

ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG AKSIAL DAN BIAYA PELAKSANAAN PONDASI SPUN PILE

Sri Angreni Lumban Gaol¹, Hadiani Muhdinar Pasaribu²

^{1,2}Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Medan

Email: sriangrenilumbangaol@students.polmed.ac.id

Abstrak. Salah satu komponen penting dari sebuah bangunan pada proyek konstruksi adalah pondasi. Pondasi berfungsi untuk menyalurkan beban vertikal dan horizontal dari bangunan ke tanah di sekitarnya. Pada pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living pondasi yang digunakan adalah pondasi dalam yaitu pondasi *spun pile*. Pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan. Dalam penelitian ini membahas mengenai perhitungan daya dukung pondasi *spun pile* tunggal dan kelompok dengan data SPT dan perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan pondasi *spun pile*. Metode yang digunakan adalah metode Meyerhoff dan Vesic. Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi *spun pile* tunggal berdasarkan data SPT dengan menggunakan metode Meyerhoff didapat nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) sebesar 533,074 Ton dan nilai daya dukung ijin (Q_{all}) sebesar 161,655 Ton. Dengan metode Vesic didapat nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) sebesar 77,021 Ton dan nilai daya dukung ijin (Q_{all}) sebesar 25,674 Ton. Hasil Perhitungann daya dukung tiang kelompok dengan efisiensi terbesar adalah menurut Seiler-Keeny yaitu 5783,224 Ton dan 918,474 Ton. Daya dukung dengan efisiensi terkecil adalah menurut Formula Sederhana yaitu 3295,347 Ton dan 523,357 Ton. Perhitungan biaya pondasi *spun pile* adalah sebesar Rp 744.126.934 $\approx$ Rp 744.127.000.

Kata kunci: Pondasi Spun pile, Daya Dukung, Biaya Pelaksanaan.

Diterima Redaksi: 07-05-2025 | Selesai Revisi: 30-05-2025 | Diterbitkan Online: 31-05-2025

1. PENDAHULUAN

Salah satu komponen penting dari sebuah bangunan pada proyek konstruksi adalah pondasi. Pondasi berfungsi untuk menyalurkan beban vertikal dan horizontal dari bangunan ke tanah di sekitarnya (Hardiyatmo 2018). Oleh karena itu, pondasi harus dirancang sehingga beban yang diteruskan ke tanah lebih kecil dari kemampuan tanah untuk menahan beban tersebut. Jika kemampuan tanah untuk menahan beban tersebut terlampaui, maka akan terjadi kegagalan konstruksi. Untuk itu, perencana pondasi harus memahami sifat dan daya dukung tanah di tempat pondasi yang akan dibangun.

Proyek Pembangunan Apartemen *Princeton Boutique Living*, pondasi yang digunakan adalah pondasi dalam yaitu pondasi *spun pile*. Pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan. Bowles (1997) mengemukakan penggunaan pondasi dalam sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja padanya.

Penelitian terdahulu dari Mulyono dan Agustina (2022) dengan judul Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek *Hangar Lion Air Batam*), dengan menggunakan

metode Meyerhoff (1956) dan metode Luciano Decourt (1996) berdasarkan data SPT. Dengan metode Meyerhoff tiang pancang tunggal 25 cm x 25 cm mendapatkan nilai daya dukung Qall sebesar 16,08 ton dan dengan metode Luciano Decourt mendapatkan hasil nilai daya dukung tiang pancang sebesar 13,03 ton. Hasil nilai daya dukung metode Meyerhoff lebih besar dibandingkan metode Luciano Decourt.

Penelitian Permana., dkk (2022) dengan judul Analisis Perbandingan Kapasitas Dan Biaya Antara Pondasi Tiang Pancang Dengan Bored Pile (Studi Kasus Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran, Bali). Untuk tiang pancang 30 cm x 30 cm mendapatkan nilai daya dukung sebesar 736,88 kN dan untuk tiang bored pile diameter 30 cm sebesar 578,45 kN. Perhitungan untuk biaya yang dibutuhkan dengan pondasi tiang pancang sebesar Rp 385.510.400,00 dan bored pile sebesar Rp 682.846.750,75. Selisih biaya yang didapatkan adalah sebesar 43,54% atau Rp 297.336.350,75.

Berdasarkan perbedaan dari beberapa hasil penelitian yang dikemukakan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian kembali tentang daya dukung pondasi tiang dan biaya yang dibutuhkan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan besarnya daya dukung pondasi *spun pile* tunggal dan kelompok berdasarkan data SPT (*Standard Penetration Test*) dan mendapatkan besar biaya pelaksanaan pekerjaan pondasi *spun pile*.

2. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yang berhubungan dengan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui hasil penelitian sebelumnya supaya mendapatkan solusi dalam permasalahan pada penelitian ini.

b. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dibagi menjadi dua bagian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari instansi yang terkait dengan Proyek Pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari hasil studi literatur.

Data primer yang didapatkan antara lain:

1. Mengkaji Data SPT (*Standard Penetration Test*)

Tabel 1: Nilai N-SPT Bor 1 Tiap 1,5 Meter

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	N ₆₀
1,50	6	4,5
3,00	22	16,5
4,50	28	21
6,00	34	25,5
7,50	10	7,5
9,00	7	5,25
10,50	1	0,75
12,00	5	3,75
13,50	3	2,25
15,00	22	16,5

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	N ₆₀
16,50	12	9
18,00	15	11,25
19,50	42	31,5
21,00	60	45
22,50	60	45
24,00	60	45
25,50	60	45
27,00	60	45

2. Mengkaji Data Laboratorium

Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.

No	Bor Hole	Depth (m)	Sampel	Index Properties				Atterberg Limits			Triaxial UU		Triaxial CU	
				W	GS	γ wet	γ dry	LL	PL	PI	C	O	c'	O'
				%		gr/cm ₃	gr/cm ₃	%	%	%	kg/cm ₂	-	kpa	-
1	BH 01	2,50 – 3,00	UDS	41,05	2,58	1,63	1,16	38,86	32,1	6,72	0,120	15,87	37,61	25,31
		8,50 – 9,00	UDS	55,51	2,61	1,67	1,08	33,33	28,6	4,74	0,041	13,23	-	-
		11,50-12,00	UDS	52,19	2,66	1,60	1,05	49,10	42,3	6,79	0,062	16,88	30,84	21,95
		14,50-15,00	UDS	36,54	2,58	1,57	1,15	57,12	39,3	17,8	0,013	17,80	-	-
		41,50-42,00	UDS	45,39	2,58	1,70	1,17	53,97	36,9	17,1	0,041	19,94	-	-
2	BH 02	44,50-45,00	UDS	38,97	2,65	1,77	1,28	56,41	40,2	16,2	-	-	-	-
		4,00-4,50	UDS	54,69	2,74	1,74	1,13	41,12	39	2,13	-	-	28,04	21,14
		10,00-10,50	UDS	55,26	2,69	1,76	1,13	33,31	27,3	6,03	-	-	-	-
		13,00-13,50	UDS	61,51	2,60	1,70	1,05	47,83	37	10,9	-	-	25,23	20,24

Gambar 1: Hasil Pengujian Laboratorium

3. Mengkaji Harga Upah dan Bahan

Tabel 2: Daftar Harga Upah Pekerja

No	Jenis Pekerja	Satuan	Harga (Rp)
1	Pekerja	Orang/Hari	100.000,00
2	Tukang	Orang/Hari	120.000,00
3	Mandor	Orang/Hari	130.000,00

Tabel 3: Daftar Harga Bahan dan Sewa Alat

No	Jenis Bahan/Alat	Satuan	Harga (Rp)	Sumber
1	Spun pile Diameter 80 cm	M'	500.000,00	Vendor
2	Crane on Track 35 Ton	Jam	375.000,00	Vendor
3	Trailer 20 Ton	Jam	254.068,00	Vendor
4	Pile Driver + Hammer	Jam	159.730,00	Vendor

Tabel 4: Daftar Harga Satuan Alat

No	Jenis Bahan/Alat	Biaya Sewa	Biaya Bahan Bakar	Biaya Makan Operator/Supir	Harga Satuan
1	Crane on Track 35 Ton	375.000/Jam	310.000/Jam	15.000/Jam	700.000/Jam
2	Trailer 20 Ton	254.068/Jam	35.263/Jam	15.000/Jam	304.331/Jam
3	Pile Driver + Hammer	159.730/Jam	155.000/Jam	15.000/Jam	329.730/Jam

c. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Daya Dukung Pondasi *Spun Pile* Tunggal Dengan Metode Meyerhoff (1976)
2. Menghitung Daya Dukung Pondasi *Spun Pile* Tunggal Dengan Metode Vesic (1977)
3. Menghitung Efisiensi Tiang Kelompok
4. Menghitung Daya Dukung Pondasi *Spun Pile* Kelompok
5. Menghitung Biaya Pelaksanaan Pondasi *Spun Pile*

d. Analisis dan Pembahasan

Analisis data dan Pembahasan merupakan pengolahan data yang sudah dikumpulkan. Kemudian, data tersebut dianalisis untuk mencari daya dukung dan biaya pelaksanaan pondasi *spun pile*.

e. Kesimpulan

Kesimpulan berupa hasil pembahasan nilai daya dukung terbesar antara dua metode, efisiensi kelompok tiang yang lebih aman digunakan serta besar biaya pelaksanaan pondasi *spun pile*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Dengan Metode Meyerhoff (1976)

Daya Dukung Ujung (Q_p)

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

$$q_p = 0,4 \cdot P_a \cdot N_{60} \cdot L/D \leq 4 P_a N_{60}$$

$$A_p = 1/4 \times \pi \times D^2 = 1/4 \times \pi \times 0,8^2 = 0,5026 \text{ m}^2$$

N_{60} : 10D diatas dan 4D dibawah titik tiang. Sehingga nilai N_{60}

$$\begin{aligned} \text{adalah } 10D &= 19,9 - (0,8 \times 10) \\ &= 11,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4D &= 19,9 + (4 \times 0,8) \\ &= 23,1 \end{aligned}$$

Tabel 5: Kedalaman Untuk perolehan Nilai N_{60}

Kedalaman (m)	Nilai N-SPT	N_{60}
1,50	6	4,5
3,00	22	16,5
4,50	28	21
6,00	34	25,5
9,00	7	5,25
10,50	1	0,75
12,00	5	3,75
15,00	22	16,5
16,50	12	9
18,00	15	11,25
19,50	42	31,5
21,00	60	45
22,50	60	45

$$\text{Sehingga } N_{60} = (3,75+2,25+16,5+9+11,25+31,5+45+45)/8 \quad L/D = 16/0,8$$

$$= 20,531 \quad = 20$$

Maka Q_p dan Q_1 adalah

$$Q_p = A_p (0,4 \times P_a \times N_{60} \times L/D) = 0,5026 (0,4 \times 100 \times 20,531 \times 20) = 8256,105 \text{ kN}$$

$$Q_1 = A_p (4 \times P_a \times N_{60}) = 0,5026 (4 \times 100 \times 20,531) = 4128,053 \text{ kN}$$

Maka nilai Q_p yang diambil adalah Q_1 nilai yang terkecil = 4128,053 kN.

Daya Dukung Sisi (Q_s)

Tabel 6: Lapisan Daya Dukung Selimut Metode Meyerhoff

Kedalaman Tanah (m)	Rata-Rata Nilai N SPT Bor	Lapisan	ΔL	Jenis Tanah
3,9-7,5	28	1	3,6	<i>silty clay with sand (CL)</i>
7,5 - 14,5	5,2	2	7	<i>silty clay with sand (CL)</i>
14,5-19,5	16,3	3	5	<i>silty clay with sand (CL)</i>
19,5 - 19,9	51	4	0,4	<i>silty Sand</i>

Daya dukung selimut (Q_s) Lapis 1 $Q_s = p \times \Delta L \times f_{av}$

$$N_k = (22+28+34)/3 = 28$$

$$f_{av} = 0,02 \times p_a \times N_k = 0,02 \times 100 \times 28 = 56$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$Q_s = p \times \Delta L \times f_{av}$$

$$= 2,513 \times 3,6 \times 56$$

$$= 506,676 \text{ kN}$$

Daya dukung selimut (Q_s) Lapis 2 $Q_s = p \times \Delta L \times f_{av}$

$$N_k = (10+7+1+5+3)/5 = 5,2$$

$$f_{av} = 0,02 \times p_a \times N_k = 0,02 \times 100 \times 5,2 = 10,400$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= p \times \Delta L \times f_{av} \\ &= 2,513 \times 7 \times 10,400 \\ &= 182,966 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung selimut (Q_s) Lapis 3 $Q_s = p \times \Delta L \times f_{av}$

$$N_k = (22+12+15)/3 = 16,3$$

$$f_{av} = 0,02 \times p_a \times N_k = 0,02 \times 100 \times 16,3 = 32,667$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= p \times \Delta L \times f_{av} \\ &= 2,513 \times 5 \times 32,667 \\ &= 410,501 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung selimut (Q_s) Lapis 4 $Q_s = p \times \Delta L \times f_{av}$

$$N_k = (42+60)/2 = 51$$

$$f_{av} = 0,02 \times p_a \times N_k = 0,02 \times 100 \times 51 = 102,000$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= p \times \Delta L \times f_{av} \\ &= 2,513 \times 0,4 \times 102,000 \\ &= 102,542 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } Q_s \text{ Total} &= (Q_s \text{ lapis 1} + Q_s \text{ lapis 2} + Q_s \text{ lapis 3} + Q_s \text{ lapis 4}) \\ &= (506,676 \text{ kN} + 182,966 \text{ kN} + 410,501 \text{ kN} + 102,542 \text{ kN}) \\ &= 1202,685 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya Dukung Ultimit (Q_{ult}) $Q_{ult} = Q_p + Q_s$

$$\begin{aligned} &= 4128,053 \text{ kN} + 1202,685 \text{ kN} \\ &= 5330,738 \text{ kN} = 533,074 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Daya Dukung Ijin (Q_{all}) $F_k1 = 3$ $F_k2 = 5$

$$\begin{aligned} Q_{all} &= (Q_p / F_k1) + (Q_s / F_k2) \\ &= \frac{4128,053}{3} + \frac{1202,685}{5} \\ &= 1616,555 \text{ kN} = 161,655 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Menghitung Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Dengan Metode Vesic (1977)

$$\text{Daya Dukung Ujung (Q}_p\text{)} = A_p \cdot \bar{c}_0 \cdot N \sigma^*$$

$$A_p = 1/4 \times \pi \times D^2 = 1/4 \times \pi \times 0,8^2 = 0,5026 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_0 &= \left(\frac{1+2(1-\sin \phi)}{3} \right) q' \\ &= \left(\frac{1+2(1-\sin \phi)}{3} \right) (\gamma \times L) \end{aligned}$$

3

$$= 20,049 + 33,208 + 22,255 + 1,780$$

$$= 77,294 \text{ kN/m}^2$$

$$K_0 = 1 - \sin \phi = 1 - \sin 17,18 = 0,705$$

$$Q_p = A_p \cdot \bar{c}_0 \cdot N \sigma^*$$

$$= 0,5026 \times 77,294 \times 11,456$$

$$= 445,082 \text{ kN} = 44,508 \text{ Ton}$$

$$\text{Daya Dukung Sisi (Q}_s\text{)}$$

$$Q_s \text{ pada lapisan 1}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{c}_0 \cdot \tan(0,8\phi) \cdot p \cdot L$$

$$\bar{c}_0 = (\gamma \times Z) = (16,38 - 9,81) \times (3,6/2) = 11,831 \text{ kN/m}^2$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{c}_0 \cdot \tan(0,8\phi) \cdot p \cdot L$$

$$= 0,65 \times 11,831 \times \tan(0,8 \times 17,80) \times 2,513 \times 3,6$$

$$= 17,658 \text{ kN}$$

$$Q_s \text{ pada lapisan 2}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{c}_0 \cdot \tan(0,8\phi) \cdot p \cdot L$$

$$\bar{c}_0 = \sigma_{\text{lapisan 1}} + (\gamma \times Z) = (16,38 - 9,81)(3,6) + (15,70 - 9,81)(7/2) = 44,263 \text{ kN/m}^2$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{c}_0 \cdot \tan(0,8\phi) \cdot p \cdot L$$

$$= 0,65 \times 44,263 \times \tan(0,8 \times 17,80) \times 2,513 \times 7$$

$$= 128,455 \text{ kN}$$

$$Q_s \text{ pada lapisan 3}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{c}_0 \cdot \tan(0,8\phi) \cdot p \cdot L$$

$$\bar{c}_0 = \sigma_{\text{lapisan 2}} + (\gamma \times Z) = (16,38 - 9,81)(3,6) + (15,70 - 9,81)(7) + (15,40 - 9,81)(5/2) = 78,843 \text{ kN/m}^2$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{c}_0 \cdot \tan(0,8\phi) \cdot p \cdot L$$

$$= 0,65 \times 78,843 \times \tan(0,8 \times 17,80) \times 2,513 \times 5$$

$$= 163,436 \text{ kN}$$

Qs pada lapisan 4

$$Q_s = K \cdot \bar{\sigma}_0 \cdot \tan(0,8\Phi) \cdot p \cdot L$$

$$\bar{\sigma}_0 = \sigma_{\text{lapisan 3}} + (\gamma \times Z) = (16,38 - 9,81)(3,6) + (15,70 - 9,81)(7) + (15,40 - 9,81)(5) + (15,40 - 9,81)(0,4/2)$$

$$= 93,941 \text{ kN/m}^2$$

$$p = \pi \times D = \pi \times 0,8 = 2,513 \text{ m}$$

$$Q_s = K \cdot \bar{\sigma}_0 \cdot \tan(0,8\Phi) \cdot p \cdot L$$

$$= 0,65 \times 93,941 \times \tan(0,8 \times 17,80) \times 2,513 \times 0,4$$

$$= 15,579 \text{ kN}$$

Maka $Q_s \text{ Total} = (Q_s \text{ lapis 1} + Q_s \text{ lapis 2} + Q_s \text{ lapis 3} + Q_s \text{ lapis 4})$

$$= (17,658 \text{ kN} + 128,455 \text{ kN} + 163,436 \text{ kN} + 15,579 \text{ kN})$$

$$= \mathbf{325,127 \text{ kN}}$$

Daya Dukung Ultimit (Q_{ult}) $Q_{ult} = Q_p + Q_s$

$$= 445,082 \text{ kN} + 325,127 \text{ kN}$$

$$= 770,209 \text{ kN} = 77,021 \text{ Ton}$$

Daya Dukung Ijin (Q_{all}) $Q_{all} = Q_{ult} / SF$

$$= 770,209 / 3 = 256,736 \text{ kN} = 25,674 \text{ Ton}$$

Menghitung Daya Dukung Tiang Kelompok

1. Metode Meyerhoff

Daya dukung ijin (Q_{all}) tiang tunggal yang diperoleh adalah 1616,555 kN

Daya dukung ultimit tiang (Q_{ult}) tunggal yang diperoleh adalah 5330,738 kN

a. Efisiensi Menurut

Converse-Labare $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{all}$

$$= 0,590 \times 45 \times 1616,555 = 42919,527 \text{ kN} = 4291,953 \text{ Ton}$$

b. Efisiensi Menurut Los

Angels Group $Q_g = E_{LA} \cdot n \cdot Q_{all}$

$$= 0,657 \times 45 \times 1616,555 = 47793,439 \text{ kN} = 4779,344 \text{ Ton}$$

c. Efisiensi Menurut

Converse-Labare $Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{all}$

$$= 0,590 \times 45 \times 1616,555 = 42919,527 \text{ kN} = 4291,953 \text{ Ton}$$

d. Efisiensi Menurut Los

Angels Group $Q_g = E_{LA} \cdot n \cdot Q_{all}$

$$= 0,657 \times 45 \times 1616,555 = 47793,439 \text{ kN} = 4779,344 \text{ Ton}$$

e. Efisiensi Menurut

$$\text{Seiler-Keeny } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,795 \times 45 \times 1616,555 = 57832,243 \text{ kN} = 5783,224 \text{ Ton}$$

f. Efisiensi Menurut Formula

$$\text{Sederhana } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,453 \times 45 \times 1616,555 = 32953,467 \text{ kN} = 3295,347 \text{ Ton}$$

g. Efisiensi Menurut

$$\text{Formula Fled } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,611 \times 45 \times 1616,555 = 44454,445 \text{ kN} = 4445,445 \text{ Ton}$$

2. Metode Vesic

Daya dukung ijin (Q_{all}) tiang tunggal yang diperoleh adalah 256,736 kN

Daya dukung ultimit tiang (Q_{ult}) tunggal yang diperoleh adalah 770,209 kN

a. Efisiensi Menurut

$$\text{Converse-Labare } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,590 \times 45 \times 256,736 = 6816,346 \text{ kN} = 681,635 \text{ Ton}$$

b. Efisiensi Menurut Los

$$\text{Angels Group } Q_g = E_{\text{LA}} \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,657 \times 45 \times 256,736 = 7590,406 \text{ kN} = 759,041 \text{ Ton}$$

c. Efisiensi Menurut

$$\text{Seiler-Keeny } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,795 \times 45 \times 256,736 = 9184,737 \text{ kN} = 918,474 \text{ Ton}$$

d. Efisiensi Menurut Los

$$\text{Angels Group } Q_g = E_{\text{LA}} \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,657 \times 45 \times 256,736 = 7590,406 \text{ kN} = 759,041 \text{ Ton}$$

e. Efisiensi Menurut

$$\text{Seiler-Keeny } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,795 \times 45 \times 256,736 = 9184,737 \text{ kN} = 918,474 \text{ Ton}$$

f. Efisiensi Menurut Formula

$$\text{Sederhana } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,453 \times 45 \times 256,736 = 5233,567 \text{ kN} = 523,357 \text{ Ton}$$

g. Efisiensi Menurut

$$\text{Formula Fled } Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{all}}$$

$$= 0,611 \times 45 \times 256,736 = 7060,117 \text{ kN} = 706,012 \text{ Ton}$$

Menghitung Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Spun Pile

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	L01 jam	0,8889	14.285,71	12.698,41
2.	Tukang	L02 jam	0,0000	17.142,86	0,00
3.	Mandor	L03 jam	0,4444	18.571,43	8.253,97
	JUMLAH HARGA TENAGA				20.952,38
B.	BAHAN				
1.	Spun Pile Diameter 80 cm	m'	1,0000	500.000,00	500.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				500.000,00
C.	PERALATAN				
1.	TRAILER	E35 jam	0,1213	304.330,50	36.901,06
2.	CRANE	E07 jam	0,1046	700.000,00	73.209,50
3.	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN				111.110,56
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				632.063
E.	OVERHEAD & PROFIT 15% x D				Rp94.809
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				726.872,39

Gambar 2: Analisa Harga Satuan Pengadaan Tiang Spun Pile

Tabel 9:Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan Tiang Spun pile

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	L01 jam	0,9371	14.285,71	13.386,88
2.	Tukang	L02 jam	0,0000	17.142,86	0,00
3.	Mandor	L03 jam	0,4685	18.571,43	8.701,47
	JUMLAH HARGA TENAGA				22.088,35
B.	BAHAN				
	JUMLAH HARGA BAHAN				
C.	PERALATAN				
1.	PILE DRIVER HAMMER	(E30) jam	0,4685	329.730,00	154.491,97
2.	Alat Bantu	Ls	1,0000	1.000,00	1.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN				155.491,97
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				177.580,32
E.	OVERHEAD & PROFIT 15 % x D				26.637,05
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				204.217,37

Gambar 3: Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan Tiang Spun pile

Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
1	Pengadaan <i>Spun Pile</i> Beton Diameter 80 cm	720	m'	726.872,39	523.348.119
SUB TOTAL PENGADAAN					523.348.119
2	Pemancangan <i>Spun Pile</i> Diameter 80 cm (Panjang 16 meter ; Jumlah 45 Titik)	720	m'	204.217,37	147.036.506
SUB TOTAL PEMANCANGAN					147.036.506
JUMLAH					670.384.625
PPN 11%					73.742.309
JUMLAH TOTAL					744.126.934
DIBULATKAN					744.127.000

Gambar 4: Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil perhitungan daya dukung pondasi *spun pile* tunggal berdasarkan data SPT dengan menggunakan metode Meyerhoff didapat nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) sebesar 533,074 Ton dan nilai daya dukung ijin (Q_{all}) sebesar 161,655 Ton. Dengan metode Vesic didapat nilai daya dukung ultimit (Q_{ult}) sebesar 77,021 Ton dan nilai daya dukung ijin (Q_{all}) sebesar 25,674 Ton.
- Hasil Perhitungann daya dukung tiang kelompok dengan efisiensi terbesar adalah menurut Seiler-Keeny yaitu 5783,224 Ton dan 918,474 Ton, nilai dengan efisiensi terbesar dari segi biaya konstruksi hemat tetapi keamanan konstruksi kurang aman. Daya dukung dengan efisiensi terkecil adalah menurut Formula Sederhana yaitu 3295,347 Ton dan 523,357 Ton, nilai dengan efisiensi terkecil dari segi biaya lebih boros tetapi segi keamanan lebih aman.
- Hasil perhitungan biaya pelaksanaan pondasi *spun pile* dengan diameter 80 cm dan panjang 16 meter adalah biaya pengadaan tiang *spun pile* dan pemancangan *spun pile* untuk 45 tiang sebesar Rp 744.126.934 $\approx$ Rp 744.127.000.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. (1997). *Analisis Dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Das, M. B. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1*. Erlangga.
- Das, M. B. *Principles of Foundation Engineering Seventh Edition*. Cengage Learning Stamford.
- Hardiyatmo, H. C. (1996). *Teknik Fondasi 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Fondasi 2 Edisi ke-4*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah 1*. Edisi ke Tujuh. Yogyakarta: Gadjah Mada University

Press.

Masri A.R., Setiawati, M. (2015). Analisa Daya Dukung Tiang Pancang Hotel Santika Premiere Palembang (Studi Kasus: Kel. Talang Jambe, Kec. Sukarame). Vol 4, No.2, 84-88.

Mulyono., Agustina, D. H. (November 2022). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air). Sigma Teknik, Vol 5, No.2, 372-382.

Permana, I.W.D., Suparta, I.W.D., Sujahtra, I.W.D. (2022). Analisis Perbandingan Kapasitas Dan Biaya Antara Pondasi Tiang Pancang Dengan Bored Pile (Studi Kasus: Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran, Bali). Repository Politeknik Negeri Bali.

Permen PUPR. (2022). Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum JDIH Kementerian PUPR.