

Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Gedung Parkir Berdasarkan Data Uji Penetrasi Standar

Mochammad Said Maulana¹; Dyah Pratiwi Kusumastuti^{1*}

¹Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan

Institut Teknologi PLN

Menara PLN, Jl. Outer Ring Road Lantai 2, RT.1/RW.1, Duri Kosambi, Kecamatan Cengkareng,
Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11750

^{*)}Email: dyah.pratiwi@itpln.ac.id

Received: 16 Januari 2026 | Accepted: 19 Januari 2026 | Published: 22 Januari 2026

ABSTRACT

This study aims to analyze the bearing capacity and settlement of pile foundations for a parking building project based on Standard Penetration Test (SPT) data. The analysis was conducted using pile diameters of 30 cm, 40 cm, and 50 cm under two design conditions, namely without basement and with basement. Axial bearing capacity was calculated using the Meyerhof method, lateral bearing capacity using the Broms method, and elastic settlement using the Vesic method. The SPT N-values were corrected for groundwater level effects prior to analysis. The results indicate that increasing pile diameter significantly improves both axial and lateral bearing capacities, while also resulting in larger settlements. The axial bearing capacity of piles without basement conditions is higher than that with basement conditions due to the longer effective pile length. All pile diameter variations satisfy the allowable bearing capacity and settlement criteria, indicating that the pile foundation design is safe for the parking building structure.

Keywords: *pile foundation, SPT N-value, bearing capacity, settlement, parking building*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung dan penurunan fondasi tiang pancang pada proyek gedung parkir berdasarkan data uji penetrasi standar (SPT). Analisis dilakukan dengan variasi diameter tiang pancang sebesar 30 cm, 40 cm, dan 50 cm serta dua kondisi perencanaan, yaitu tanpa basement dan dengan basement. Daya dukung aksial dihitung menggunakan metode Meyerhoff, daya dukung lateral menggunakan metode Broms, dan penurunan elastis menggunakan metode Vesic. Nilai N-SPT yang digunakan terlebih dahulu dikoreksi terhadap pengaruh muka air tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan diameter tiang pancang meningkatkan daya dukung aksial dan lateral, namun juga meningkatkan penurunan tiang. Kondisi tanpa basement menghasilkan daya dukung aksial yang lebih besar dibandingkan kondisi dengan basement akibat perbedaan panjang efektif tiang. Seluruh variasi diameter tiang memenuhi kriteria daya dukung dan penurunan yang masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk perencanaan fondasi gedung parkir.

Kata kunci: *tiang pancang, N-SPT, daya dukung, penurunan, gedung parkir*

1. PENDAHULUAN

Di kota-kota besar Indonesia, pusat perbelanjaan modern merupakan salah satu tempat perputaran ekonomi karena memiliki fasilitas yang lengkap dengan menawarkan berbagai produk dan layanan sehingga cocok sebagai tempat bersosialisasi [1]. Fasilitas yang harus tersedia pada pusat perbelanjaan modern adalah areal parkir. Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 112 Tahun 2007, pusat perbelanjaan dan toko modern setidaknya harus menyediakan areal parkir sekurang-kurangnya setiap 60 m² luas lantai penjualan [2]. Namun ketersediaan lahan juga merupakan masalah di kota besar, sehingga pembangunan secara vertikal merupakan salah satu solusi agar pusat perbelanjaan memiliki areal parkir yang memadai.

Gedung parkir sebagai solusi penyediaan areal parkir pusat perbelanjaan di kota besar dirancang mampu menahan bahaya-bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan konstruksi yang fatal. Dimulai dari perancangan fondasi yang harus memiliki daya dukung yang sesuai agar mampu menerima beban struktur di atasnya dan terjadinya penurunan yang relatif kecil. Pada perancangan daya dukung fondasi, terdapat data pengujian yang dapat digunakan yaitu data pengujian di laboratorium, dan data pengujian di lapangan seperti uji penetrasi standar, sondir, PDA dan sebagainya [3], [4], [5], [6].

Penggunaan uji penetrasi standar untuk merancang fondasi sudah menjadi prosedur standar, karena tidak hanya digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah, tetapi juga untuk mendapatkan contoh tanah terganggu, tidak terganggu, menentukan urutan profil pelapukan dan pengendapan, serta kondisi air tanah [7]. Selain itu pengujian penetrasi standar juga lebih ekonomis, pelaksanaannya yang sederhana, dapat digunakan pada lapisan tanah pasir maupun lempung [8], serta mampu digunakan dalam memprediksi penurunan fondasi dangkal pada tanah *cohesionless* [9]. Namun pada umumnya, hasil pengujian penetrasi standar digunakan untuk menganalisis daya dukung tanah pada perancangan fondasi tiang [10].

Metode-metode yang digunakan untuk menganalisis daya dukung fondasi berdasarkan data uji penetrasi standar diantaranya Meyerhoff, Luciano Decourt, Reese and O'Neill, dan Aoki [11][12][13][14][15][16]. Namun Alielahi menyatakan, metode dari Meyerhoff dapat mengestimasi nilai daya dukung yang andal dan cocok digunakan dalam aplikasi rekayasa tiang pancang di lapangan [15]. Keunggulan lain metode Meyerhoff dibandingkan dengan metode lain adalah selain mendapatkan nilai daya dukung, juga akan didapatkan nilai penurunan tiang tunggal, penurunan tiang kelompok sehingga dianggap lebih efektif [17].

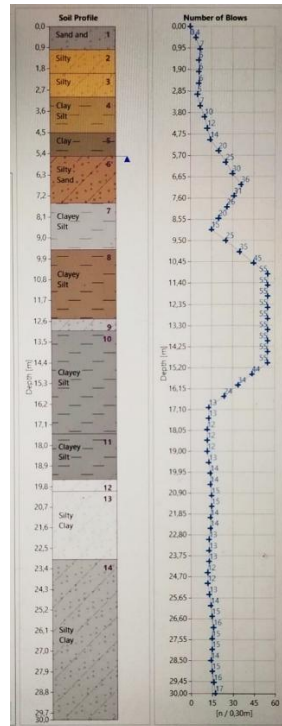
Nilai hasil pengujian penetrasi standar yang digunakan dalam analisis berupa jumlah pukulan yang merupakan ketahanan penetrasi yang disebut N_{SPT} . Nilai tersebut digunakan juga untuk menentukan karakteristik contoh tanah yang berasal dari korelasi-korelasi. Nilai korelasi ini didapatkan dari nilai jumlah pukulan (N_{SPT}) yang telah dikoreksi [10]. Koreksi terhadap nilai N_{SPT} ini mengakomodir penyimpangan dari diameter lubang bor, panjang batang bor, efisiensi energi palu, jenis dan kondisi peralatan pengambilan contoh tanah, dan efek tekanan tanah, khususnya akibat *overburden pressure* dan letak muka air tanah [18].

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini menganalisis dan membahas daya dukung fondasi pancang pada proyek gedung parkir. Diameter tiang pancang yang digunakan bervariasi mulai dari 30 cm, 40 cm, dan 50 cm, selain itu analisis dibedakan dalam 2 kondisi yaitu tanpa penggunaan *basement* dan penggunaan *basement*. Analisis daya dukung aksial dilakukan dengan berdasarkan data hasil pengujian penetrasi standar menggunakan metode Meyerhoff, sedangkan daya dukung lateral menggunakan metode Broms, dan penurunan dihitung dengan metode Vesic. Nilai jumlah pukulan (N_{SPT}) akan dilakukan koreksi terhadap letak muka air tanah saja.

2. METODE PERANCANGAN

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari pengujian penetrasi standar. Berdasarkan hasil pengujian standar penetrasi di lokasi proyek gedung parkir didapatkan jenis tanah yang bervariasi seperti lanau, pasir kelanauan, lanau berlempung, dan lempung berlanau dengan konsistensi mulai dari lunak sampai dengan sangat kaku. Nilai N_{SPT} terbesar didapatkan pada kedalaman 11 m – 15 m sebesar 55, untuk kemudian menurun dan stabil direntang nilai N_{SPT} antara 13 – 17 sampai di akhir pengujian yang terdapat pada kedalaman 30 m.



Gambar 1 Soil profile dan nilai N_{SPT} Bore Hole 3 (BH-3) proyek gedung parkir

2.2. Koreksi Nilai N_{SPT}

Koreksi nilai N_{SPT} pada penelitian ini dilakukan terhadap adanya pengaruh muka air tanah. Berdasarkan hasil pengujian penetrasi standar, selain didapatkan nilai ketahanan penetrasi, juga dapat diperoleh informasi kedudukan atau letak muka air tanah di lokasi proyek. Pada penelitian ini diketahui letak muka air tanah terletak pada kedalaman 5 m. Koreksi nilai nilai N_{SPT} dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) dengan persyaratan koreksi dilakukan pada jenis tanah pasir halus, pasir berlanau, pasir berlempung yang terletak di bawah muka air tanah dengan nilai $N_{SPT} > 15$.

$$N_{60(1)} \approx 15 + 0,5(N_{60} - 15) \quad [19] \quad (1)$$

2.3. Analisis Daya Dukung dan Penurunan

Untuk analisis nilai daya dukung beban aksial yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Meyerhoff, daya dukung lateral menggunakan metode Broms, dan penurunan menggunakan metode Vesic. Perhitungan daya dukung dan penurunan dilakukan dengan variasi

diameter tiang pancang mulai dari 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Selain itu, pada perhitungannya juga dibedakan terhadap kondisi dengan adanya *basement* dan kondisi tanpa adanya *basement*. Analisis daya dukung beban aksial fondasi dihitung dengan persamaan [20], [21]:

Meyerhoff untuk tanah *cohesionless*:

$$Q_u = \left(40N \frac{L_b}{D} A_p \right) + (2N_p L_i) \quad (2)$$

Meyerhoff untuk tanah kohesif:

$$Q_u = (9C_u A_p) + (\alpha C_u p L_i) \quad (3)$$

Analisis daya dukung lateral menggunakan persamaan:

Broms:

$$H_u = \frac{M_y}{(e + 1,5d + 0,5f)} \quad (4)$$

Analisis penurunan dilakukan dengan persamaan:

Penurunan tiang tunggal:

$$S_e = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} \quad (5)$$

Dimana:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi \times Q_{ws}) \times L}{A_p \times E_p}$$

$$S_{e(2)} = \frac{q_{wp} \times d}{E_s} \times (1 - \mu_s^2) \times I_{wp}$$

$$S_{e(3)} = \left(\frac{Q_{ws}}{p \times L} \right) \times \frac{d}{E_s} \times (1 - \mu_s^2) \times I_{ws}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis N-SPT Koreksi

Nilai N-SPT lapangan yang diperoleh pada saat pengumpulan data sekunder, selanjutnya dikoreksi dengan menggunakan persamaan (1). Analisis N-SPT koreksi dilakukan mulai pada kedalaman 5 m sesuai dengan kedudukan muka air tanah, dan nilai N-SPT lapangan yang memiliki nilai > 15 . Setelah didapatkan nilai N-SPT koreksi, dilanjutkan untuk menghitung nilai $\tilde{N}_{-SPT}$ terkoreksi dari tiga variasi diameter yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut.

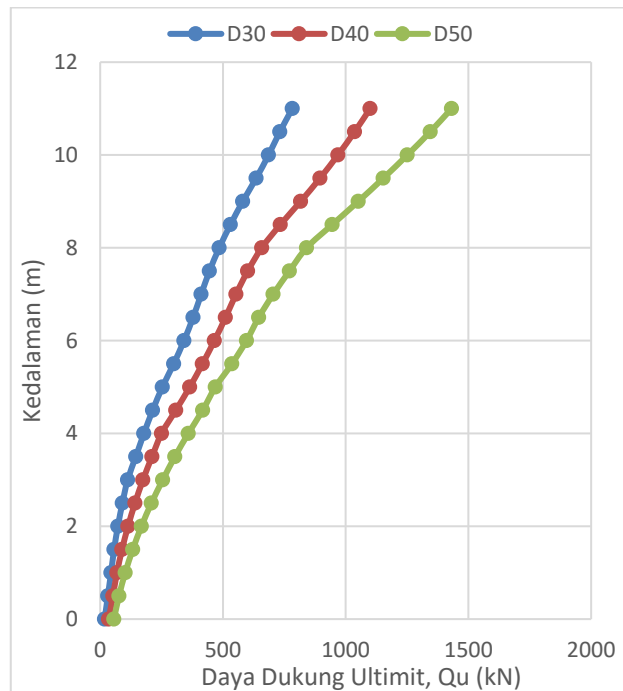
Tabel 2. Nilai N-SPT Rata-Rata di Titik BH-3

Kedalaman (m)	N _{spt} Koreksi	Nspt rata-rata			Kedalaman (m)	N _{spt} Koreksi	N _{spt} rata-rata		
		D30	D40	D50			D30	D40	D50
0	0,00	4,250	4,600	4,750	15,5	29,75	29,650	29,173	28,547
0,5	3,50	4,600	4,750	4,786	16	24,5	27,425	27,442	27,438
1	7,00	4,750	4,786	5,094	16,5	19,25	25,175	25,692	26,000
1,5	6,50	4,786	5,094	5,583	17	13	22,900	23,923	24,609
2	6,00	5,094	5,583	6,200	17,5	12,75	20,600	22,212	23,266
2,5	5,50	5,583	6,200	6,909	18	12,5	18,375	20,558	21,969
3	5,00	6,200	6,909	7,771	18,5	12,25	16,225	18,962	20,719
3,5	7,25	7,600	7,771	8,712	19	12	14,675	17,423	19,438
4	9,50	8,975	8,712	9,714	19,5	12,75	13,725	15,846	18,125
4,5	11,75	10,275	10,462	10,767	20	13,5	13,250	14,635	16,781
5	14,00	11,900	12,154	11,523	20,5	14,25	13,350	13,788	15,406
5,5	17,25	13,850	13,375	12,789	21	15	13,425	13,308	14,344
6	20	15,588	14,433	13,672	21,5	14,5	13,475	13,288	13,594
6,5	22,75	17,113	15,327	14,172	22	14	13,525	13,269	13,156
7	25,5	18,150	16,058	15,016	22,5	13,5	13,575	13,250	13,094
7,5	22,875	18,700	17,212	16,203	23	13	13,525	13,231	13,109
8	20,25	19,525	18,577	17,734	23,5	12,75	13,375	13,308	13,203
8,5	17,625	20,625	20,154	19,609	24	12,5	13,250	13,404	13,375
9	15	21,900	21,942	21,344	24,5	12,25	13,150	13,519	13,594
9,5	20	23,400	23,558	22,938	25	12	13,200	13,615	13,745
10	25	24,625	24,923	24,391	25,5	13	13,350	13,628	13,818
10,5	30	25,575	26,077	25,703	26	14	13,517	13,641	13,802
11	35	26,788	27,019	26,813	26,5	15	13,683	13,641	13,802
11,5	35	28,263	27,750	27,750	27	15,5	13,808	13,756	13,865
12	35	30,000	28,683	28,516	27,5	15,167	14,058	13,949	13,990
12,5	35	32,000	29,817	29,109	28	14,667	14,383	14,199	14,022
13	35	33,500	31,154	29,539	28,5	14	14,783	14,340	14,095
13,5	35	34,500	32,288	29,805	29	15	14,981	14,530	14,199
14	35	34,475	32,635	29,906	29,5	15,5	15,104	14,783	14,340
14,5	35	33,425	32,192	29,781	30	16	15,119	14,981	14,530
15	35	31,850	30,885	29,328					
15,5	29,75	29,650	29,173	28,547					

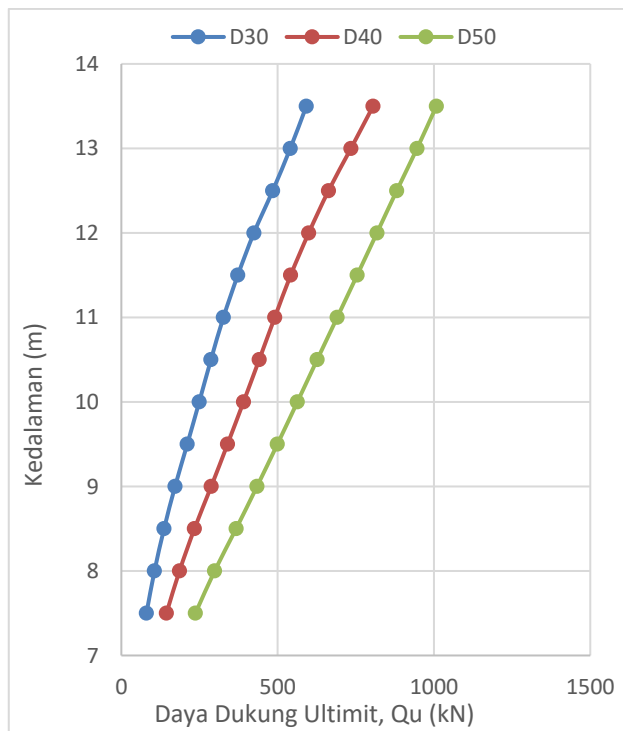
3.2. Analisis Daya Dukung Beban Aksial

Analisis daya dukung beban aksial yang dapat dipikul fondasi tiang pancang pada penelitian ini dihitung dengan persamaan (2) untuk tanah *cohesionless* dan persamaan (3) untuk tanah kohesif. Perhitungan daya dukung tiang pancang dirancang mencapai kedalaman 11 meter, yang didasari dari nilai hasil pengujian penetrasi standar terbesar yaitu $N_{SPT} = 55$. Selain itu untuk perhitungan daya dukung terdapat 2 kondisi yang diterapkan, yaitu kondisi tanpa *basement* dan kondisi dengan

basement. Perhitungan daya dukung kondisi tanpa *basement*, panjang tiang pancang dirancang 11 meter sedangkan kondisi tanpa *basement*, panjang tiang pancang dirancang 6 meter dengan kedalaman *basement* 7,5 meter sehingga tiang pancang terletak sampai kedalaman 13,5 meter. Berikut hasil perhitungan daya dukung kondisi tanpa *basement* pada Gambar 1 dan kondisi dengan *basement* pada Gambar 2.

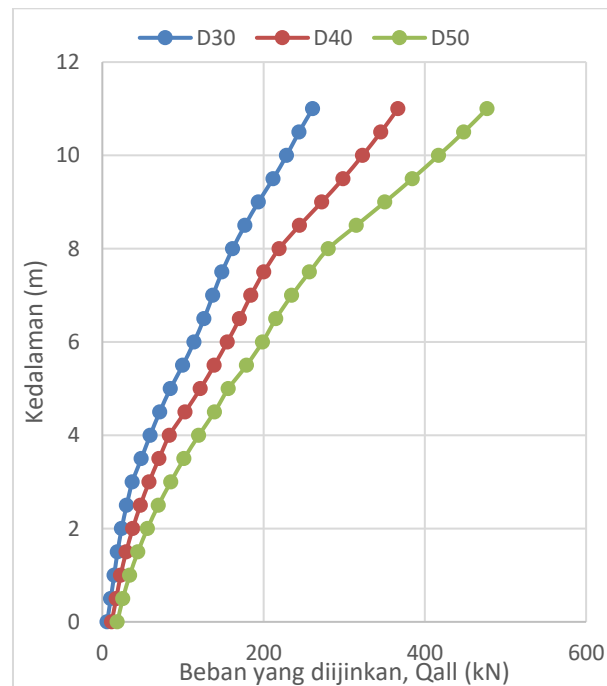


Gambar 1. Daya dukung ultimit dengan variasi diameter tiang pancang kondisi tanpa *basement*

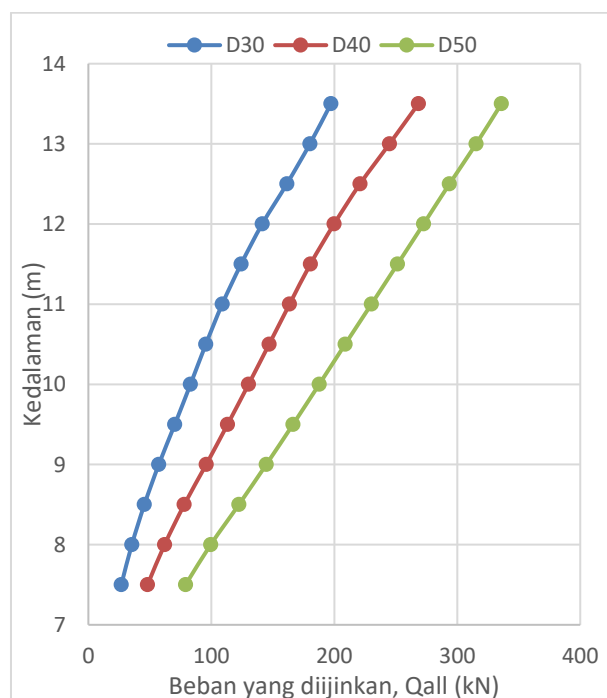


Gambar 2. Daya dukung ultimit dengan variasi diameter tiang pancang kondisi dengan *basement*

Setelah didapatkan nilai daya dukung ultimit (Q_u), dapat dilakukan perhitungan nilai beban yang diijinkan (Q_{all}) untuk dapat dipikul oleh tiang pancang. Nilai beban yang diijinkan didapatkan dari perbandingan antara daya dukung ultimit (Q_u) dengan angka keamanan. Angka keamanan yang digunakan pada penelitian ini adalah $F_s = 3$, sesuai dengan angka keamanan minimum pada fondasi dalam. Hasil perhitungan beban yang diijinkan dapat dilihat pada Gambar 3 untuk tiang pancang kondisi tanpa *basement* dan Gambar 4 untuk tiang pancang kondisi dengan *basement*.



Gambar 3. Beban yang diijinkan dengan variasi diameter tiang pancang kondisi tanpa *basement*



Gambar 4. Beban yang diijinkan dengan variasi diameter tiang pancang kondisi dengan *basement*

3.3. Analisis Daya Dukung Beban Lateral

Perhitungan atau analisis daya dukung beban lateral dihitung dengan persamaan (4). Langkah awal perhitungan beban lateral yaitu penentuan kriteria tiang pendek atau tiang panjang, kemudian perhitungan daya dukung beban lateral dan beban lateral yang diijinkan. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 2 untuk kondisi tanpa *basement* dan Tabel 3 untuk kondisi dengan *basement* sebagai berikut.

Tabel 2. Daya dukung beban lateral dengan variasi diameter, kondisi tanpa *basement*

Keterangan	Diameter (cm)		
	30	40	50
Kriteria	Tiang ujung bebas dianggap sebagai tiang panjang	Tiang ujung bebas dianggap sebagai tiang panjang	Tiang ujung bebas dianggap sebagai tiang panjang
H_u (kN)	79,604	141,761	221,311
$H_{u \text{ izin}}$ (kN)	26,534	47,254	73,770

Tabel 3. Daya dukung beban lateral dengan variasi diameter, kondisi dengan *basement*

Keterangan	Diameter (cm)		
	30	40	50
Kriteria	Tiang ujung bebas dianggap sebagai tiang panjang	Tiang ujung bebas dianggap sebagai tiang panjang	Tiang ujung bebas dianggap sebagai tiang panjang
H_u (kN)	82,113	144	224
$H_{u \text{ izin}}$ (kN)	27,371	48	74,667

3.4. Analisis Penurunan Tiang Tunggal

Analisis penurunan tiang tunggal pada penelitian ini hanya dihitung untuk total penurunan elastis saja dengan persamaan (5). Dimana persamaan tersebut merupakan total penurunan dari 3 komponen, yaitu penurunan elastis, penurunan akibat beban yang dipikul di ujung tiang, dan penurunan akibat beban yang diteruskan di sepanjang tiang. Hasil perhitungan penurunan disajikan pada Tabel 4 untuk kondisi tanpa *basement* dan Tabel 5 untuk kondisi dengan *basement* sebagai berikut.

Tabel 4. Penurunan elastis tiang tunggal dengan variasi diameter, kondisi tanpa *basement*

Keterangan	Diameter (cm)		
	30	40	50
$S_{e(1)}$ (m)	0,00235	0,00192	0,00165
$S_{e(2)}$ (m)	0,00307	0,00413	0,00513
$S_{e(3)}$ (m)	0,00060	0,00075	0,00680
$S_{e(\text{total})}$ (m)	0,00602	0,00088	0,00766

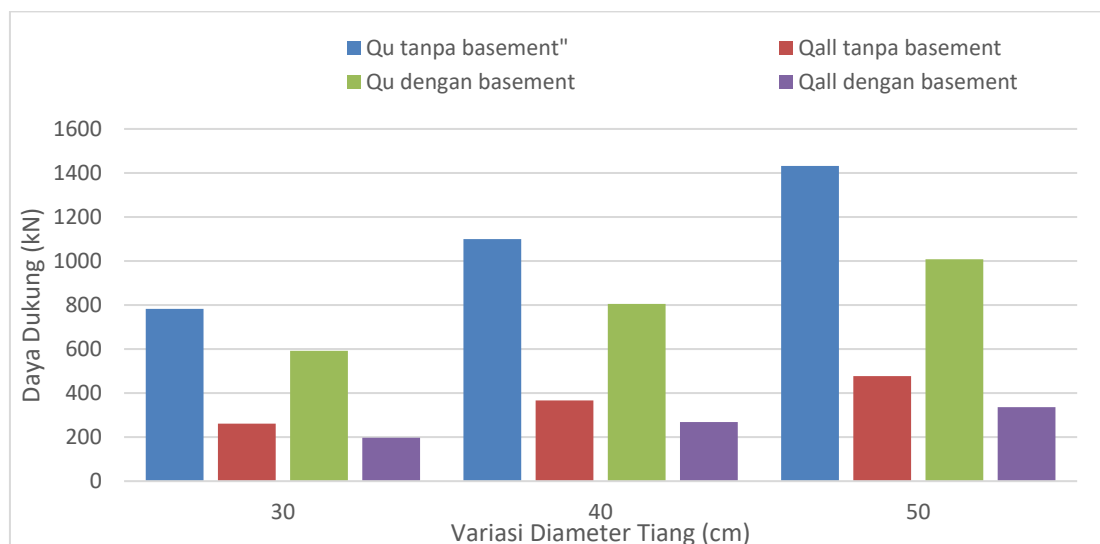
Tabel 5. Penurunan elastis tiang tunggal dengan variasi diameter, kondisi dengan *basement*

Keterangan	Diameter (cm)		
	30	40	50
$S_{e(1)}$ (m)	0,00105	0,00084	0,00070

$S_{e(2)} \text{ (m)}$	0,00396	0,00494	0,00570
$S_{e(3)} \text{ (m)}$	0,00063	0,00075	0,00653
$S_{e(\text{total})} \text{ (m)}$	0,00564	0,00084	0,00724

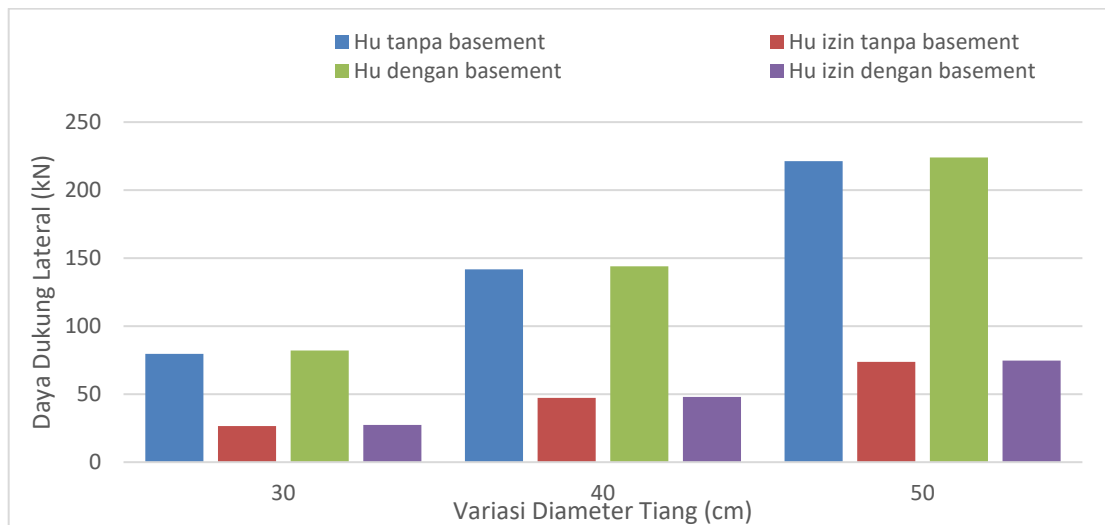
3.5. Pembahasan Analisis

Berdasarkan perancangan sebelumnya, bahwa panjang tiang pancang untuk kondisi tanpa *basement* adalah 11 meter dan kondisi dengan *basement* adalah 6 meter diukur dari kedudukan *basement* 7,5 meter sehingga ujung tiang ada dikedalaman 13,5 meter. Nilai daya dukung aksial untuk kondisi tanpa *basement* lebih besar dibandingkan kondisi dengan *basement*, hal ini disebabkan perbedaan tebal lapisan dalam perhitungan. Untuk kondisi tanpa *basement* total tebal lapisan tanah 11 meter, sedangkan kondisi dengan *basement* total tebal lapisan tanah hanya 6 meter. Namun demikian semua diameter tiang pancang memiliki pola yang sama yaitu semakin besar diameter tiang pancang maka nilai daya dukung semakin besar (Gambar 5).

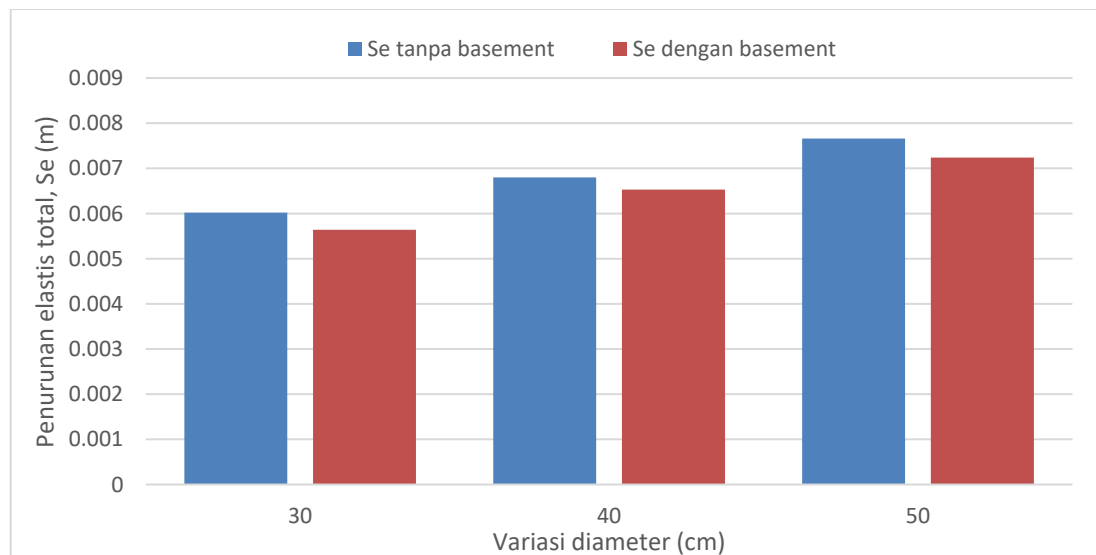


Gambar 5. Daya dukung aksial tiang pancang tunggal

Daya dukung ultimit pada diameter tiang pancang 50 cm dengan kondisi tanpa *basement* didapatkan sebesar 1431,626 kN sedangkan kondisi dengan *basement* sebesar 1007,787 kN. Beban yang diijinkan pada diameter tiang pancang 50 cm untuk kondisi tanpa *basement* didapatkan 477,209 kN sedangkan kondisi dengan *basement* didapatkan 355,929 kN. Begitu juga dengan hasil daya dukung lateral, semakin besar diameter tiang pancang maka semakin besar daya dukung lateralnya. Namun nilai daya dukung lateral untuk kondisi tanpa *basement* dan kondisi dengan *basement* memiliki selisih yang sedikit dibandingkan pada hasil nilai daya dukung aksial tiang pancang.



Gambar 6. Daya dukung lateral tiang pancang tunggal



Gambar 7. Penurunan elastis total tiang pancang tunggal

Berdasarkan Gambar 7, bahwa semakin besar diameter tiang pancangnya maka didapatkan nilai penurunan tiang tunggal juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena beban yang bekerja juga dipengaruhi besarnya diameter tiang pancang tersebut. Sedangkan penurunan tiang tunggal tanpa *basement* lebih besar dibandingkan penurunan tiang tunggal dengan *basement*. Penurunan tiang tunggal pada diameter 50 cm dengan kondisi tanpa *basement* diperoleh sebesar 0,00766 meter sedangkan untuk kondisi dengan *basement* diperoleh sebesar 0,00724 meter.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis daya dukung fondasi tiang pancang pada proyek gedung parkir menggunakan data uji penetrasi standar (SPT), dapat disimpulkan bahwa peningkatan diameter tiang pancang berpengaruh signifikan terhadap peningkatan daya dukung aksial dan lateral. Analisis dengan metode Meyerhoff menunjukkan bahwa kondisi tanpa *basement* menghasilkan daya dukung aksial yang lebih besar dibandingkan kondisi dengan *basement*, yang disebabkan oleh perbedaan

panjang efektif tiang pancang dan kontribusi tahanan tanah sepanjang selimut dan ujung tiang. Daya dukung lateral yang dianalisis menggunakan metode Broms juga menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya diameter tiang pancang, dengan perbedaan nilai yang relatif kecil antara kondisi tanpa basement dan dengan basement. Hasil analisis penurunan elastis menggunakan metode Vesic menunjukkan bahwa penurunan tiang tunggal meningkat seiring bertambahnya diameter tiang pancang, namun seluruh nilai penurunan yang diperoleh masih berada dalam batas yang dapat diterima untuk perencanaan fondasi. Secara keseluruhan, variasi diameter tiang pancang yang ditinjau dinilai aman dan layak digunakan sebagai fondasi gedung parkir berdasarkan kriteria daya dukung dan penurunan.

Untuk meningkatkan ketelitian dan keandalan hasil analisis, disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan koreksi nilai N-SPT secara lebih komprehensif, termasuk koreksi terhadap energi palu, tekanan overburden, dan jenis peralatan pengujian. Selain itu, penggunaan data uji lapangan tambahan seperti Cone Penetration Test (CPT), Pile Driving Analyzer (PDA), atau uji beban statik sangat dianjurkan sebagai pembanding dan validasi hasil perhitungan empiris berbasis N-SPT. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk menganalisis perilaku kelompok tiang serta interaksi tanah–struktur yang dapat memengaruhi distribusi beban dan penurunan total. Di samping itu, pemodelan numerik menggunakan metode elemen hingga dapat dikembangkan untuk memberikan gambaran perilaku fondasi yang lebih mendekati kondisi aktual di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. G. Ranika, A. Mutrofi, and E. C. A. Nathania, “Analisis Preferensi Mall Culture Dalam Gaya Hidup Konsumtif,” *Wissen J. Ilmu Sos. dan Hum.*, vol. 2, no. 3, 2024.
- [2] P. R. Indonesia, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2007 tentang Penataan dan Pembinaan Pasar Tradisional Pusat Perbelanjaan dan Toko Modern*. 2007.
- [3] U. Jusi, S. Haniza, and M. bayu P. Butar-Butar, “Analisa Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data Uji Lapangan dan Data Laboratorium,” *J. Infrastruct. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 182–194, 2022.
- [4] Sunariyono, Isnaniati, and D. A. Utama, “Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Bored Laboratorium Pada Proyek Pembangunan Apartemen 88 Avenue Surabaya,” *Agregat*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [5] T. Y. Rus, Sunarno, and F. E. N. A. Irwaniansyah, “Analisa Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Uji Laboratorium , N-SPT, dan CPT Terhadap Nilai Uji Pile Driving Analyzer (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan PT . Kaltim Amonium Nitrat Di Kota Bontang),” in *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 2021.
- [6] P. Suroso and D. Tjitradi, “Analisis Daya Dukung Pondasi Menggunakan Hasil Uji CPT Dan Uji Laboratorium Pada Bangunan Guest House,” vol. 3, no. 2, pp. 118–121, 2020.
- [7] S. I. K. Ampadu, F. F. J. Ayeh, and F. Boadu, “Deriving SPT N-Values from DCP Test Results : The Case of Foundation Design in a Tropical Environment,” *Geotech. Geol. Eng.*, vol. 36, no. 4, pp. 2517–2531, 2018, doi: 10.1007/s10706-018-0480-4.
- [8] F. A. Abija, “Ground Variation , Geotechnical Uncertainties and Reliability of Foundation Design for Sustainable Building Infrastructures with Case Histories,” *J. Mater. Sci. Eng. Technol.*, pp. 1–11, 2023.
- [9] R. Mohanty and S. Kumar, “Settlement of Shallow Foundations on Cohesionless Soils Based on SPT Value Using Multi-Objective Feature Selection,” *Geotech. Geol. Eng.*, vol. 36, no. 6, pp. 3499–3509, 2018, doi: 10.1007/s10706-018-0549-0.

-
- [10] L. A. J. Alfayyadh, "A Comparative Analysis of Bearing Capacity of Pile Foundations Using SPT Measurements for Nasiriyah Soil," *Mesopotamian J. Civ. Engineering*, vol. 2024, pp. 82–94, 2024.
- [11] A. F. Nawawi, Y. K. Firmansyah, and H. Farichah, "Comparative Analysis of Analytical Rational Method in Calculating Bearing Capacity of Pile Foundation Based On N-SPT Data Against CAPWAP Test Result PDA," *Pensil Pendidik. Tek. Sipil*, vol. 14, pp. 483–498, 2025, doi: 10.21009/jpensil.v14i3.53509.
- [12] P. Ningrum and D. A. Saputro, "Bearing Capacity Analysis of Pile Foundation in Reservoir Construction," *J. Int. Multidiscip.*, vol. 1, no. 2, 2023.
- [13] A. Prativi, P. Dewi, N. Sutra, and W. T. Adi, "A Comparison of Individual Bored Pile Bearing Capacity Using the Results of Standard Penetration Test (SPT) and Pile Driving Analysis (PDA) Test of the Railway Bridge Foundation," *J. Railw. Transp. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 14–23, 2022.
- [14] S. Henrina, E. Bahsan, and T. Ilyas, "Comparison of Direct SPT Method for Calculating Axial Capacity of Piles in Jakarta Area," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. doi: 10.1088/1757-899X/673/1/012027.
- [15] H. Alielahi, D. Mousavi, and Z. A. Nadernia, "Statistical Assessment of Bearing Capacity of Cast-In-Situ Bored Piles Using Direct CPT and SPT Methods: A Case Study," *Indian Geotech. J.*, vol. 53, no. 3, pp. 698–714, 2023, doi: 10.1007/s40098-022-00690-4.
- [16] A. Gazali, Fathurrahman, and Muthmainnah, "Analysis Study of Soil Bearing Capacity and Settlement of Single Pile Foundation Based on N- SPT Data," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021. doi: 10.1088/1755-1315/758/1/012023.
- [17] F. K. Y. Ladisma, L. Winiasri, and K. M. Eka Putri, "Analysis of the Bearing Capacity of Pile Foundations with the Meyerhoff Method in the New Terminal Building at Haji Hasan Aroeboesman Ende Airport," in *Proceeding of International Conference of Advanced Transportation, Engineering, and Applied Social Science*, 2023, pp. 348–353.
- [18] S. K. Al-mamoori, M. Karkush, W. H. Al-baghdadi, and A. A. Al-rumaithi, "Spatial Variation of Shallow Soil Bearing Capacity Using SPT Data and MATLAB Analysis," *Civ. Eng. J.*, vol. 11, no. 11, 2025.
- [19] K. Terzaghi and R. B. Peck, *Soil Mechanics in Engineering Practice*, Third Edit. John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- [20] S. Prima, I. B. Santoso, and J. A. Setyarini, "Studi N-SPT Mengenai Daya Dukung Tiang Pancang Pada Konstruksi Pile Slab Proyek Jalan Tol Jakarta-Kunciran-Cengkareng," *J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 133–142, 2019.
- [21] Y. Wei *et al.*, "Evaluation of Ultimate Bearing Capacity of Pre-Stressed High-Strength Concrete Pipe Pile Embedded in Saturated Sandy Soil Based on In Situ Test," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 6269, 2020.