

**Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Mini (*Mini Pile*)
Pada Proyek Pembangunan Gedung Layanan Pendidikan
Poltekkes Kemenkes Palembang**

Rajib Bithom Thomi*, RR Susi Riwayati**

**Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang*

***Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang*

email: susi_ridayati@unitaspalembang.ac.id

Abstrak

Pembangunan suatu konstruksi, pertama – tama sekali yang dilaksanakan dan dikerjakan dilapangan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah) baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan suatu pondasi sangat besar fungsinya pada suatu konstruksi. Secara umum pondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan ke tanah yang disekitarnya. Pondasi yang digunakan pada penelitian ini adalah pondasi tiang pancang dengan sistem hidrolik. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa dan menghitung daya dukung tiang pancang (*mini pile*) menggunakan data *cone penetration test (CPT)* dengan metode langsung dan metode Van Der Ween, data *standart penetration test (SPT)* dengan metode *Mayerhoff* dan *Luciano De Court*, dan hasil perhitungan korelasi pembacaan manometer pada *Hydraulic Jack*. Perhitungan kapasitas daya dukung rata-rata kedalaman 12 m pada data sondir (CPT) menggunakan *Metode Langsung* lebih efektif dibandingkan *Metode Van Der Ween* karena menghasilkan daya dukung rata-rata yang lebih besar dengan Qult (186,75 > 66,96) ton, dan Qijin (45,30 > 22,57) ton, pada data *standard penetration test (SPT)* menggunakan *Metode Luciano De Court* lebih efektif dibandingkan *Metode Mayerhoff* karena menghasilkan daya dukung rata-rata yang lebih besar dengan Qult (197,08 > 139,22) ton dan Qijin (65,69 > 46,41) ton.

Kata Kunci: Pondasi tiang, kapasitas daya dukung, *friction capcity*, *End bearing capacity*

1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Tanah merupakan tempat berpijaknya suatu bangunan. Tahap awal pembangunan suatu struktur adalah pada bagian pondasi. Pondasi yang digunakan harus sesuai dengan kontur tanah di lokasi tersebut, oleh karena itu sangat diperlukan tes kondisi tanah bagian dalam, agar dapat ditentukan pilihan jenis pondasi yang terbaik.

Secara umum pondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan ke tanah yang disekitarnya.

Pondasi sebagai struktur bawah secara umum dapat dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pemilihan jenis pondasi tergantung kepada jenis struktur atas apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga tergantung pada jenis tanahnya. Untuk konstruksi beban ringan dan kondisi tanah cukup baik, biasanya dipakai pondasi dangkal, tetapi untuk konstruksi beban berat biasanya jenis pondasi dalam adalah pilihan yang tepat. Secara umum permasalahan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal. Pondasi tiang pancang adalah batang yang relatif panjang dan langsing yang digunakan untuk menyalurkan beban pondasi melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah kelapisan tanah keras yang mempunyai kapasitas daya dukung tinggi yang relative cukup dalam dibanding pondasi dangkal. Daya dukung tiang pancang diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang, dan daya dukung geser atau selimut (*friction*

bearing capacity) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara tiang pancang dan tanah disekelilingnya.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana perbandingan hasil perhitungan data *Cone Penetration Test (CPT)* menggunakan metode langsung dan metode *Van Der Ween*, serta data *Standart Penetration Test (SPT)* menggunakan metode *Mayehoff* dan metode *Luciano De Court*?

1.3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah

- Untuk membandingkan dan menganalisa tingkat keefektifan hasil perhitungan CPT dengan metode langsung dan metode *Van Der Ween*
- Untuk membandingkan dan menganalisa tingkat keefektifan hasil SPT dengan menggunakan metode *Mayerhoff* dan metode *Luciano De Court*
- Menganalisa hasil perhitungan korelasi pembacaan manometer pada *Hydraulic Jack*.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Penyelidikan Tanah

Pada perencanaan pondasi terlebih dahulu perlu diketahui susunan-susunan lapisan tanah yang sebenarnya pada suatu tempat dan juga hasil pengujian laboratorium dari sampel tanah yang diambil dari berbagai kedalaman lapisan tanah dan mungkin kalau ada perlu juga diketahui hasil pengamatan lapangan yang dilakukan sewaktu pembangunan gedung - gedung atau bangunan – bangunan lain yang didirikan dalam kondisi tanah serupa.

2.2. Sondir Test / Cone Penetration Test (CPT)

Pengujian CPT atau sondir adalah pengujian dengan menggunakan alat sondir yang ujungnya berbentuk kerucut dengan sudut 60° dan dengan ujung $1,54 \text{ in}^2$ (10 cm^2). Alat ini digunakan dengan cara ditekan ke dalam tanah terus – menerus dengan kecepatan tetap 20 mm/detik , sementara itu besarnya perlawanan tanah terhadap kerucut penetrasi (q_c) juga terus diukur.

Dari hasil sondir diperoleh nilai jumlah perlawanan (JP) dan nilai perlawanan konus (PK), sehingga hambatan lekat (HL) dapat dihitung sebagai berikut:

a) Hambatan Lekat (HL)

$$HL = (JP - PK) \times \frac{A}{B} \dots\dots\dots (\text{pers. 1})$$

b) Jumlah Hambatan Lekat (JHL)

$$JHL = \sum_{n=0}^i JHL \dots\dots\dots (\text{pers.2})$$

Dimana:

- JP = Jumlah perlawanan, perlawanan ujung konus + selimut (kg/cm^2)
 PK = Perlawanan penetrasi konus, q_c (kg/cm^2)
 A = Interval pembacaan (setiap kedalaman 20 cm)
 B = Faktor alat = luas konus / luas torak = 10 cm
 i = kedalaman lapisan tanah yang ditinjau

2.3. Standard Penetration Test (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) merupakan percobaan dinamis yang dilakukan dalam suatu lubang bor dengan memasukkan tabung sampel yang berdiameter dalam 35 mm sedalam

305 mm dengan menggunakan massa pendorong (palu) seberat 63,5 kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760 mm. Banyaknya pukulan palu tersebut untuk memasukkan tabung sampel sedalam 305 mm dinyatakan sebagai nilai N.

2.4. Daya Dukung Tiang Pancang Dari Hasil Sondir

Uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) pada dasarnya adalah untuk memperoleh tahanan ujung q_c dan tahanan selimut tiang c . Untuk tanah non – kohesif, Vesiv (1967) menyarankan tahanan ujung tiang per satuan luas (f_b) kurang lebih sama dengan tahanan konus (q_c). Tahanan ujung ultimit tiang dinyatakan dengan persamaan:

$$Q_b = A_b \times q_c \dots\dots\dots (Pers.3)$$

Dimana:

- Q_b = Tahanan ujung ultimit tiang (kg)
 A_b = Luas penampang ujung tiang (cm^2)
 q_c = Tahanan konus pada ujung tiang (kg/cm^2)

Penelitian ini hanya akan memfokuskan pada penggunaan *metode langsung* dan *Van Der Ween* karena banyaknya data sondir. Metode langsung ini dikemukakan oleh beberapa ahli diantaranya Mayerhoff, Tomlison dan Bagemann. Pada metode langsung ini, kapasitas daya dukung ultimit (Q_{ult}) yaitu beban maksimum yang dapat dipikul pondasi tanpa mengalami keruntuhan, dirumuskan sebagai berikut:

a) Metode Langsung

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + JHL \times K \dots\dots\dots (Pers.4)$$

Keterangan:

- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung maksimal/akhir (Kg)
 q_c = Tahanan konus pada ujung tiang (kg/cm^2)
 A_p = Luas penampang ujung tiang (cm^2)
 JHL = Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm^2)
 K = Keliling tiang (cm)

Q ijin yaitu beban maksimum yang dapat dibebankan terhadap pondasi sehingga persyaratan keamanan terhadap daya dukung dan penurunan dapat terpenuhi. Q_{ijin} dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{SF1} \times \frac{JHL \times K}{SF2} \dots\dots\dots (Pers.5)$$

Keterangan:

- Q_{ijin} = Kapasitas daya dukung tiang (Kg)
 $SF1$ = Faktor keamanan (diambil 3.0)
 $SF2$ = Faktor Keamanan (diambil 5.0)

b) Metode Van Der Ween

Pada metode *Van Der Ween* daya dukung nominal total sebuah tiang pancang (Q_N) adalah beban maksimum yang dapat dipikul pondasi tanpa mengalami keruntuhan, dirumuskan dengan:

$$Q_N = Q_p + Q_s \dots\dots\dots (Pers.6)$$

Keterangan:

- Q_N = Daya dukung nominal (Kg)

$$Q_p = \frac{qc}{3\alpha} \times A_p \dots\dots\dots(Pers.7)$$

Qs = $\frac{1}{2}$ x qs x P(Pers. 8)

Fakultas Teknik Universitas IBA
website: www.teknika-ftiba.info
email: ftuiba@iba.ac.id

Dimana:

- Np = Harga rata – rata SPT
 K = Koefisien karakteristik tanah
 Ap = Luas penampang dasar tiang (m²)
 qp = Tegangan diujung tiang (t/m²)

$$\text{Daya dukung selimut (Qs)} = q_s \times A_s = \left(\left(\frac{N_s}{3} \right) + 1 \right) \times A_s \dots \dots \dots (\text{Pers.14})$$

Dimana:

- qs = Tegangan akibat lekatan lateral dalam (t/m²)
 Ns = Harga rata – rata SPT sepanjang tiang yang tertanam
 As = Keliling selimut tiang yang terbenam (m)

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi Pelaksanaan Proyek Pengadaan Jasa Konstruksi Pembangunan Fisik Gedung Layanan Pendidikan Jurusan Keperawatan Gigi Poltekkes Kemenkes Palembang Tahun 2018 bertempat di JL. Sukabangun I KM 6,5 Palembang.

3.2. Data Lapangan

Data lapangan berupa:

1. Data Sondir
2. Data hasil SPT
3. Data *Pile Driving Record* pada alat *hydraulic jack*.

Tabel 1. Data Sondir untuk titik S.01

Kedalaman	Conus	Kedalaman	Conus	Kedalaman	Conus	Kedalaman	Conus	Kedalaman	Conus
(meter)	Cw (Kg/cm ²)	(meter)	Cw (Kg/cm ²)	(meter)	Cw (Kg/cm ²)	(meter)	Cw (Kg/cm ²)	(meter)	Cw (Kg/cm ²)
0,00		2,40	23,21	4,80	21,27	7,40	45,45	9,80	67,79
0,20		2,60	21,27	5,00	24,17	7,60	43,51	10,00	58,98
0,40		2,80	20,31	5,20	27,07	7,80	45,45	10,20	61,88
0,60	14,50	3,00	20,31	5,40	23,21	8,00	40,61	10,40	75,42
0,80	19,34	3,20	22,24	5,60	26,11	8,20	40,61	10,60	76,39
1,00	17,41	3,40	17,41	5,80	33,84	8,40	47,68	10,80	78,32
1,20	21,27	3,60	14,50	6,00	38,68	8,60	48,35	11,00	75,42
1,40	21,27	3,80	21,27	6,20	48,35	8,80	52,22	11,20	71,55
1,60	21,27	4,00	11,60	6,40	58,02	9,00	60,92	11,40	68,65
1,80	20,31	4,20	13,54	6,60	58,02	9,20	56,08	11,60	65,75
2,00	28,04	4,40	15,47	6,80	38,68	9,40	64,79	11,80	61,88
2,20	27,07	4,60	17,41	7,00	43,51	9,60	65,75	12,00	62,85
				7,20	43,51				

Sumber: Data lapangan, 2019

Tabel 2. Data SPT untuk titik B.01

Ke-dalaman	N-SPT	Ke-dalaman	N-SPT	Ke-dalaman	N-SPT	Ke-dalaman	N-SPT	Ke-dalaman	N-SPT
0,00	0,00	4,50	22,00	9,50	47,00	14,50	56,00	19,50	65,00
0,50	6,00	5,00	21,50	10,00	48,00	15,00	57,00	20,00	66,00
1,00	10,00	5,50	21,00	10,50	49,00	15,50	58,00	20,50	67,00
1,50	15,00	6,00	20,50	11,00	50,00	16,00	58,00		
2,00	20,00	6,50	20,00	11,50	50,50	16,50	59,00		
2,50	25,00	7,00	26,00	12,00	51,00	17,00	60,00		
3,00	25,00	7,50	31,00	12,50	51,50	17,50	60,00		
3,50	24,00	8,00	40,00	13,00	53,50	18,00	61,00		
4,00	23,00	8,50	45,00	13,50	54,50	18,50	63,00		
4,50	22,00	9,00	45,00	14,00	55,00	19,00	64,00		

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Daya Dukung Tiang dari Data Sondir

Pada artikel ini, peneliti hanya akan memaparkan 1 titik sondir pada titik S.01. Namun berdasarkan perhitungan di lapangan ada 4 titik sondir yang juga dilakukan analisa perhitungannya oleh penulis, yaitu S.01, S.02, S.03 dan S.04.

a) Metode Langsung

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang mini pile dengan metode langsung di lapangan pada titik S.01, adalah sebagai berikut:

- Kedalaman (d) = 12m
- Hasil sondir Tabel 1.

Data yang diperoleh dari titik sondir S.01 pada kedalaman 1meter adalah:

Perlawanan Penetrasi Korus (PPK), $q_c = 17,41 \text{ kg/cm}^2$
 Jumlah Hambatan Lekat (JHL) = $33,07 \text{ kg/cm}^2$
 Ukuran mini pile = $30 \times 30 \text{ cm}$
 Luas penampang tiang (A_p) = 900 cm^2
 Keliling tiang (K) = 120 cm

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang desak

Daya dukung ultimit:

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= (q_c \times A_p) + (JHL \times K) \\
 &= (17,41 \times 900) + (33,07 \times 120) \\
 &= 19637 \text{ kg} = 19,637 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung tiang ijin:

$$\begin{aligned}
 Q_{ijin} &= \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHL \times K}{5} \\
 &= \frac{17,41 \times 900}{3} + \frac{33,07 \times 120}{5} \\
 &= 6.017 \text{ kg atau } 6,017 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Sondir S.01

Kedalaman (meter)	Conus Cw (Kg/ cm ²)	Ap cm ²	JHL (Kg/ cm ²)	K cm	Qult (Ton)	Q ijin (Ton)
0	0	900	0	120	0.000	0.000
1	17.41	900	33.07	120	19.637	6.017
2	28.04	900	87.03	120	35.680	10.501
3	20.31	900	161.87	120	37.703	9.978
4	11.6	900	247.15	120	40.098	9.412
5	24.17	900	334.18	120	61.855	15.271
6	38.68	900	428.16	120	86.191	21.880
7	43.51	900	529.11	120	102.652	25.752
8	40.61	900	619.62	120	110.903	27.054
9	60.92	900	732.75	120	142.758	35.862
10	58.98	900	830.22	120	152.708	37.619
11	75.42	900	936.39	120	180.245	45.099
12	62.85	900	1054.74	120	183.134	44.169

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa pada kedalaman 0-12 m memiliki nilai konus dan JHL yang bervariasi, yaitu (0 - 62,85) Kg/cm² dan (0 - 1054,74) Kg/cm², sehingga mendapatkan nilai daya dukung ultimit (Qult) dan daya dukung ijin (Qijin) yang bervariasi, yaitu 0 - 183,134 ton dan 0 - 44,169 ton. Berdasarkan perhitungan *metode langsung* di atas, maka didapatkan nilai titik sondir S.01, S.02, S.03 dan S.04 pada kedalaman 12 m seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel Qult dan Qijin (Data Sondir S.01-S.04)

Kode Titik	Kedalaman (meter)	Conus Cw (Kg/ cm ²)	Ap cm ²	JHL (Kg/ cm ²)	K cm ²	Qult (Ton)	Qijin (Ton)
S.01	12	62,85	900	1054.74	120	183.134	44.169
S.02	12	58.98	900	1051.26	120	179.23	42.92
S.03	12	74.45	900	1082.59	120	196.92	48.32
S.04	12	68.65	900	1049.52	120	187.73	45.78

Sumber: Analisa Perhitungan

b) Metode Van Der Ween

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang mini pile dengan metode Van Der Ween di lapangan pada titik S.01, S.02, S.03, dan S.04.

- 1) Data Sondir S.01
 - a. Kedalaman = 12 m
 - b. Hasil sondir dapat dilihat pada tabel 1

Data yang diperoleh dari titik sondir S.01 pada kedalaman 1meter adalah:

Konus (qc) = 17,41 kg/cm² Keliling tiang (P) = 120 cm
 α = 1,5
 Konus rata-rata (qc)_m = 14,504kg/cm² β = 40
 SF = 3
 Ukuran mini pile = 30 x 30 cm Qs Kumulatif = 1537,5 kg
 Luas penampang tiang (Ap) = 900 cm²

Daya dukung ujung tiang (Q_P):

$$Q_P = \frac{(qc)m}{3\alpha} \times A_p$$

$$= \frac{14,504}{3 \times 1,5} \times 900$$

$$= 3482 \text{ kg}$$

Daya Dukung Nominal (Q_N):

$$Q_N = Q_P + Q_s \text{ Kumulatif}$$

$$= 3482 + 1537,5$$

$$= 5019,5 \text{ Kg}$$

$$= 5,0195 \text{ Ton}$$

Tabel 5. Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Sondir S.01

Kedalaman (meter)	Conus (Kg/cm ²)	q _c (Kg/cm ²)	Q _p (Kg)	Q _s Kumulatif (Kg)	Q _{ult} (Ton)	Q _{ijin} (Ton)
0	0	0	0	0	0.000	0.000
1	17.41	14.504	3482	1537.5	5.0195	1.673
2	28.04	23.592	5608	4902.3	10.510	3.503
3	20.31	21.468	4062	8267.4	12.329	4.110
4	11.6	15.664	2320	10878	13.198	4.399
5	24.17	21.078	4834	13633.8	18.468	6.156
6	38.68	34.038	7736	18101.1	25.837	8.612
7	43.51	48.348	8702	23409.78	32.112	10.704
8	40.61	43.126	8122	29965.68	38.088	12.696
9	60.92	53.05	16614.54	35422.56	52.037	17.346
10	58.98	63.838	16085.45	39183.24	55.269	18.423
11	75.42	75.42	20569.09	43592.4	64.161	21.387
12	62.85	64.784	17140.90	47560.56	64.701	21.567

Sumber: Analisa Perhitungan

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa pada kedalaman 0-12 m memiliki nilai konus ,q_c, Q_p dan Q_s kumulatif yang bervariasi, yaitu (0 – 62,85) Kg/cm², (0 – 64,784) Kg/ cm², (0 – 17140,90) Kg dan (0 – 47560,56) Kg sehingga mendapatkan nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) dan daya dukung ijin (Q_{ijin}) yang bervariasi, yaitu (0 – 64,701) ton dan (0 – 21,567) ton.

Tabel 6. Tabel Q_{ult} dan Q_{ijin} (Data Sondir S.01-S.04)

Kode Titik	Kedalaman (meter)	Conus (Kg/cm ²)	q _c (Kg/cm ²)	Q _p (Kg)	Q _s Kumulatif (Kg)	Q _{ult} (Ton)	Q _{ijin} (Ton)
S.01	12.00	62.85	64.784	17140.90	47560.56	64.701	21.567
S.02	12.00	58.98	61.88	16085.45	55358.34	71.44	23.81
S.03	12.00	74.45	69.47	20304.55	44423.46	64.73	21.58
S.04	12.00	68.65	62.46	18722.73	51279.78	70.00	23.33

Sumber: Analisa Perhitungan

4.2. Perhitungan Daya Dukung Tiang Dari Data SPT

a) Metode Mayerhoff

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang menggunakan data SPT dengan Metode Mayerhoff dan data diambil pada titik B.01 dan B.02.

- Kedalaman = 12 m
- Hasil SPT dapat dilihat pada tabel 2

Data yang diperoleh dari SPT B.01 pada kedalaman 2meter adalah:

N-SPT	= 20	Luas penampang tiang (A _p)	= 0,09 m ²
Cu	=133,33 KN/m ²		
Ukuran mini pile	= 30 x 30 cm	Keliling tiang (p)	= 1,2 m

Daya dukung ujung tiang (Q_p):

$$\begin{aligned} Q_p &= 9 \times C_u \times A_p \\ &= 9 \times 133,33 \times 0,09 \\ &= 108 \text{ KN} \end{aligned}$$

Daya dukung selimut (Q_s):

$$\begin{aligned} Q_s &= \alpha \times C_u \times p \times L_i \\ &= 0,4 \times 133,33 \times 1,2 \times 2 \\ &= 128 \text{ KN} \end{aligned}$$

Daya dukung ultimate (Q_{ult}):

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 108 + 128 \\ &= 136 \text{ KN} \\ &= 24,06 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= \frac{Q_{ult}}{3} \\ &= \frac{24,06}{3} \\ &= 8,02 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Tabel 4.7. Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT B.01

kedalaman (meter)	N- SPT	Cu KN/m ²	α	Qp KN	Qs KN	Qult Ton	Qijin Ton
0	0	-	-	-	-	-	-
1	10	-	-	-	-	-	-
2	20	133.33	0.4	108.00	128.00	24.065	8.022
3	24	160.00	0.35	129.60	67.2		
4	22	146.67	0.4	118.80	281.60	40.830	13.610
5	21	140.00	0.4	113.40	336.00	45.826	15.275
6	20	133.33	0.4	108.00	384.00	50.170	16.723
7	25	166.67	0.35	135.00	490.00	63.733	21.244
8	37	246.67	0.25	199.80	592.00	80.741	26.914
9	45	300.00	0.2	243.00	648.00	90.857	30.286
10	48	320.00	0.2	259.20	768.00	104.746	34.915
11	50	333.33	0.2	270.00	880.00	117.268	39.089
12	51	340.00	0.2	275.40	979.20	127.934	42.645

Sumber: Analisa Perhitungan

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa pada kedalaman 2-12 m memiliki N-SPT, Cu, α , Qp dan Qs yang bervariasi, yaitu (20 – 51), (133,33 – 340,00) KN/m², (0,4 kedalaman 2-6 m, 0,35 kedalaman 7 m, 0,25 kedalaman 8 m, 0,2 kedalaman 9-12 m), (108 – 275,40) KN dan (128 – 979,20) KN sehingga mendapatkan nilai daya dukung ultimit (Qult) dan daya dukung ijin (Qijin) yang bervariasi, yaitu (24,065 – 127,934) ton dan (8,022 – 42,645) ton.

Berdasarkan perhitungan *metode Mayerhoff* di atas, dapat diketahui nilai daya dukung ultimit (Qult) dan daya dukung ijin (Qijin) pada titik SPT B.01 dan B.02 pada kedalaman 12 m seperti pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Tabel Qult dan Qijin (Data SPT B.01 dan B.02)

Kode Titik	kedalaman (meter)	N- SPT	Cu KN/m ²	α	Qp KN	Qs KN	Qult Ton	Qijin Ton
B.01	12	51	340.00	0.2	275.40	979.20	127.934	42.645
B.02	12	60.00	400.00	0.2	324	1152.0	150.511	50.170

Sumber: Analisa Perhitungan

b) Metode Luciano De Court

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang menggunakan data SPT dengan Metode Luciano De Court dan data diambil pada titik B.01 adalah:

Kedalaman = 12 m

Data yang diperoleh dari SPT B.01 pada kedalaman 2meter adalah:

N-SPT	= 17,5	Koef. Karakteristik Tanah (K)	= 20
Np	= 17,8	Ukuran mini pile	= 30x30cm
Ns	= 10,05	Luas penampang tiang (Ap)	= 0,09m ²
Ns/3	= 3,35	Keliling tiang (As)	= 1,2 m

Daya dukung ujung tiang (Qp):

$$\begin{aligned}
 Qp &= (Np \times K) \times Ap \\
 &= (17,8 \times 20) \times 0,09 \\
 &= 32,04 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung nominal (QN):

$$\begin{aligned}
 QN &= Qp + Qs \\
 &= 32,4 + 10,44 \\
 &= 42,48 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung selimut (Qs):

$$\begin{aligned}
 Qs &= \left(\left(\frac{Ns}{3} + 1 \right) \right) \times As \\
 &= (3,35 + 1) \times 1,2 \times 2 \\
 &= 10,44 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Daya dukung ijin (Qijin):

$$\begin{aligned}
 Qijin &= \frac{Qult}{3} \\
 &= \frac{42,48}{3} \\
 &= 14,16 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT B.01

kedalaman (meter)	N' SPT	$\bar{N}_p$	$\bar{N}_s / 3$	Qp Ton	Qs Ton	Qult Ton	Qijin Ton
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	12.50	11.00	1.00	19.80	2.40	22.20	7.40
2	17.50	17.80	3.35	32.04	10.44	42.48	14.16
3	19.50	19.40	4.33	34.92	19.20	54.12	18.04
4	18.50	18.60	4.79	33.48	27.81	61.29	20.43
5	18.00	18.00	5.04	32.40	36.23	68.63	22.88
6	17.50	17.70	5.19	31.86	44.55	76.41	25.47
7	20.00	19.70	5.30	35.46	52.93	88.39	29.46
8	37.00	38.00	5.87	41.04	65.95	106.99	35.66
9	45.00	45.60	6.82	49.25	84.44	133.69	44.56
10	48.00	48.40	7.70	52.27	104.39	156.66	52.22
11	50.00	49.80	8.48	53.78	125.16	178.95	59.65
12	51.00	50.80	9.16	54.86	146.36	201.22	67.07

Sumber: Analisa Perhitungan

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa pada kedalaman 0-12 m memiliki N-SPT, N_p , $N_s/3$, Qp dan Qs yang bervariasi, yaitu (0 – 51), (0 – 50,80), (0 – 9.16), (0 – 54,86) ton dan (0 – 146,36) ton sehingga mendapatkan nilai daya dukung ultimit (Qult) dan daya dukung ijin (Qijin) yang bervariasi, yaitu (0 – 201,22) ton dan (0 – 67,07) ton.

Berdasarkan perhitungan *metode Luciano De Court* diatas, dapat diketahui nilai daya dukung ultimit (Qult) dan daya dukung ijin (Qijin) pada titik SPT B.01 dan B.02 pada kedalaman 12 m seperti pada tabel 4.10 ini.

Tabel 4.10. Tabel Qult dan Qijin (Data SPT B.01 dan B.02)

Kode Titik	kedalaman (meter)	N' SPT	$\bar{N}_p$	$\bar{N}_s / 3$	Qp Ton	Qs Ton	Qult Ton	Qijin Ton
B.01	12.00	51.00	50.80	9.16	54.86	146.36	201.22	67.07
B.02	12.00	60.00	60.00	7.90	64.80	128.14	192.94	64.31

Sumber: Analisa Perhitungan

4.3. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pada Saat Pemancangan Berdasarkan Bacaan manometer

Kapasitas daya dukung tiang dapat diketahui berdasarkan bacaan manometer yang tersedia pada alat pancang. Pada penelitian ini, data *hydraulic jack* diambil pada pile cap PC9-A yang terdiri dari 9 titik.

Tabel 4.11. Perhitungan daya dukung tiang pada saat pemancangan berdasarkan data (*Pile Driving Record*) pada pile cap PC9-A

No. Urut Pemancangan	Kedalaman (Meter)	Bacaan Manometer		Daya Dukung (Ton)
		(Mpa)	(Kg/cm ²)	
1	8.2	22	224.338	114,2
2	10.1	22	224.338	114,2
3	7.6	22	224.338	114,2
4	7.4	22	224.338	114,2
5	10.2	22	224.338	114,2
6	12	22	224.338	114,2
7	12	22	224.338	114,2
8	10	22	224.338	114,2
9	10	22	224.338	114,2

Sumber: Data Pilling record konsultan pengawas

Dari tabel diatas terdapat 9 titik tiang pancang dengan kedalaman yang bervariasi, yaitu (7,4 – 12) m dengan nilai bacaan manometer yang sama yakni satuan Mpa dikonversi ke satuan kg/cm² dimana 1 Mpa = 10,1972kg/cm². Daya dukung rata – rata yang dihasilkan di 9 titik = 114,2 ton.

Pada mesin hydraulic jack kapasitas 120ton terdiri dari 2 piston. Diameter mesin *hydraulic jack* kapasitas 120ton adalah 20 cm, maka:

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang piston} &= \pi r^2 = 3,14 \times 10^2 = 314 \text{ cm}^2 \\ \text{Total luas efektif penampang piston(A)} &= 2 \times 314 = 628 \text{ cm}^2 \\ P &= 10,2 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Daya dukung tiang:

$$\begin{aligned}Q &= P \times A \\ &= 10,2 \times 628 = 6403,84 \text{ kg} = 6,40\text{ton}\end{aligned}$$

Tabel 4.12. Perhitungan daya dukung tiang berdasarkan spesifikasi peralatan bacaan manometer

No	Bacaan Manometer		Daya Dukung	No	Bacaan Manometer		Daya Dukung
	(Mpa)	(Kg/cm2)			(Mpa)	(Kg/cm2)	
1	1	10.20	6.40	13	13	132.56	83.25
2	2	20.39	12.81	14	14	142.76	89.65
3	3	30.59	19.21	15	15	152.96	96.06
4	4	40.79	25.62	16	16	163.16	102.46
5	5	50.99	32.02	17	17	173.35	108.87
6	6	61.18	38.42	18	18	183.55	115.27
7	7	71.38	44.83	19	19	193.75	121.67
8	8	81.58	51.23	20	20	203.94	128.08
9	9	91.77	57.63	21	21	214.14	134.48
10	10	101.97	64.04	13	13	132.56	83.25
11	11	112.17	70.44	14	14	142.76	89.65
12	12	122.37	76.85				

Sumber: Analisa Perhitungan

Dari tabel tersebut bacaan manometer dikonversi dari satuan Mpa ke satuan kg/cm² dimana 1 Mpa = 10,1972 kg/cm². Nilai bacaan manometer yang telah dikonversi ke kg/cm² pada tabel diatas bervariasi, yaitu (10,20 -234,54) kg/cm². Daya dukung berdasarkan spesifikasi peralatan bacaan manometer juga bervariasi, yaitu (6,40 – 147,29).

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan data sondir, SPT dan bacaan manometer *hydraulic jack* dengan menggunakan beberapa metode, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Perhitungan kapasitas daya dukung kedalaman 12 m rata-rata pada data sondir (CPT) menggunakan *Metode Langsung* lebih efektif dibandingkan *Metode Van Der Ween* karena menghasilkan daya dukung rata-rata yang lebih besar dengan Qult (186,75 > 66,96) ton, dan Qijin (45,30 > 22,57) ton.
2. Perhitungan kapasitas daya dukung rata-rata kedalaman 12 m pada data *standard penetration test* (SPT) menggunakan *Metode Luciano De Court* lebih efektif dibandingkan *Metode Mayerhoff* karena menghasilkan daya dukung rata-rata yang lebih besar dengan Qult (197,08 > 139,22) ton dan Qijin (65,69 > 46,41) ton.

3. Berdasarkan data (*Pile Driving Record*) manometer pada pile cap PC9-A yang terdiri dari 9 titik dengan kedalaman yang bervariasi tetapi daya dukung yang dihasilkan sama, yaitu 114,2 ton.
4. Berdasarkan spesifikasi peralatan bacaan manometer dengan diameter piston sebesar 20 cm pada mesin *hydraulic jack* kapasitas 120 ton, menghasilkan daya dukung maksimum 147,29ton dengan bacaan manometer 234,54 kg/cm²

DAFTAR PUSTAKA

Amoria Andana, 2016, Skripsi, ***Analisis Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji SPT Dan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Alat HSPD 120 T***, Lampung: Universitas Lampung.

Irma Ramadani Simbolon, 2009, Tugas Akhir, ***Analisa Daya Dukung Pondasi (Mini Pile) Pada Proyek Pembangunan RSIA Stella Marris Jalan Samanhudi-Medan***, Medan

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://download.portalgaruda.org/article.php%3Farticle>

<https://id.scribd.com/doc/118305050/Daya-Dukung-Pondasi>

<https://sipilpedia.com>