

Analisis Daya Dukung Tanah dengan *Plate Loading Test* untuk Perencanaan Fondasi Dangkal (Studi Kasus: Kota Medan)

*Miguel Felix Wijaya¹, Debora Lau², Alfadhella Ridwan³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang

³Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan, Kawasan Permukiman dan Pertanahan Provinsi Riau, Pekanbaru

*) miguel_felix.ts@upnjatim.ac.id

Abstract

Shallow foundation planning requires accurate estimation of soil bearing capacity to ensure the safety, stability, and efficiency of building structures. This study aims to analyze the soil bearing capacity based on Plate Loading Test (PLT) results for the shallow foundation design of an industrial building in the Medan area, North Sumatra. PLT testing was conducted at two test points representing the soil conditions at the research location, following ASTM D 1194-94 and ASTM D1196/D1196M standards. The parameters analyzed include the load-settlement curve, ultimate bearing capacity, soil reaction modulus, and estimated California Bearing Ratio (CBR) values. The results show that the ultimate soil bearing capacity ranges from 570–690 kN/m² with relatively small plate settlements of 4.8–7.2 mm, indicating stable soil behavior. The soil reaction modulus values were obtained in the range of 22,800–27,600 kN/m³, while the estimated CBR values ranged from 26–27.69%. Overall, these results indicate that the soil at the study site is classified as medium dense sand and good quality. Therefore, the soil conditions are declared suitable for use as a supporting layer for shallow foundations in industrial buildings.

Keywords: Soil Bearing Capacity, Shallow Foundation, Soil Reaction Modulus, Plate Loading Test, Settlement

Abstrak

Perencanaan fondasi dangkal memerlukan estimasi daya dukung tanah yang akurat guna menjamin keamanan, stabilitas, dan efisiensi struktur bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung tanah berdasarkan hasil *Plate Loading Test* (PLT) dalam rangka perencanaan fondasi dangkal bangunan industri di wilayah Medan, Sumatera Utara. Pengujian PLT dilakukan pada dua titik uji yang mewakili kondisi tanah di lokasi penelitian, dengan mengacu pada standar ASTM D 1194-94 dan ASTM D1196/D1196M. Parameter yang dianalisis meliputi kurva hubungan beban-penurunan, daya dukung ultimit, modulus reaksi tanah, serta estimasi nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung ultimit tanah berkisar antara 570–690 kN/m² dengan penurunan pelat yang relatif kecil, yaitu 4,8–7,2 mm. Nilai modulus reaksi tanah diperoleh dalam rentang 22.800–27.600 kN/m³, sementara nilai CBR terestimasi berkisar antara 26–27,69%. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa tanah di lokasi penelitian dikategorikan tanah memiliki kepadatan menengah dan memiliki karakteristik baik. Dengan demikian, kondisi tanah tersebut dinyatakan layak digunakan sebagai lapisan pendukung fondasi dangkal pada bangunan industri.

Kata Kunci: Daya Dukung Tanah, Fondasi Dangkal, Modulus Reaksi Tanah, *Plate Loading Test*, Penurunan

PENDAHULUAN

Fondasi dangkal merupakan struktur yang berfungsi menyalurkan beban dari bangunan ke tanah di dekat permukaan. Kekuatan fondasi dangkal sangat dipengaruhi oleh ketepatan estimasi daya dukung tanah dan penurunan. Pada praktiknya, kegagalan fondasi disebabkan oleh keterbatasan data pengujian lapangan yang representatif terhadap kondisi tanah di lapangan (Hardiyatmo, 2010). *Plate Loading Test* (PLT) merupakan salah satu metode pengujian lapangan yang secara langsung merepresentasikan respon tanah terhadap pembebanan yang dapat mengestimasi daya dukung sehingga dijadikan acuan dalam perencanaan fondasi dangkal (Tempa & Chettri, 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PLT memberikan estimasi daya dukung dan modulus reaksi tanah yang lebih akurat dibandingkan pendekatan empiris, khususnya pada tanah berbutir (Li dkk., 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Li dkk. (2025) menegaskan bahwa hasil PLT pada tanah berbutir yang dipadatkan menunjukkan peningkatan kapasitas dukung yang signifikan, di mana nilai modulus elastisitas yang diperoleh dari kurva beban-penurunan lebih mencerminkan perilaku aktual tanah di lapangan. Sementara itu, studi oleh

Umaru dkk. (2023) pada tanah kondisi *unsaturated* and *saturated* menjelaskan bahwa interpretasi kurva beban-penurunan dari PLT memungkinkan untuk tidak hanya menghitung daya dukung ultimit, tetapi juga penurunan (*settlement*) pada tingkat beban kerja, yang sering kali menjadi kriteria desain yang lebih menentukan pada tanah berbutir. Tanah berbutir seperti tanah pasir lanauan hingga lempung berpasir yang memerlukan evaluasi daya dukung berbasis data lapangan seperti PLT (Ter-Martirosjan & Filippov, 2024).

Meskipun PLT menjadi metode yang unggul, penerapannya di lapangan masih belum optimal dan hanya terbatas pada proyek berskala besar karena biaya yang tinggi dan waktu pelaksanaannya yang lama (Farzana Haque dkk., 2025). Akibatnya, perencanaan fondasi dangkal pada proyek dengan skala kecil dan menengah hanya mengandalkan metode empiris. Hal ini menimbulkan akan ada perbedaan hasil desain jika menggunakan parameter aktual dari PLT dibandingkan dengan parameter empiris (Abbas & Makkiyah, 2024). Di Indonesia, studi yang menganalisis secara langsung untuk penentuan parameter desain fondasi dangkal pada tanah berbutir berdasarkan hasil PLT masih terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil PLT dan pemanfaatannya sebagai dasar perancangan fondasi dangkal yang sesuai dengan kondisi tanah di lapangan. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi daya dukung ultimit dan izin tanah, kurva beban–penurunan, modulus reaksi tanah dan estimasi nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Hasil dari penelitian ini diharapkan berkontribusi dalam pengembangan praktik rekayasa geoteknik di Indonesia, khususnya dalam meningkatkan akurasi perencanaan fondasi dangkal serta memberikan justifikasi teknis bagi penggunaan PLT pada proyek konstruksi.

METODE

Metode penelitian yang digunakan mencakup lokasi pengambilan data, metode pengujian dan parameter yang dianalisis sebagai berikut.

Lokasi dan Kondisi Tanah

Lokasi pengujian terletak di Kota Medan pada Gambar 1, Sumatera Utara, Indonesia. Penelitian dilakukan pada lokasi bangunan industri berupa gudang penyimpanan dengan dua titik pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Secara visual, jenis tanah di lokasi pengujian diklasifikasikan sebagai pasir kelanauan (*silty sand*) dengan kandungan kerikil. Pengujian dilakukan pada permukaan tanah yang telah diratakan setelah dilakukan penggalian 30 cm sesuai standar prosedur terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengujian
Sumber: *Google Maps* (2025)



Gambar 2. Titik Pengujian PLT-01
Sumber: *Dokumentasi Pengujian* (2025)



Gambar 3. Titik Pengujian PLT-02
Sumber: *Dokumentasi Pengujian* (2025)

Tabel 1. Koordinat Lokasi Titik PLT

Nomor	Northing (N)	Easting (E)
PLT-01	469954	390313
PLT-02	469988	390286

Sumber: *Google Earth* (2025)

Metode Plate Loading Test (PLT)

Pelaksanaan *Plate Loading Test* (PLT) di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4 berdasarkan ASTM D 1194-94 dan ASTM D1196/D1196M. Metode pengujian menggunakan pelat baja berbentuk lingkaran dengan diameter 300 mm ditempatkan di atas permukaan tanah yang telah digali dan diratakan. Kemudian, beban diberikan secara bertahap menggunakan dongkrak hidrolik dengan sistem beban reaksi. Pelat bantalan ditempatkan pada permukaan tanah yang diratakan (lapisan pasir sekitar 5 mm) dan seluruh permukaan pelat bantalan bertumpu pada permukaan tanah, dongkrak hidrolik ditempatkan diatas pelat bantalan yang menopang beban reaksi seperti truk, eskavator dan lainnya yang disesuaikan. Peralatan yang digunakan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan ASTM D 1194-94 (1994) dan ASTM D1196/D1196M (2021), terdapat tiga konfigurasi pelaksanaan pengujian PLT yang dapat dilakukan sesuai ilustrasi pada Gambar 5. Metode di permukaan tanah yang dilakukan dengan menempatkan pelat pembebanan langsung di atas permukaan tanah asli atau pada lapisan tanah yang telah diratakan. Konfigurasi ini merupakan metode yang umum digunakan fondasi bangunan industri. Pada metode ini, beban dari dongkrak hidrolik diteruskan ke pelat baja, kemudian reaksi beban dilawan oleh beban mati (seperti truk bermuatan atau balok beton). Pengujian di permukaan memberikan gambaran langsung mengenai kekakuan lapisan permukaan tanpa pengaruh tegangan overburden yang signifikan (Andresdottir & Mork, 2022).

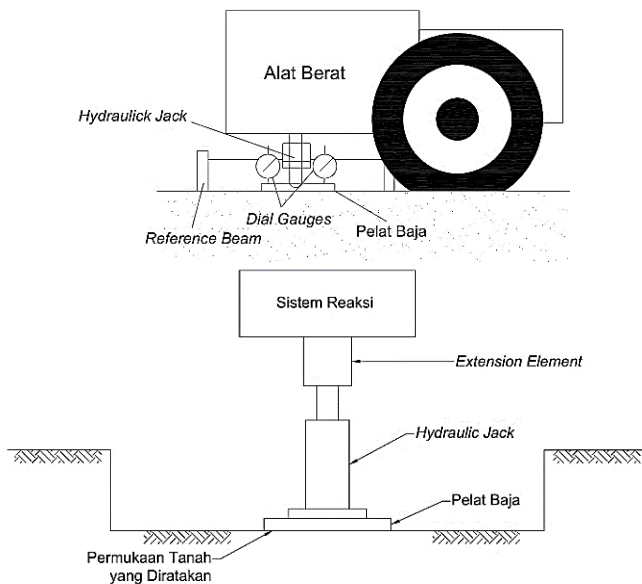
Apabila fondasi rencana terletak pada kedalaman tertentu di bawah permukaan tanah, pengujian perlu dilakukan di dasar galian. Metode pelaksanaan di galian dilakukan dengan menggali tanah hingga mencapai elevasi yang setara dengan kedalaman dasar fondasi yang direncanakan. Penting untuk memastikan bahwa luas galian cukup untuk mengakomodasi peralatan uji dan bahwa tanah dasar galian tidak mengalami gangguan berarti akibat

proses penggalian. Metode ini bertujuan untuk mendapatkan parameter tanah yang paling representatif pada kondisi tegangan yang sesuai dengan rencana pembebanan fondasi sebenarnya (Andresdottir & Mork, 2022). Pada penelitian ini metode pelaksanaan pengujian berada di galian dasar fondasi yang direncanakan.

Tabel 2. Peralatan untuk PLT

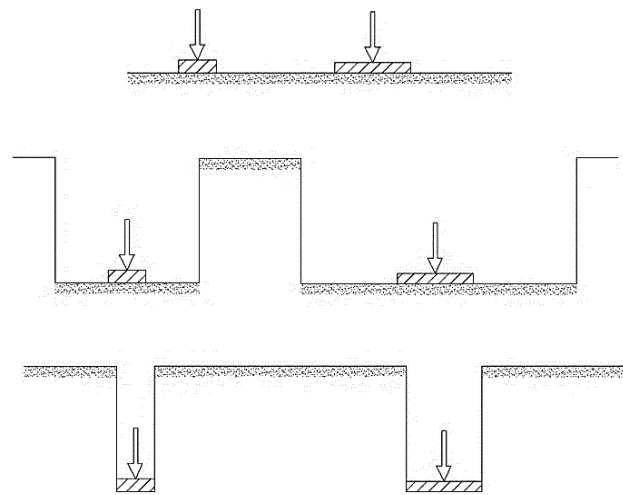
Peralatan	Keterangan	Jumlah	Satuan
Hydraulic Jack	50 ton	1	Set
Pelat baja	Diameter 300 mm	1	Set
Dial Gauge Reference Beam	0,01 mm	3	Buah
Extension Element		1	Set
Sistem Reaksi	Alat Berat	1	Set

Sumber: Peralatan Pengujian (2025)



Gambar 4. Ilustrasi Metode Pengujian (a) Tampak Samping (b) Tampak Depan
Sumber: ASTM D 1194-94 (1994)

Untuk tanah di kedalaman yang signifikan, pengujian PLT dapat dilakukan di dalam lubang bor. Prosedur diawali dengan pengeboran hingga kedalaman yang dituju. Setelah dasar lubang bor dibersihkan dari kotoran, pelat baja diturunkan ke dasar lubang menggunakan batang bor. Beban kemudian diaplikasikan dari permukaan melalui sistem dongkrak yang didorong oleh beban reaksi di atas. Metode ini berguna untuk menguji lapisan tanah keras yang berada di bawah lapisan tanah lunak, atau untuk mengevaluasi daya dukung tanah pada fondasi tiang bor bagian ujung (Andresdottir & Mork, 2022). Namun, pelaksanaannya lebih rumit dan memerlukan ketelitian tinggi untuk memastikan pembebanan benar-benar vertikal dan pelat berkontak sempurna dengan tanah di dasar lubang.



Gambar 5. Metode Pelaksanaan Pengujian (a) di Permukaan Tanah (b) di Galian (c) di Lubang Bor
Sumber: ASTM D 1194-94 (1994)

Parameter yang Dianalisis

Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kurva hubungan tekanan–penurunan tanah.

Interpretasi kurva beban–penurunan hasil PLT merupakan langkah dalam menentukan daya dukung ultimit tanah dan bentuk kurva dipengaruhi oleh jenis dan kondisi tanah yang diuji diilustrasikan pada Gambar 6. Tanah non-kohefif kondisi *loose* dan *medium* (Tipe A) menghasilkan kurva landai tanpa titik keruntuhan yang jelas, sehingga daya dukung ultimit umumnya ditentukan berdasarkan kriteria batas penurunan 10% diameter pelat (Hardiyatmo, 2010). Sebaliknya, tanah kohefif (Tipe B) menunjukkan kelengkungan progresif yang diikuti penurunan cepat setelah titik tertentu, mengindikasikan keruntuhan yang lebih terdefinisi (Das & Sobhan, 2014). Sementara itu, tanah dengan karakteristik antara kohefif dan granular (Tipe C) memperlihatkan kurva dengan kelengkungan progresif menuju kondisi plastis, sedangkan tanah berbutir padat (Tipe D) menghasilkan kurva dengan puncak keruntuhan yang jelas (*general shear failure*), sehingga daya dukung ultimit dapat langsung diidentifikasi dari titik puncak tersebut (JahanGer dkk., 2010). Pada Gambar 5 terlihat setiap tahapan pembebanan diikuti dengan pengukuran penurunan pada interval waktu tertentu, untuk penelitian ini waktu yang digunakan 1, 2,25, 4, 6,25, 9 dan 16 menit berdasarkan ASTM D 1194-94 dan ASTM D1196/D1196M. Pembebanan dilanjutkan hingga tercapai penurunan 10% dari diameter pelat atau hingga mendekati kondisi keruntuhan.

2. Daya dukung ultimit pelat (q_u) dan daya dukung izin (q_a) dengan faktor keamanan 2,5–3,0.

Formula daya dukung dari Das & Nagaratnam Sivakugan (2019) pada *Principles of Foundation Engineering* dengan persamaan sebagai berikut.

$$q_{u(F)} = q_{u(P)} \quad (1)$$

$$q_a = \frac{q_u}{SF} \quad (2)$$

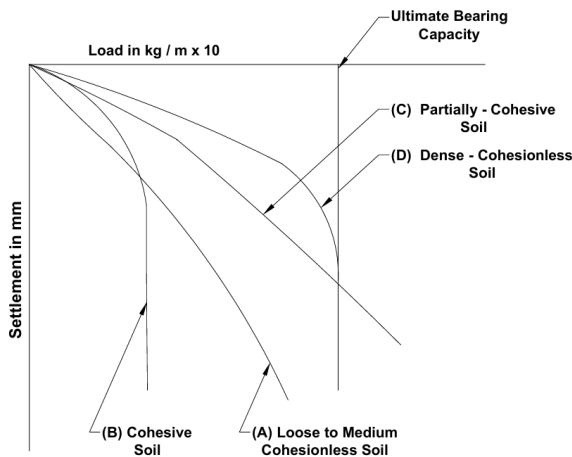
Dengan,

$q_{u(F)}$ = daya dukung ultimit dari tanah (kN/m^2)

$q_{u(P)}$ = daya dukung ultimit pelat uji (kN/m^2)

q_a = daya dukung izin (kN/m^2)

SF = faktor keamanan dengan nilai 2,5-3,0



Gambar 6. Tipe Kurva Beban-Penurunan untuk Estimasi *Ultimate Bearing Capacity*

Sumber: ASTM D1196/D1196M (2021)

3. Modulus reaksi tanah dasar (k_s) pada penurunan tertentu.

Modulus reaksi tanah dasar adalah satuan perpindahan tanah dasar dibawah tekanan yang diberikan berdasarkan Bowles (1997). Hal ini dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$k_s = \frac{P}{s} \quad (3)$$

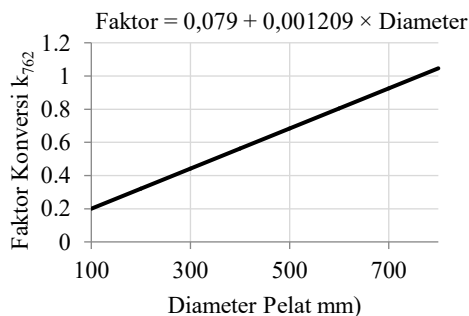
Dengan,

k_s = modulus reaksi tanah dasar (kN/m^3)

P = tekanan ultimit tanah dasar (kN/m^2)

s = penurunan yang diizinkan (0,025 m)

Modulus reaksi tanah dasar untuk ukuran pelat lainnya dapat ditentukan dengan menggunakan faktor konversi pada Gambar 7.



Gambar 7. Konversi Faktor untuk Pelat Berukuran Kecil
Sumber: Bowles (1997)

Referensi interpretasi nilai modulus reaksi tanah dasar berdasarkan Bowles (1997) pada *Foundation Analysis and Design* sebagai berikut.

Tabel 3. Nilai Modulus Reaksi Tanah untuk Fondasi

Jenis Tanah	k_s (kN/m^3)
Pasir lepas	4.800 – 16.000
Pasir kepadatan sedang	9.600 – 80.000
Pasir padat	64.000 – 128.000
Pasir berlempung	32.000 – 80.000
Pasir berlanau	24.000 – 48.000
Tanah lempung	
$q_a \leq 200$ kPa	12.000 – 24.000
$200 < q_a \leq 800$ kPa	24.000 – 48.000
$q_a > 800$ kPa	> 48.000

Sumber: Bowles (1997)

4. Estimasi nilai CBR berdasarkan korelasi empiris.

Design Manual of Road and Bridge HD 15/94 (2003) tentang *Pavement Design and Maintenance Foundation* memberikan perkiraan korelasi antara pengukuran yang dilakukan PLT dengan nilai CBR. Nilai CBR digunakan sebagai parameter pendukung untuk memberikan gambaran tambahan mengenai karakteristik/kondisi tanah di lapangan (Das & Nagaratnam Sivakugan, 2019). Perkiraan empiris hubungan dengan CBR pada persamaan sebagai berikut.

$$CBR = 6.1 \times 10^{-8} (k_{762})^{1.733} \quad (4)$$

Dengan,

CBR = California Bearing Ratio

k_{762} = Modulus reaksi tanah dasar, yang didefinisikan sebagai tekanan yang ditimbulkan di bawah pelat dibagi dengan penurunan (biasanya 1,25 mm) dengan diameter pelat 762 mm (30 inci).

Referensi interpretasi nilai CBR berdasarkan Bowles (1992) pada *Engineering Properties of Soil and Their Measurements* sebagai berikut.

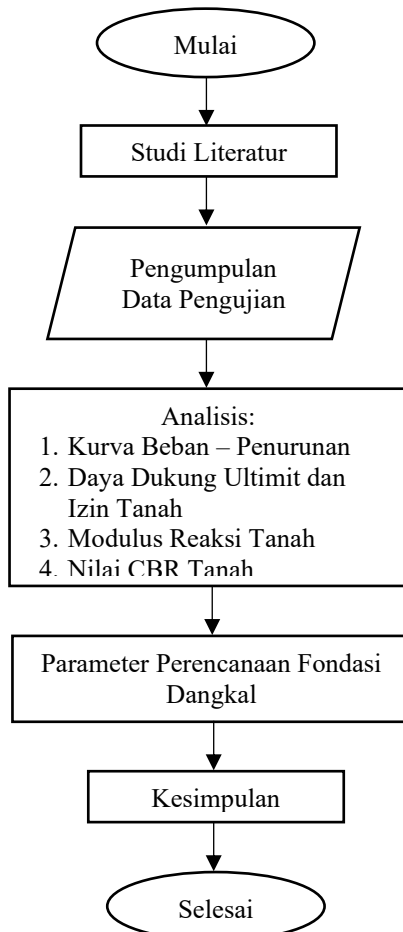
Tabel 1. Interpretasi Nilai CBR

CBR (%)	Kondisi	Klasifikasi Tanah
0 – 3	Sangat buruk	OH, CH, MH, OL
3 – 7	Buruk ke baik	OH, CH, MH, OL
7 – 20	Cukup	OL, CL, ML, SC, SM, SP
20 – 50	Baik	GM, GC, SW, SM, SP, GP
>50	Sangat baik	GW, GM

Sumber: Bowles (1992)

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dibuat secara sistematis dimulai dari studi literatur, pengumpulan data pengujian, analisis, penentuan parameter perencanaan hingga kesimpulan dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

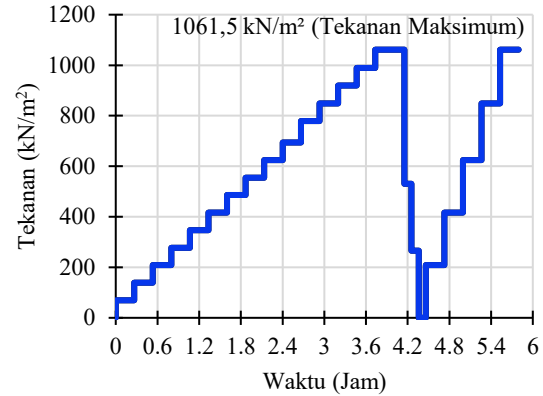
Hasil penelitian yang dibahas dimulai dari kurva beban-penurunan, daya dukung ultimit dan izin, modulus reaksi tanah, nilai CBR dan perancangan fondasi dangkal.

Kurva Beban-Penurunan

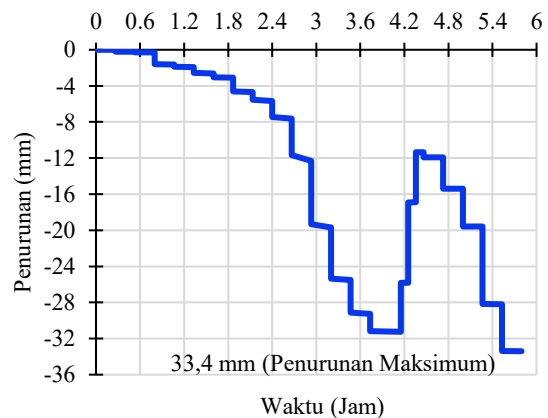
Berdasarkan hasil PLT pada titik PLT-01 yang ditunjukkan pada Gambar 9, hubungan antara tekanan dan waktu menunjukkan bahwa *loading* dilakukan secara bertahap hingga mencapai tekanan maksimum sebesar 1061,5 kN/m² pada 4,1 jam pengujian. Peningkatan tekanan dilakukan secara bertahap untuk mengamati respon deformasi tanah terhadap setiap tahapan beban yang diberikan. Setelah mencapai tekanan maksimum, dilakukan proses *unloading* yang ditunjukkan dengan penurunan tekanan secara signifikan, kemudian diikuti dengan *reloading* hingga mendekati tekanan maksimum pada akhir waktu pengujian. Tahapan pembebanan ini bertujuan untuk mengevaluasi respons elastis dan plastis tanah terhadap siklus pembebanan.

Hubungan antara penurunan dan waktu pada Gambar 10 menunjukkan bahwa nilai penurunan meningkat seiring dengan bertambahnya tekanan yang diberikan. Pada tahap awal *loading*, penurunan masih relatif kecil karena

tanah dalam kondisi elastis. Namun, seiring meningkatnya tekanan, penurunan tanah menjadi lebih signifikan hingga mencapai penurunan maksimum sebesar 33,4 mm pada saat mencapai beban maksimum. Setelah proses *unloading* dilakukan, terlihat adanya pemulihan sebagian penurunan yang menunjukkan adanya komponen deformasi elastis pada tanah.



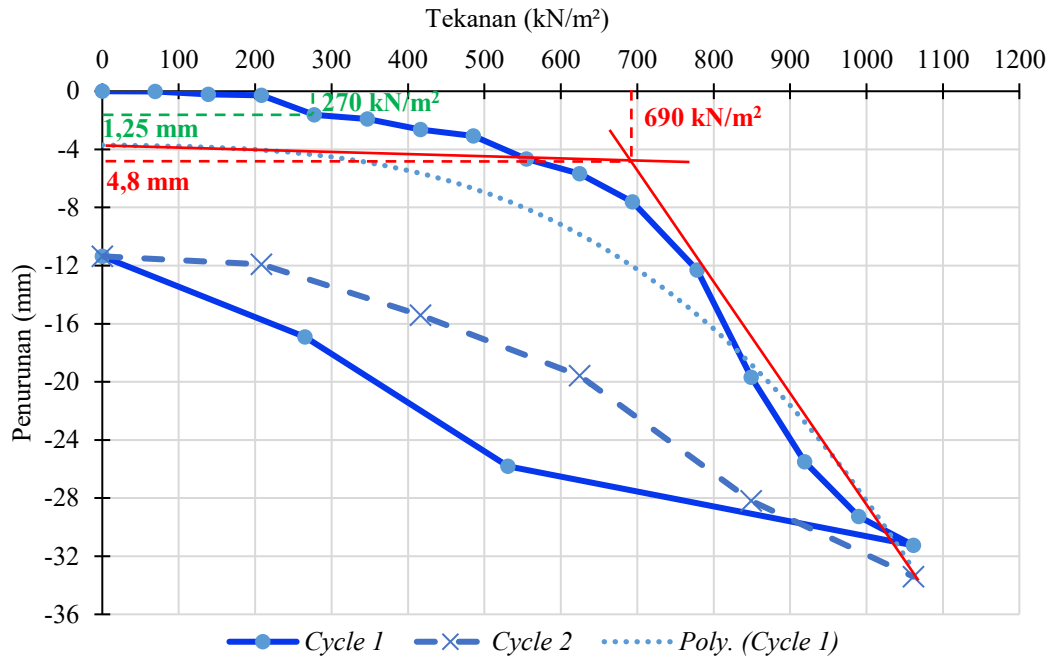
Gambar 9. Hasil Tekanan terhadap Waktu PLT-01
Sumber: Hasil Pengolahan Data (2026)



Gambar 10. Hasil Penurunan terhadap Waktu PLT-01
Sumber: Hasil Analisis (2026)

Pada Gambar 11 menunjukkan hubungan antara tekanan dan penurunan hasil uji pada titik PLT-01 untuk dua siklus (*cycle*) pembebanan terlihat bahwa penurunan tanah meningkat seiring dengan bertambahnya tekanan yang diberikan pada pelat uji. Pada *cycle* 1 penurunan awal relatif kecil kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai sekitar 31 mm pada tekanan mendekati 1100 kN/m², yang menunjukkan perubahan perilaku tanah dari kondisi elastis menuju plastis akibat peningkatan beban. Berdasarkan interpretasi kurva tekanan-penurunan melalui pendekatan garis ekstrapolasi (*polynomial*) pada bagian kurva yang mengalami peningkatan deformasi tajam sehingga diperoleh daya dukung ultimit tanah sebesar 690 kN/m² dengan nilai penurunan 4,8 mm, yang menunjukkan batas perubahan kekakuan tanah terhadap pembebanan. Selain itu, kurva pada *cycle* 2 menunjukkan respon deformasi yang berbeda akibat adanya proses rekompaksi partikel tanah setelah siklus pertama pembebanan, sehingga sebagian

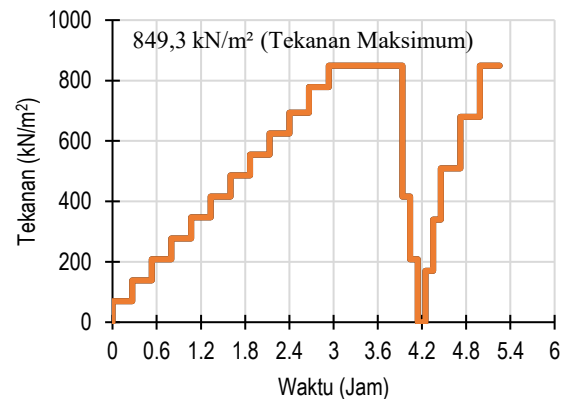
deformasi bersifat permanen sementara sebagian lainnya masih bersifat elastis setelah *unloading* beban.



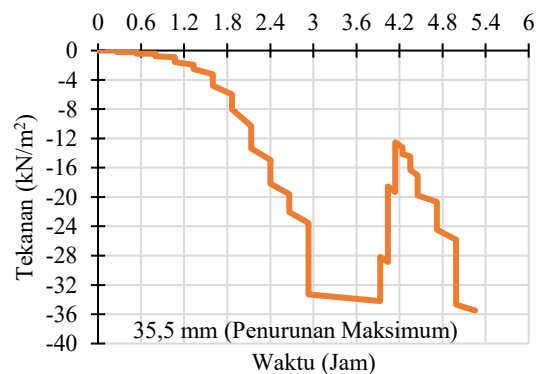
Gambar 11. Hubungan antara Beban dan Penurunan PLT-01
Sumber: Hasil Analisis (2026)

Pada hasil PLT titik PLT-02 yang ditunjukkan pada Gambar 12, hubungan antara tekanan dan waktu menunjukkan bahwa *loading* dilakukan secara bertahap hingga mencapai tekanan maksimum sebesar 849,3 kN/m² pada 3,9 jam pengujian. Sedangkan, hubungan antara penurunan dan waktu pada Gambar 13 menunjukkan bahwa nilai penurunan juga meningkat seiring dengan bertambahnya tekanan yang diberikan dengan penurunan maksimum sebesar 35,5 mm pada saat mencapai beban maksimum. Hasil uji PLT-02 menunjukkan bahwa nilai tekanan maksimum yang lebih rendah disertai dengan penurunan yang lebih besar mengindikasikan daya dukung tanah serta kondisi tanah yang lebih buruk di bandingkan titik PLT-01.

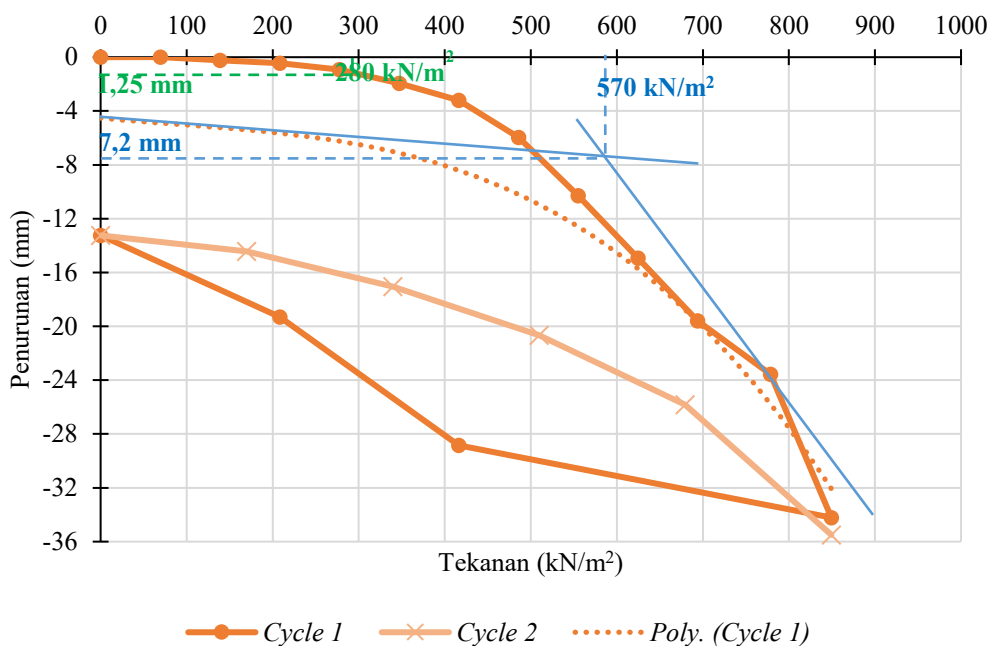
Hubungan antara tekanan dan penurunan hasil uji pada titik PLT-02 untuk dua siklus (*cycle*) pembebanan terlihat pada Gambar 14. Pada *cycle* 1 penurunan meningkat secara bertahap hingga mencapai sekitar 34 mm pada tekanan sebesar 850 kN/m². Berdasarkan interpretasi kurva tekanan–penurunan melalui pendekatan garis ekstrapolasi (*polynomial*) pada bagian kurva yang mengalami peningkatan deformasi tajam sehingga diperoleh daya dukung ultimit tanah sebesar 570 kN/m² dengan nilai penurunan sekitar 7,2 mm, yang menunjukkan batas perubahan kekakuan tanah terhadap pembebanan. Selain itu, kurva pada *cycle* 2 menunjukkan respons deformasi akibat adanya proses rekompaksi partikel tanah setelah *cycle* 1 pembebanan, sehingga penurunan yang terjadi akan lebih besar walaupun dengan tekanan yang sama. Nilai daya dukung ultimit dan penurunan pada pelat uji untuk PLT-01 dan PLT-02 dirangkum pada Tabel 4.



Gambar 12. Hasil Tekanan terhadap Waktu PLT-02
Sumber: Hasil Analisis (2026)



Gambar 13. Hasil Penurunan terhadap Waktu PLT-02
Sumber: Hasil Analisis (2026)



Gambar 14. Hubungan antara Beban dan Penurunan Titik PLT-02
Sumber: Hasil Analisis (2026)

Tabel 2. Rangkuman Hasil Daya Dukung Ultimit dan Penurunan pada Pelat Uji

Nomor PLT	Daya Dukung Ultimit pada Pelat Uji ($q_{u(P)}$) (kN/m^2)	Penurunan pada Pelat Uji (mm)
PLT-01	690	4,80
PLT-02	570	7,20

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Tabel 3. Daya Dukung Ultimit dan Daya Dukung Izin Tanah

Nomor PLT	Daya Dukung Ultimit pada Pelat Uji ($q_{u(P)}$) (kN/m^2)	Daya Dukung Ultimit Tanah ($q_{u(F)}$) (kN/m^2)	Daya Dukung Izin (q_a) SF = 3 (kN/m^2)
PLT-01	690	690	230
PLT-02	570	570	190

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Daya Dukung Ultimit dan Izin

Daya dukung ultimit tanah dasar didapatkan dari interpretasi kurva beban–penurunan untuk daya dukung ultimit pelat uji. Daya dukung ultimit hasil PLT-01 diperoleh 690 kN/m^2 dan PLT-02 sebesar 570 kN/m^2 . Penentuan daya dukung ultimit dilakukan dengan metode grafik, yaitu titik perubahan kelengkungan kurva sesuai yang direkomendasikan oleh ASTM D 1194-94 dan ASTM D1196/D1196M. Dengan menerapkan faktor keamanan

sebesar 3, diperoleh daya dukung izin tanah dasar antara PLT-01 sebesar 230 kN/m^2 dan PLT-02 sebesar 190 kN/m^2 . Pemilihan faktor keamanan ini konsisten dengan praktik perancangan fondasi dangkal di Indonesia dan rekomendasi untuk bangunan (Hardiyatmo, 2010).

Modulus Reaksi Tanah

Nilai modulus reaksi tanah dasar (k_s) didapatkan dari beban ultimit terhadap penurunan yang diizinkan sebesar 25 mm. Modulus reaksi tanah dasar hasil PLT-01 diperoleh sebesar 27.600 kN/m^3 dan untuk PLT-02 diperoleh sebesar 22.800 kN/m^3 . Berdasarkan Tabel 3 nilai modulus reaksi tanah untuk fondasi menurut Bowles (1997) sebesar 9.600 – 80.000 kN/m^3 , maka dikategorikan pasir dengan kepadatan sedang untuk kedua hasil pengujian. Nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian memiliki kekakuan menengah sehingga menjadi penting dalam perencanaan fondasi dangkal khususnya untuk analisis penurunan dan distribusi tegangan. Oleh karena itu, penggunaan nilai modulus reaksi tanah hasil PLT dianggap lebih representatif dibandingkan nilai empiris.

Tabel 4. Modulus Reaksi Tanah Dasar

Nomor PLT	Tekanan Ultimit (P) (kN/m^2)	Penurunan yang Diizinkan (s) (m)	Modulus Reaksi Tanah (k_s) (kN/m^3)
PLT-01	690	0,025	27.600
PLT-02	570	0,025	22.800

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Nilai CBR

Berdasarkan korelasi empiris menurut Design Manual of Road and Bridge HD 15/94 (2003) dengan persamaan modulus reaksi tanah dasar dan daya dukung ketika penurunan 1,25 mm, maka diperoleh nilai estimasi CBR. Nilai CBR tanah dasar hasil PLT-01 diperoleh sebesar 26,00% dan untuk PLT-02 diperoleh sebesar 27,69%. Berdasarkan Tabel 4 interpretasi nilai CBR menurut Bowles (1997) sebesar 20-50%, maka dikategorikan baik untuk kedua hasil pengujian. Nilai ini menunjukkan kualitas tanah yang baik dengan klasifikasi tanah berbutir untuk perencanaan fondasi dangkal (Das & Nagaratnam Sivakugan, 2019).

Tabel 8. Estimasi Nilai CBR Tanah

Nomor PLT	Daya Dukung Ketika Penurunan 1,25 mm (kN/m ²)	Faktor Konversi untuk Pelat Kecil (300 mm)	Modulus Reaksi Tanah (k ₇₆₂) (kN/m ³)	Nilai CBR (%)
PLT-01	270	0,442	95.407,20	26,00
PLT-02	280	0,442	98.940,80	27,69

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Parameter Perencanaan Fondasi Dangkal

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan data hasil PLT memberikan parameter perencanaan fondasi dangkal yang lebih representatif dibandingkan pendekatan empiris. Dengan mempertimbangkan daya dukung, penurunan, modulus reaksi tanah dan nilai CBR desain fondasi dangkal dapat dioptimalkan sehingga sesuai dengan kinerja (*performance-based design*). Hasil rekapitulasi kedua pengujian berdasarkan analisis untuk perencanaan fondasi dangkal ditunjukkan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Rekapitulasi Parameter Perencanaan Fondasi

Nomor PLT	Daya Dukung Izin (q _a) SF = 3 (kN/m ²)	Penurunan (mm)	Modulus Reaksi Tanah (k _s) (kN/m ³)	Nilai CBR (%)
PLT-01	230	4,8	27.600	26,00
PLT-02	190	7,2	22.800	27,69

Sumber: Hasil Analisis (2026)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis PLT dapat disimpulkan bahwa:

1. Daya dukung ultimit tanah diperoleh berkisar antara 570–690 kN/m², dengan penurunan pelat sebesar 4,8–7,2 mm.
2. Daya dukung izin tanah dengan faktor keamanan 3 diperoleh sebesar 190–230 kN/m².

3. Nilai modulus reaksi tanah dasar yang diperoleh sebesar 22.800–27.600 kN/m³ menunjukkan bahwa tanah pada lokasi penelitian dikategorikan pasir dengan kepadatan menengah.
4. Nilai CBR tanah yang diperoleh sebesar 26,00–27,69% dikategorikan tanah berkualitas baik dengan klasifikasi tanah berbutir.

Data PLT menghasilkan nilai daya dukung, penurunan, modulus reaksi tanah dan nilai CBR yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan fondasi dangkal yang lebih representatif dengan kondisi lapangan sehingga desain dapat dioptimalkan dan disesuaikan dengan kinerja (*performance-based design*). Penelitian ini juga direkomendasikan untuk memvalidasi hasil PLT dengan data penyelidikan tanah di lapangan, seperti CPT, SPT dan uji laboratorium sehingga diperoleh evaluasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M. F., & Makkiyah, H. M. (2024). "Evaluation of Sabkha Soil Bearing Capacity by Plate Load Test in Al Muthanna Province". *Journal of Engineering*, Vol. 30, No.5, pp. 38-51.
- Andresdottir, H., & Mork, H. (2022). "Plate load testing - Effects of in-situ conditions, test procedure and calculation method. Eleventh International Conference on the Bearing Capacity of Roads". *Railways and Airfields*, Vol. 2, No. 2, pp. 14–25.
- American Society for Testing and Materials. (1994). "ASTM D 1194-94: Standard Test Method for Bearing Capacity of Soil for Static Load and Spread". ASTM International, Pennsylvania.
- American Society for Testing and Materials. (2021). "Standard test method for nonrepetitive static plate tests of soils and flexible pavement components for use in evaluation and design of airport and highway pavements". ASTM International, Pennsylvania.
- Bowles, J. E. (1992). *Engineering properties of soils and their measurement*. 1st ed. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design*. 5th ed. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2019). *Principle of Foundation Engineering*. 9th ed. Cengage Learning, Inc., Boston.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2014). *Principles of Geotechnical Engineering*. 1st ed. Cengage Learning, Inc., Boston.
- Design Manual of Road and Bridge. (2003). "Pavement Design and Maintenance Foundations". National Roads Authority, Dublin.
- Farzana Haque, K. A., Sabrin, R., Ahmed, M., & Ahmed, K. S. (2025). "Soil Bearing Capacity Estimation using Plate Load Test for Station 5 of MRT Line -6 at Dhaka: A Case Study". *Indian Geotechnical Journal*, Vol. 55, No.1, pp. 455–470.

- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. 1st ed. Gadjah Mada Univeristy Press, Yogyakarta.
- JahanGer, Z. K., Ahmed, A. A., & JahanGer, Q. K. (2010). "Effect of Plate Load Test Curve Shape on Modulus of Subgrade Reaction of Compacted Subbase Soil". *The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-12.
- Li, W., Tao, Q., Gu, R., Li, C., Dai, G., & Gong, W. (2025). "Plate Size Effects in Gravelly Soil Based on In Situ Plate Load Tests and Finite Element Analysis". *Applied Sciences (Switzerland)*, Vol. 15, No. 2, p. 760.
- Tempa, K., & Chettri, N. (2021). "Comprehension of conventional methods for ultimate bearing capacity of shallow foundation by PLT and SPT in southern Bhutan". *Civil Engineering and Architecture*, Vol. 9, No. 2, pp. 375–385.
- Ter-Martirosjan, A. Z., & Filippov, K. A. (2024). "Plate Load Test. Prospects for Development". *Construction and Geotechnics*, Vol. 15, No.1, pp. 61–82.
- Umaru, I., Alhaji, M. M., Alhassan, M., Adejumo, T. E., Alkali, B., Birniwa, A. H., & Jagaba, A. H. (2023). "Development of Innovative Plate Load Testing Equipment for In-Situ Saturated Clays Soils". *Geotechnics*, Vol. 3, No. 2, pp. 142–160.