

ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA JEMBATAN KELAUQ KECAMATAN DAMAI KABUPATEN KUTAI BARAT

Fenny Novita Rosari

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Kalimantan Timur – Indonesia

shinfey92@gmail.com

INTISARI

Pondasi merupakan struktur bangunan bawah yang berfungsi sebagai penyalur beban di atasnya ke lapisan tanah pendukung. Daya dukung tiang pancang didapatkan dari hasil penyelidikan tanah dengan uji SPT dan tes PDA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan data SPT dan daya dukung tes PDA. Metode penelitian ini adalah secara kualitatif.

Hasil perhitungan didapatkan dari daya dukung tiang pancang menggunakan data SPT titik BH-01 metode meyerhoff ($Q_{ult} = 265,016$ ton), metode statik ($Q_{ult} = 116,175$ ton), metode luciano decourt ($Q_{ult} = 290,14$ ton) dan PDA titik K2, ($Q_{ult} = 235,82$ ton). Untuk hasil efisiensi kelompok tiang ($eff = 0,621$) berdasarkan data SPT daya dukung ultimate kelompok tiang didapat hasil dengan metode meyerhoff ($Q_{ag} = 197,337$ ton), metode statik ($Q_{ag} = 86,506$ ton), dan metode luciano decourt ($Q_{ag} = 216,042$ ton). Nilai antara data SPT dan tes PDA yang paling mendekati adalah hasil metode statik dengan ($Q_{ult} = 116,175$ ton) < ($Q_{ult} = 235,82$ ton).

Kata kunci : Pondasi Tiang Pancang Tiang Pipa Baja, Daya Dukung, Data SPT , PDA Test, CAPWAP.

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Damai adalah sebuah kecamatan di kabupaten Kutai Barat dengan tingkat kepadatan penduduk adalah 4,8 juta/km². Di desa Kelauq yang

merupakan salah satu desa di kecamatan Damai, dimana terdapat jalan yang mengalami longsor yang berjarak ± 2 km dari simpang kecamatan Damai. Berdasarkan narasumber bahwa

ruas jalan yang longsor terjadi sekitar antara tahun 2015-2016, dengan lebar \pm 1 meter.

Berdasarkan kerusakan tersebut pemerintah dan instansi melaksanakan pembangunan jembatan dengan panjang bentang 55 meter. Penelitian ini muncul karena seiring perkembangannya, struktur jalan dan jembatan menjadi bagian penting dalam kemajuan di setiap daerah. Oleh karena itu, proses perencanaan harus di perhitungkan dan dikerjakan dengan sebaik mungkin.

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah "Bagaimana perhitungan daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data SPT yang mendekati daya dukung tes PDA dan efisiensi kelompok tiang serta daya dukung ultimate kelompok tiang pada pembangunan jembatan kelauq?".

Pada kasus ini dibatasi hanya dalam pembahasan antara lain :

- Titik yang ditinjau menggunakan data SPT adalah titik BH-01.
- Tiang yang di uji menggunakan tes PDA adalah tiang K2.
- Metode yang digunakan untuk perbandingan daya dukung tiang adalah metode Meyerhoff, metode statik dan metode Luciano Decourt dengan hasil daya dukung tes PDA.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung daya dukung terhadap tiang pancang dari hasil data SPT yang mendekati daya dukung tes PDA serta efisiensi kelompok tiang pada pembangunan jembatan kelauq.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangsih dalam memperbanyak referensi dalam hal pemancangan, perhitungan daya dukung tiang pancang dengan beberapa metode, dan menambah wawasan serta pengetahuan secara khusus dibidang geoteknik.

2. DASAR TEORI

a. Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang adalah tiang yang merupakan bagian dari konstruksi pondasi bangunan yang digunakan untuk membantu mengurangi tekanan dari bangunan beserta seluruh isinya terutama jika tinggi bangunan lebih dari 3 lantai sementara struktur tanah di bawah bangunan terlalu lembek dimana tanah keras berada jauh di bawah.

Pondasi Tiang pancang adalah jenis Pondasi Dalam (*Deep Foundation*). Secara definitif, tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari berbagai bahan bangunan (kayu, beton atau baja) yang digunakan untuk mentransmisikan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah. Hal tersebut dapat merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros tiang pancang atau pemakaian beban secara

langsung terhadap lapisan yang lebih rendah sepanjang ujung tiang pancang.

Secara umum pemakaian pondasi tiang pancang dipergunakan apabila tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban di atasnya, dan juga bila letak tanah keras yang memiliki daya dukung yang cukup untuk memikul berat dari beban bangunan di atasnya terletak pada posisi yang sangat dalam. Dari alasan itulah maka dalam mendesain Pondasi tiang pancang mutlak diperlukan informasi mengenai:

- Data tanah dimana bangunan akan didirikan.
- Daya dukung dari tiang pancang itu sendiri (baik single pile ataupun group pile).
- Analisa *negative skin friction* (karena mengakibatkan beban tambahan).

Pengerjaan pemancangan didasari dengan memancang tanah sampai tanah keras

melalui lapisan tanah lempung, sehingga untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing*) dan *clef* (*friction pile*). *End bearing* merupakan tiang yang akan menyalurkan beban yang diterima dari struktur atas yang selanjutnya diteruskan melalui tahanan ujung ke lapisan tanah pendukung (tanah keras), bisa dikatakan ujung tiang ini menyentuh lapisan tanah keras. Sedangkan *Friction pile* merupakan suatu kondisi dimana lapisan tanah keras terletak jauh didalam tanah yang tidak memungkinkan pondasi tiang menyentuhnya, maka dapat dibuat tiang pancang yang dapat mengandalkan gesekan tanah pada sekeliling selimut pondasi tiang pancang.

b. Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT

SPT (*Standard penetration test*) adalah salah satu jenis uji tanah yang sering digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah selain CPT (*cone penetration test*). SPT

dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

– Metode Meyerhoff (1976)

Kapasitas daya dukung ujung tiang (Q_p) :

$$Q_p = A_p \cdot (38 \cdot N_b) \cdot (L/d) < 380 N_s \cdot (A_p)$$

Kapasitas daya dukung selimut tiang (Q_s) :

$$Q_s = 2 \cdot N_s \cdot A_s$$

Kapasitas daya dukung ultimate tiang (Q_{ult}) :

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Kapasitas daya dukung ijin tiang (Q_a) :

$$Q_a = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Dimana :

Q_p = kapasitas dukung ujung tiang (kN)

Q_s = kapasitas gesek di sepanjang tiang (kN)

L = kedalaman penetrasi (m)

D = diameter tiang (m)

Q_u = kapasitas ultimit tiang

(kN)

Nb = nilai N dari uji SPT pada tanah di sekitar dasar tiang

Ns = nilai N rata-rata uji SPT, di sepanjang tiang

As = luas selimut tiang (m²)

Ap = luas dasar tiang (m²)

Qa = kapasitas dukung ijin tiang
SF = faktor aman

– Metode Statik

Penentuan daya dukung pondasi tiang digunakan metode statik.

Kapasitas daya dukung ujung tiang (Qp) :

$$Qp = qd \times Ap$$

Kapasitas daya dukung selimut tiang (Qs) :

$$Qs = k \cdot Qp$$

Kapasitas daya dukung ultimate tiang (Qult) :

$$Qult = Qp + Qs$$

Kapasitas daya dukung ijin tiang (Qa) :

$$Qa = \frac{Qult}{SF}$$

Dimana :

k = keliling tiang pancang

qd = daya dukung tiang terpusat (t/m²)

Nb = N rata-rata pondasi pada ujung tiang

N₁ = harga N pada ujung tiang

N₂ = harga rata-rata jarak 4D dari ujung tiang

Qp = kapasitas dukung ujung tiang (kN)

Qs = kapasitas gesek di sepanjang tiang (kN)

– Metode Luciano Decourt (1982)

Kapasitas daya dukung selimut tiang (Qs) :

$$Qs = qs \times As$$

$$qs = Ns / 3 + 1$$

Kapasitas daya dukung ujung tiang (Qp) :

$$Qp = Np' \times K \times Ap$$

Kapasitas daya dukung ultimate tiang (Qult) :

$$Qult = Qp + Qs$$

Kapasitas daya dukung ijin tiang (Qa) :

$$Qa = \frac{Qult}{SF}$$

Dimana :

As = Luas selimut tiang (m²)

Ns = Nilai rata-rata SPT

selimut tiang sepanjang tiang tertanam

N_p' = Nilai rata-rata SPT pada bagian ujung tiang (blow/foot)

A_p = Luas penampang bagian ujung tiang (m^2)

K = Koefisien tanah untuk metode L. Decourt (1982)

Tabel 1. Koefisien Tanah (K)

Jenis Tanah	K (ton/m ²)
Lempung	
Lanau berlempung	
Lanau berpasir	
Pasir dan kerikil	

c. Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang

Effisiensi kelompok tiang (Eff) :

$$Eff = 1 - \theta \times \frac{(m-1) \times n + (n-1) \times m}{90^\circ \times m \times n}$$

Kapasitas daya dukung ultimate kelompok tiang (Q_{ag}) :

$$Q_{ag} = Q_a \cdot n \cdot Eff$$

Dimana :

m = jumlah tiang dalam satu baris

n = jumlah tiang dalam satu kolom

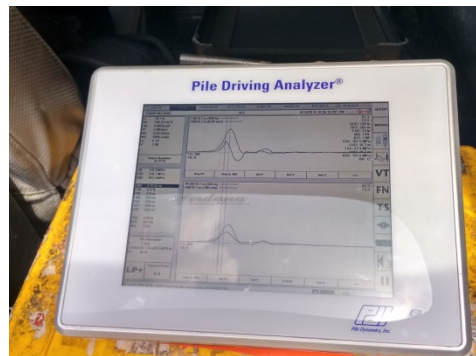
θ = arc $\text{tg} d/s$ (dalam derajat)

s = jarak antar as tiang.

d = diameter tiang.

d. *Pile Driving Analyzer (PDA) Test*

PDA Test atau *Pile Dynamic Analyzer Test* merupakan sebuah test untuk mengukur kapasitas tiang tekan secara dinamik pada pondasi dalam baik itu tiang pancang atau tiang bor, integritas tiang, dan energi dari *hammer*.



Gambar 1. PDA Test Model PAX

Yang bisa dihitung dari alat PDA diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas tiang termobilisasi, menggunakan simplified CASE method (RMX).
2. Tegangan tarik maksimum sepanjang tiang (TSX).
3. Energi maksimum yang ditransfer ke tiang selama tumbukan (EMX).

Tujuan pengujian PDA test adalah untuk mengetahui nilai daya dukung pondasi tiang tunggal integritas atau keutuhan tiang dan joint (sambungan pada tiang pancang) efisiensi dari transfer energi hammer ke tiang pancang dan sebagainya dari hasil analisa output.

Hasil keluaran (output) dari CAPWAP (G&P GEOTECHNICS SDN BHD, 2006) antara lain :

1. Daya Dukung Aksial Tiang (Ru - ton).
2. Integritas tiang / keutuhan tiang (BTA - %) dan Lokasi kerusakan dibawah sensor.
3. Penurunan maksimum tiang (Dx - mm) dan Penurunan permanen (DFN - mm).

Tabel 2. Penilaian Kerusakan Tiang

BTA (%)	Penilaian
100%	Tidak ada kerusakan
80-99%	Kerusakan ringan
60-79%	Kerusakan serius
< 60%	Patah

Tabel 3. Kode Pada PDA Test

KODE	KETERANGAN
BN	Pukulan
RMX	Daya dukung tiang [ton]
FMX	Gaya tekan maksimum [ton]
CTN	Gaya tarik maksimum [ton]
EMX	Energi maksimum yang ditransfer [tonm]
DMX	Penurunan maksimum [mm]
DFN	Penurunan permanen [mm]
STK	Tinggi jatuh palu [m]
BPM	Pukulan per menit
BTA	Nilai keutuhan tiang [%]
LE	Panjang tiang dibawah instrumen [m]
LP	Panjang tiang tertanam [m]
AR	Luas penampang tiang [cm ²]

Penentuan data tersebut pada umumnya diambil data dari transfer energi atau energi tersalurkan (EMX) yang paling besar /maksimum selama pelaksanaan re-strike dan terdata dalam program yang digunakan.

3. METODE PENELITIAN

a. Desain Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode analisis data kualitatif yaitu mendeskripsikan serta menganalisis data yang diperoleh, kemudian dijabarkan dalam bentuk perhitungan dan penjelasan yang sebenarnya berdasarkan hasil tinjauan atau survey dilapangan.

b. Teknik Pengumpulan Data

– Data Primer

Data primer adalah data yang diambil dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan atau pada obyek penelitian. Dalam menganalisa pelaksanaan perancangan jembatan ini data primer yang diperoleh adalah mengamati proses pekerjaan di lapangan sampai dengan pengujian langsung di lapangan serta survey lapangan untuk mengetahui keadaan sesungguhnya lokasi proyek dan keadaan sekitarnya.

– Data Sekunder

Data sekunder meliputi data tanah yang digunakan berdasarkan data hasil penyelidikan tanah pada lokasi proyek pembangunan yang ditinjau dan data struktur bangunan yang digunakan adalah gambar rencana proyek, meliputi gambar lokasi pembangunan dan gambar detail pembangunan berupa detail pile slab, detail tulangan

slab lantai, detail pondasi tiang, detail railing, dan detail trotoar.

c. Teknik Analisis Data

Agar penelitian ini dapat dilakukan dengan efektif dan efisien terlebih dahulu disusun rencana kerjanya sebagai berikut :

1. Tahap persiapan

Studi pustaka dimaksudkan untuk mendapatkan arahan, referensi dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui dimana lokasi atau tempat dilakukannya pengumpulan data yang diperlakukan dalam penyusunan perencanaan.

2. Tahap pengumpulan data

Pengumpulan data analisis pengaruh dilakukan dengan analisa langsung dengan mengkaji dokumen-dokumen terkait agar mendapatkan hasil yang benar dan tepat.

3. Tahap pelaksanaan

Tahap ini dimulai dengan menganalisa dokumen dan data terkait untuk mengetahui hasil perhitungan berdasarkan rumusan masalah pada objek yang ditinjau.

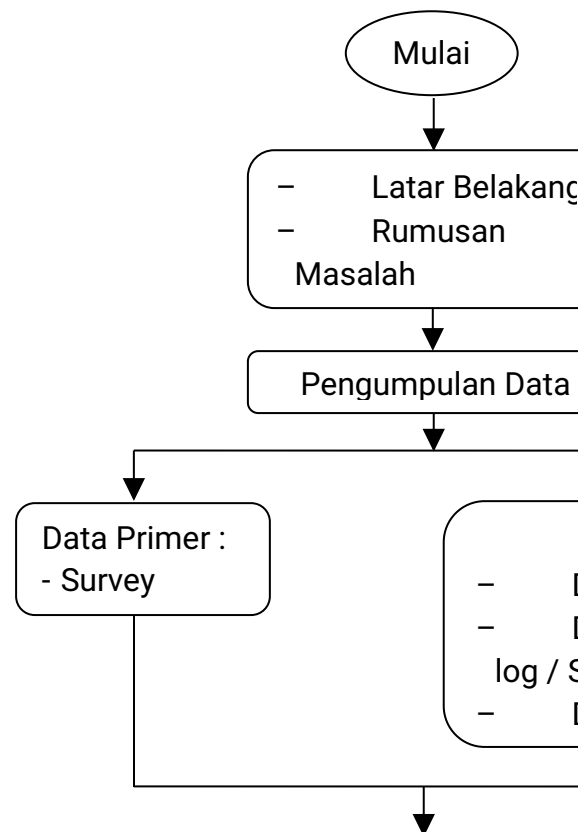
4. Tahap analisis data

Data hasil yang didapat dari proses analisis agar diperoleh suatu kesimpulan dari data-data yang ada.

5. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini untuk mengetahui daya dukung tiang dan efisiensi kelompok tiang serta metode yang mendekati dari data *Pile Driving Analyzer Test*.

d. *Flow Chart*



Analisa & Perhitungan Daya Dukung
Tiang Pancang :

1. Kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang pada jembatan berdasarkan data bor log/SPT dan PDA test.
2. Kapasitas daya dukung tiang tunggal dan efesiensi kelompok tiang

Kesimpulan dan Saran

Selesai

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan data SPT

– Metode Meyerhoff (1976)

Nilai N dari uji SPT disekitar dasar tiang	$N_b =$	60	
Nilai $N_{rata-rata}$ uji SPT di sepanjang tiang	$N_s =$	49,92	
Luas penampang tiang pancang	$A_p =$	0,126	m ²
Luas selimut tiang pancang	$A_s =$	15,072	m ²
Panjang ekivalen	$L =$	1,6	
Kapasitas dukung ujung tiang	$Q_p = A_b \cdot (38 \cdot N_b) \cdot (L/d) =$	1145,47	kN/m ²
Kapasitas gesek disepanjang tiang	$Q_s = 2 \cdot N_s \cdot A_s =$	1504,688	
Kapasitas daya dukung ultimate tiang	$Q_{ult} = Q_p + Q_s =$	2650,160	kN
	$=$	265,016	ton
Angka Keamanan	$SF =$	2,5	
Kapasitas daya dukung ijing tiang	$Q_a =$	106,006	ton

– Metode Statik

Harga N pada ujung tiang	$N_1 =$	60	pkl/30 cm
Nilai rata-rata N_{spt} pada jarak 4D dari ujung tiang	$N_2 =$	42,50	pkl/30 cm
Nilai N rata-rata untuk pondasi pada ujung tiang	$N_b =$	51,25	
Panjang ekivalen penetrasi tiang	$L = 4 \cdot D =$	1,60	
Luas penampang tiang pancang	$A_p = \pi / 4 \times D^2 =$	0,126	m ²

Daya dukung tiang terpusat	$q_d = 8 \cdot N_b =$	410,000	t/m ²
Daya dukung pada ujung pondasi tiang	$Q_p = q_d \times A_p =$	51,496	ton
Gaya geser maksimum selimut tiang	$Q_s = k \cdot Q_p =$	64,679	ton
Angka aman	SF =	2,5	
Daya dukung ultimate tiang	$Q_{ult} = Q_p + Q_s =$	116,175	ton
Daya dukung ijin tiang	$Q_a = Q_{ult} / SF =$	46,470	ton

– Metode Luciano Decourt (1982)

Nilai rata-rata SPT selimut tiang sepanjang tiang tertanam	$N_s =$	60	
Tahanan geser dinding tiang	$q_s = N_s / 3+1 =$	15	
Luas selimut tiang pancang	$A_s =$	15,072	m
Luas penampang tiang pancang	$A_p =$	0,1256	m ²
Koefisien tanah	$K =$	12	ton/m ²
Nilai rata-rata SPT pada bagian ujung tiang pancang	$N_{p'} =$	42,50	
Kapasitas daya dukung selimut tiang	$Q_s = q_s \times A_s =$	226,08	ton
Kapasitas daya dukung ujung ultimate tiang	$Q_p = N_{p'} \times K \times A_p =$	64,056	ton
Kapasitas daya dukung ultimate aksial tiang	$Q_{ult} = Q_p + Q_s =$	290,14	ton
Angka Keamanan	SF =	2,5	
Kapasitas daya dukung ijin tiang	$Q_a = Q_{ult} / SF =$	116,054	ton

b. Kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan PDA test

– Spesifikasi tiang

No. Tiang	Diameter / Tebal Tiang	Panjang Tiang	Panjang dibawah	Panjang Tertanam
	(mm)	(m)	<i>gages</i> (m)	(m)
K-2	400 / 12	12,0	10,7	9,6

- Daya dukung teraktifkan tiang pondasi hasil PDA dan CAPWAP

No. Tiang	D a y a D u k u n g T e r a k t i f i k a n T i a n g (T o n)			
	P D A	C A P W A P		
		Total	Tahanan K ulit	Tahanan U j u n g
K - 2	RA 2 = 253	235,83	66,58	169,24

- Tegangan tekan maksimum dan tegangan tarik maksimum

No. Tiang	Tegangan Tekan M a k s i m u m	Tegangan Tarik M a k s i m u m
	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
K - 2	1741	265

- Hasil pengujian PDA untuk tiang K2

Kode	Keterangan	Tiang K2
BN	Pukulan	10
RU	Daya dukung tiang (ton)	236
FMX	Gaya tekan maksimum (ton)	254
EMX	Energi maksimum yang ditransfer (ton.m)	3,09
DMX	Penurunan maksimum (mm)	17,558
DFN	Penurunan permanen (mm)	3,391
BTA	Nilai keutuhan tiang (%)	100
STK	Tinggi jatuh palu (m)	2,8
LP	Panjang tiang tertanam (m)	9,6
AR	Luas penampang tiang (cm ²)	146,27

- *Summary result*

Test Pile	Pile No.	K - 2
	Type	Steel pipe pile $f_y = 260 \text{ MPa}$
	Diameter / thickness	400 / 12 mm
	Cross Sectional Area	146.27 cm ²
	Length	12.0 m
	Length below gages	10.7 m
	Embedment depth	9.6 m
	Required Ultimate Capacity	
Dynamic Testing	Date of installation	12 August 2019
	Date of testing	15 August 2019
	Type of testing	Restrike
Results	Hammer type	Diesel Hammer 4.0 ton
	Energy Transferred Ratio	27.59 %
	Driving Stresses	CSX = 174.1 MPa TSX = 26.5 MPa
	Mobilized Capacity	235.82 ton
	Pile Integrity	100 %
	Length to damage	-
Note	Good pile	

c. Kapasitas daya dukung ultimate dan efisiensi kelompok tiang

- Metode Meyerhoff (1976)

$\theta = \arctan(D/s) = \arctan(0,40/1) =$	21,8	°
$\text{Eff} = 1 - \theta \cdot (n - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n / 90 \cdot m \cdot n =$	0,621	
Daya dukung ultimate kelompok tiang	$Q_{ag} = Q_a \cdot n \cdot \text{Eff} =$	197,337 ton

- Metode Statik

$\theta = \arctan(D/s) = \arctan(0,40/1) =$	21,8	°
$\text{Eff} = 1 - \theta \cdot (n - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n / 90 \cdot m \cdot n =$	0,621	ton
Daya dukung ultimate kelompok tiang	$Q_{ag} = Q_a \cdot n \cdot \text{Ef} =$	86,506 ton

- Metode Luciano Decourt (1982)

$\theta = \arctan(D/s) = \arctan(0,40/1) =$	21,8	°
$\text{Eff} = 1 - \theta \cdot (n - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n / 90 \cdot m \cdot n =$	0,621	
Daya dukung ultimate kelompok tiang	$Q_{ag} = Q_a \cdot n \cdot \text{Eff} =$	216,042 ton

7. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil analisa

perhitungan dan pembahasan berdasarkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang sebagai berikut :

a. Berdasarkan data SPT

1. Metode Meyerhoff (1976)

- ▶ $Q_{ult} = 265,016 \text{ ton}$
- ▶ $Q_a = 106,006 \text{ ton}$

2. Metode Statik

- ▶ $Q_{ult} = 116,175 \text{ ton}$
- ▶ $Q_a = 46,470 \text{ ton}$

3. Metode Luciano Decourt (1982)

- ▶ $Q_{ult} = 290,14 \text{ ton}$
- ▶ $Q_a = 116,054 \text{ ton}$

b. Berdasarkan data PDA Test

- ▶ $Q_{ult} = 235,82 \text{ ton}$
- ▶ $R_u = 253 \text{ ton}$

2. Hasil Perhitungan daya dukung ultimate kelompok dan efisiensi kelompok tiang berdasarkan data SPT sebagai berikut :

a. Metode Meyerhoff (1976)

- ▶ $Eff = 0,621$
- ▶ $Q_{ag} = 197,337 \text{ ton}$

b. Metode Statik

- ▶ $Eff = 0,621$
- ▶ $Q_{ag} = 86,506 \text{ ton}$

c. Metode Luciano Decourt

(1982)

- ▶ $Eff = 0,621$
- ▶ $Q_{ag} = 216,042 \text{ ton}$

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa analisa daya dukung tiang pancang berdasarkan data SPT dengan metode meyerhoff diperoleh $Q_{ult} = 265,016 \text{ ton}$ dan metode luciano decourt diperoleh $Q_{ult} = 290,14 \text{ ton}$, tidak melebihi beban rencana tiang pancang pada struktur pondasi tersebut. Perbedaan kapasitas daya dukung ultimate tiang berdasarkan metode meyerhoff dan metode luciano decourt $< 60 \text{ ton}$ dari hasil daya dukung ultimate tiang berdasarkan data PDA test, $Q_{ult} = 235,82 \text{ ton}$. Sedangkan, pada data SPT metode statik didapat $Q_{ult} = 116,175 \text{ ton} < Q_{ult} = 235,82 \text{ ton}$ berdasarkan data PDA test. Maka, daya dukung tiang pada struktur pondasi jembatan kelauq dengan tiang pancang $\varnothing 40$ tersebut aman dan dari kegagalan hal tersebut didukung pula dengan hasil

BTA = 100% yang menandakan bahwa tiang di uji dalam kondisi baik setelah pemancangan.

b. Saran

1. Beban yang diterima oleh pondasi tidak melebihi daya dukung tanah untuk menjamin keamanan bangunan dan pondasi yang digunakan harus memenuhi kriteria bahwa menggunakan *safety factor* yang dapat diterima terhadap beban runtuh untuk beban maksimum.
2. Jika dalam perhitungan ada beberapa nilai yang tidak aman maka sebaiknya di cek terlebih dahulu rumus yang di gunakan, Dimensi serta lebih teliti dalam menginput data.
3. Dalam penyelidikan tanah disarankan untuk mengambil sampel uji tanah tidak hanya disatu titik saja, guna mengetahui perbandingan kekuatan tanah dari lokasi yang ditinjau.

4. Pada pengujian PDA test sebaiknya jumlah tiang antara 1,2 – 2% dari seluruh jumlah tiang.

5. Dalam uji PDA test perlu diketahui data penurunan maksimum ijin tiang (S_f) dan penurunan permanen tiang (S_p). Guna mengetahui apakah penurunan pada hasil tiang yang di uji menggunakan PDA test yaitu Penurunan maksimum tiang (D_x) dan Penurunan permanen tiang (DFN) masih dalam batas toleransi $D_x < S_f$ dan $DFN < S_p$.

6. Dalam perhitungan analisa daya dukung tiang pancang dapat menggunakan berbagai metode guna mengetahui perbandingan dan efisiensi daya dukung tiang yang di uji.

8. DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. 2012. *Metode Konstruksi Jembatan Beton* – Jakarta.
- Definisi Para Ahli. *Pengertian Tiang Pancang*. [Blog].

(<http://www.definisimenurutparaahli.com/pengertian-tiang-pancang/>).

- Faruha. A. *Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Di Bandingkan Dengan Daya Dukung Hidraulik Jacking System Dan Pile Driving Analyzer (PDA) Test Pada Proyek Pengembangan Gedung Perpustakaan Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Kediri*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya.
- Ginting. A. S. 2012. *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Sistem Hidrolis Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Medan*. Skripsi Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
- Hadihardaja. J. 1997. *Rekayasa Pondasi I*. Penerbit Gunadarma.
- Hadihardaja. J. 1997. *Rekayasa Fundasi II*. Penerbit Gunadarma.
- H.M.Hadi. 2019. *PDA Test (Pile Driving Analyzer) Untuk Tiang Pancang beton Pondasi Dalam*. [Blog] (<http://jumantorocivilengineering.blogspot.com/2015/03/perencanaan-pondasi-tiang-pancang.html>).
- Khomsati. N. L., Jirna. I. W., Setyawan. E. 2019. *Perbandingan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Tunggal Menggunakan Data Standard Penetration Test (SPT) Dan Pile Driving Analyzer (PDA) Test Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang*. Jurnal Bangunan, Vol 24, No.1, Maret 2019:25-32. Universitas Negeri Malang.
- N.I-18.1970, "Peraturan Muatan Indonesia", Cetakan keempat 1980. Departemen Pekerjaan Umum.
- Oktaviana. I. S., B. Arifin. 2014. *Rasio Hubungan Nilai Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Sondir, Kalendering, Dan Tes PDA Pada Jembatan Pelawa Kabupaten Perigi Moutong*.

- Jurnal Teknik Sipil,
Universitas Tadulako.
- PPPJJR 1987. "Perencanaan
Pembebanan Jembatan
Jalan Raya". Departemen
Pekerjaan Umum.
- Purba. J., Rangkuti. M. N.,
Ardan. M. 2017. *Analisa
Daya Dukung Pondasi Tiang
Pancang Pada Proyek
Pembangunan
Perhotelan/Apartemen/Kon
dominium Di Jalan Ring
Road Medan.* JCEBT,
1(1):19-26. Universitas
Medan.
- RSNIT-02-2005. *Standar
Pembebanan untuk
Jembatan.* Badan
Standardisasi Nasional.
Direktorat Jenderal Bina
Marga.
- Sardjono. 1984. *Pondasi Tiang
Pancang.* Edisi Pertama,
Penerbit Sinar
Wijaya–Surabaya.
- Sardjono. 1988. *Pondasi Tiang
Pancang.* Edisi Kedua,
Penerbit Sinar
Wijaya–Surabaya.
- Surjandari. N. S. 2008. *Studi
Perbandingan Perhitungan
Daya Dukung Aksial Pondasi
Tiang Bor Menggunakan Uji
Beban Statik Dan Metode
Dinamik.* Jurnal Media
Teknik Sipil,UNS.
- SNI 03-6747-2002. *Tata Cara
Perencanaan Teknis
Pondasi Tiang Untuk
Jembatan.* Departemen
Pekerjaan Umum.
- Teddy. L. *Evaluasi Pondasi
Tiang Dengan Pile Driving
Analysis (PDA) Di Kota
Palembang.* Jurnal Teknik
Sipil, Universitas Sriwijaya.
Malang.
- Yusti. A., Fahriani. F. 2014.
*Analisis Daya Dukung
Pondasi Tiang Pancang Di
Verifikasi Dengan Hasil Uji
Pile Driving Analyzer Test
Dan CAPWAP.* Jurnal
Vol.2.No.1. Universitas
Bangka Belitung.
- Zakahfi. A. T., Kusumawardani.
R. *Perbandingan Analisa
Daya Dukung Tiang
Pancang Menggunakan
Metode Perhitungan L.
Decourt Dan Tes PDA.*

Jurnal Teknik Sipil,
Universitas Negeri
Semarang.

2011. *Macam-Macam Struktur
Jembatan*. [Blog].

(<http://meniksipil.blogspot.com/2011/10/macam-macam-struktur-jembatan.html>).

2015. *PDA Test*. [Blog].

(<http://buku-x.blogspot.com/2015/02/pda-test.html>).