (mm/ blow)	BTA (%)
			Bearing Capacity (Ton)	Tahan an Selim ut (Ton)	Tahan an Ujung (Ton)			
2A	1	63	63,1	25,8	37,5	6,00	100	
	2	75	75,2	35,2	40,1	5,00	100	
	3	90	90,3	44,4	45,9	4,00	100	
2B	7-3	90	90,2	75,8	14,4	0.10	100	
	21-9	95	95,2	65,6	29,7	0.10	100	
	28-16	88	88,1	62,2	25,8	0.10	100	
	Rata-rata		83,5	83,7	51,5	32,2	2,60	100

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan gambar 1 diatas bahwa nilai pengujian *Pile Driving Analyzer (PDA) test* lebih besar dari hasil perhitungan *Standar Penetration Test (SPT)*. Hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa daya dukung tiang pada pengujian PDA Test dalam kondisi *ultimate*, maka daya dukungnya telah termobilisasi.

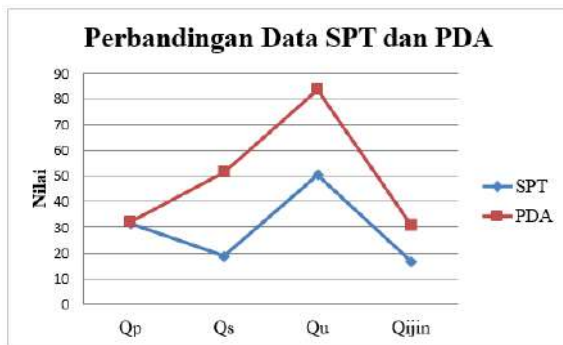
Tabel 5.
Perhitungan daya dukung tiang dengan *Pile Driving Analyzer (PDA)*

No	No. Tiang	PDA	SF	Qallow (Ton)
Zona 2A	1	63		21,00
	2	75	3	25,00
	3	90		30,00
Zona 2B	7-3	90		36
	21-9	95	3	38
	28-16	88		35,2
	Rata-rata		83,5	

Tabel 6.
Perbandingan Daya Dukung Berdasarkan Data SPT dan PDA

Keterangan	Qp	Qs	Qu	Qallow
SPT	31,43	18,94	50,37	16,79

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 1. Perbandingan data SPT dan PDA

5. KESIMPULAN

Pada proyek pembangunan *paralel* dan *right angle taxiway* bandar udara Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda, fondasi yang digunakan adalah fondasi *mini pile* dengan ukuran 20 x 20 cm. Pengujian *Standar Penetration Test (SPT)* yang terdapat di lapangan ada 4 titik, yakni titik BH-1, titik BH-2, titik BH-3, dan titik BH-4. Berdasarkan hasil perhitungan, daya dukung ijin fondasi *mini pile* dengan metode Meyerhof berdasarkan data *Standar Penetration Test (SPT)* didapat hasil rata-rata dari 4 titik pengujian yaitu $Q_p = 31,43$ ton, $Q_s = 18,94$ ton, $Q_u = 50,37$ ton, dan $Q_{allow} = 16,79$. Sedangkan hasil daya dukung *Pile Driving Analyzer (PDA)* Test pada titik 7-3 diperoleh $Q_p = 32,20$ ton, $Q_s = 51,50$ ton, $Q_u = 83,5$ ton, dan $Q_{allow} = 30,90$. Berdasarkan hasil dari kedua data tersebut, pengujian PDA Test lebih besar dibandingkan hasil dari perhitungan SPT dan daya dukung fondasi *mini pile* pada proyek tersebut sudah memenuhi nilai perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (2008) *Standard test method for high-strain dynamic testing of piles, D 4945-08*, Annual Book of ASTM Standards. ASTM, Philadelphia, PA, 4, 08.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). Method to Analyze the Deflection of the Nailed-slab System. *International Journal of Civil and Environmental Engineering IJCE-IJENS*, 11(4), 22-28.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). *Analisis Dan Perencanaan Fondasi I dan II*. Yogyakarta Gajah Mada University.
- Meyerhof, G. G. (1963). Some recent research on the bearing capacity of foundations. *Canadian geotechnical journal*, 1(1), 16-26.
- Pemprov Kaltim (2018). Bandara APT Pranoto Resmi Beroperasi. Biro Humas Sekretariat Daerah Prov. Kaltim. Availabel at: <https://katimprov.go.id/berita/bandara-apt-pranoto-resmi-beroperasi> (Accessed: 26 May 2022).
- Permenhub 69 (2013). *Tatanan Kebandarudaraan Nasional*. Menteri Perhubungan.
- Rausche, F., Goble, G. G., & Likins Jr, G. E. (1985). Dynamic determination of pile capacity. *Journal of Geotechnical Engineering*, 111(3), 367-383.
- Yusti, A., & Fahriani, 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)*. In Forum Profesional Teknik Sipil (Vol. 2, No. 1, p. 61239). Bangka Belitung University.