



KAJIAN PENGARUH TINGKAT KEKASARAN BAHAN STRUKTUR PONDASI TIANG TERHADAP PENINGKATAN KAPASITAS DUKUNG TANAH

Kartika Indah Sari¹, Nurmaidah²

¹Universitas Harapan Medan, ²Universitas Medan Area

Surrel : mutiyalubis@gmail.com, nurmaidah@staff.uma.ac.id

Diterima : 11 Desember 2022; Disetujui : 27 Desember 2022

ABSTRAK

Tanah lunak seperti tanah lempung merupakan tanah dengan kadar air tinggi dan daya dukung rendah. Tiang merupakan perkuatan yang dipakai dalam menambah daya dukung tanah untuk memikul beban konstruksi yang akan dibangun di atas tanah. Perkuatan tiang yang digunakan adalah tiang beton, tiang baja dan tiang kayu untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kapasitas dukung. Metode perkuatan tanah lunak yang digunakan dalam penelitian adalah metode uji beban untuk mengetahui kapasitas dukung tiang tunggal pada tiang kayu, tiang baja dan tiang beton. Tinggi tiang yang digunakan 35 cm dan diameter 2,5 cm dengan jumlah tiang 4 dimasing-masing tiang. Hasil uji beban membuktikan bahwa kapasitas dukung tiang kekasaran lebih tinggi kapasitas dukungnya dari pada tiang polos. Kekasaran tiang dapat berpengaruh terhadap kapasitas dukung tiang. Perbedaan kekasaran permukaan tiang mempengaruhi tingkat interaksi antar partikel butiran tanah dan tiang, ini berarti lebih besar peningkatan kapasitas tiang kasar atau tiang kekasaran variasi.

Kata Kunci: Lempung, Perkuatan, Tiang

ABSTRACT

Soft soils such as clay are soils with high water content and low bearing capacity. Piles are reinforcement used to increase the carrying capacity of the soil to carry the load of the construction to be built on the ground. Reinforcement of the poles used are concrete poles, steel poles and wooden poles to determine how much the increase in bearing capacity is. The soft soil reinforcement method used in this study is the load test method to determine the bearing capacity of single piles on wooden piles, steel piles and concrete piles. The height of the poles used is 35 cm and the diameter is 2.5 cm with 4 poles in each pole. The load test results prove that the bearing capacity of the rough pile is higher than that of the plain pile. Pile roughness can affect the pile bearing capacity. Differences in pile surface roughness affect the level of interaction between soil particles and piles, this means a greater increase in pile capacity or pile roughness variation.

Keywords: Clay, Pile, Reinforcement

1. Pendahuluan

Tanah mempunyai peran penting dalam suatu pekerjaan konstruksi. Tanah bisa berfungsi sebagai dasar pendukung suatu bangunan atau sebagai bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Pada umumnya semua bangunan dibuat di atas dan dibawah permukaan tanah. Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir-butir yang kemampatannya besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah. Tanah lunak memiliki karakteristik yang kurang baik sering menimbulkan permasalahan. Hal ini disebabkan oleh

rendahnya daya dukung tanah tersebut, maka untuk meningkatkan daya dukung digunakan pondasi tiang friksi yang diberikan kekasaran pada permukaan tiang. Hal yang paling penting dalam pelaksanaan konstruksi bangunan salah satunya adalah pondasi dikarenakan berfungsi untuk meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya. Pondasi tiang merupakan elemen struktur yang berfungsi meneruskan beban pada tanah, baik beban arah vertikal maupun arah horizontal. Penggunaan pondasi tiang untuk perbaikan tanah lunak sudah sejak lama digunakan, baik dari bahan kayu, beton, ataupun baja. Pemakaian pondasi

tiang pancang pada suatu bangunan dipilih apabila tanah dasar di bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul beban dan berat bangunannya (Sardjono, 1998)

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian perkuatan pada dinding fondasi dapat meningkatkan nilai daya dukung fondasi. Fakta di lapangan ditemukan fenomena bahwa kapasitas aksial tiang pancang mengalami peningkatan seiring waktu, yang diyakini sebagai waktu untuk pemulihan tanah dari gangguan setelah pemancangan (Augustesen, 2005). Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kapasitas daya dukung fondasi tiang terhadap variasi kekasaran

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan. Pada penelitian ini tanah lempung lunak yang diuji berasal dari Delitua Pamah Kecamatan Delitua, Kabupaten Deli Serdang.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tanah lempung (*soft clay*) sebagai media penelitian, kayu, baja, dan tiang beton sebagai perkuatan. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Alat uji penetrasi CBR, bak uji, terpal, pipa PVC, *magnetic base*, arloji (dial). Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan. Penelitian ini terdiri dari beberapa pengujian yaitu karakteristik tanah yang meliputi pengujian kadar air, *spesific gravity*, *atterberg limits*, *sieve analysis*, kuat tekan bebas pengujian sifat fisik dan mekanik tanah lunak dan pengujian pemodelan pembebanan tanah lunak. Untuk mendapatkan sifat-sifat tanah penelitian ini melakukan pengujian sifat fisik seperti pengujian berat jenis (*Gs*), kadar air, analisa saringan, *atterberg limit*. Sedangkan pada pengujian sifat mekanis tanah dilakukan dengan pengujian *unconfined*, model pondasi tiang penampang lingkaran dengan diameter 2,5 cm dan panjang 35 cm, untuk bak yang digunakan berukuran tinggi 120 cm x lebar 90 cm x pancang 90 cm.

Penamaan Pondasi Tiang



Gambar 1. Model tiang kekasaran dan polos

3. Hasil dan Pembahasan

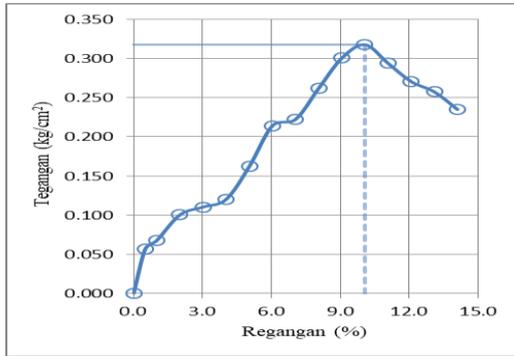
3.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung Lunak

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisik tanah

Sifat-sifat Tanah	Nilai	Satuan
Kadar air (w)	63,81	%
Berat Jenis (Gc)	2,49	-
Batas Cair (LL)	38,83	%
Batas Plastis (PL)	36,42	%
Indeks Plastis (PI)	2,41	%
Lolos Saringan No.200	99,64	%

Berdasarkan tabel hasil sifat fisik tanah dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah jenis tanah lempung, tanah lempung merupakan tanah berbutir halus yang tersusun dari mineral-mineral lempung dan partikel-partikel mikroskopis dan submikroskopis berbentuk lempengan-lempengan pipih yang halus sehingga harus menggunakan perkuatan tiang pancang dengan variasi kekasaran.

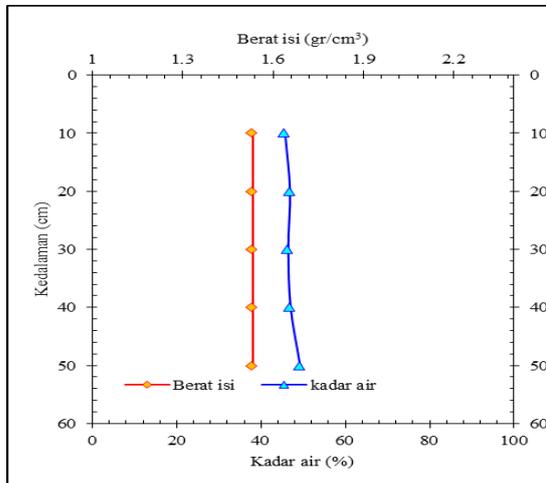
3.2 Hasil pengujian mekanis tanah lempung lunak



Gambar 2. Hasil pemadatan kuat tekan bebas (unconfined)

Hasil pemadatan kuat tekan bebas (unconfined) tanah asli Berdasarkan diatas menunjukkan hasil pemadatan kuat tekan bebas (unconfined com presion test) material tanah asli didapatkan nilai Kuat Tekan $q_u=0,31 \text{ kg/cm}^2$ dan untuk kuat geser sebesar $C_u (0,5 \times q_u) = 0,15 \text{ kg/cm}^2$, keruntuhan benda uji terjadi pada saat regangan sebesar 10,1%, dari gambar 1 dapat digolongkan sebagai konsistensi tanah lempung Lunak.

3.3 Hasil uji kepadatan tanah dalam bak uji.

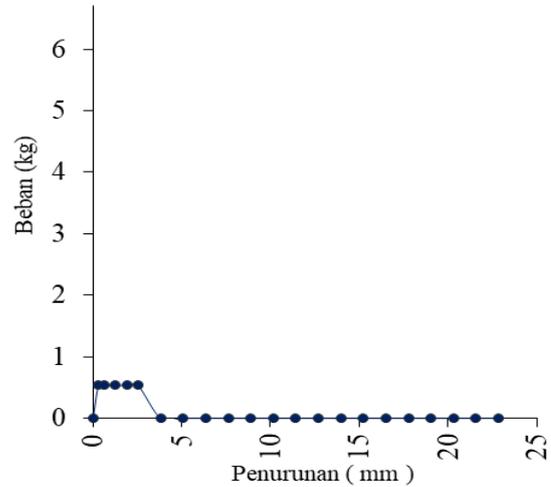


Gambar 3. Hasil uji kepadatan tanah dalam bak uji

Berdasarkan hasil bak uji Hasil uji core cutter ditunjukkan pada Gambar 2 Pengambilan data kepadatan dilakukan setiap kedalaman 10 cm sebanyak 5 (lima) titik. Berat isi basah rata-rata dari permukaan tanah sampai kedalaman 50 cm sebesar $1,533 \text{ gr/cm}^3$ mendekati sama dengan berat isi basah tanah asli di lapangan $1,628 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan kadar air tanah lempung lunak dalam bak uji didapatkan sebesar 47,04%

mendekati kadar air tanah asli di lapangan sebesar 63,81% .

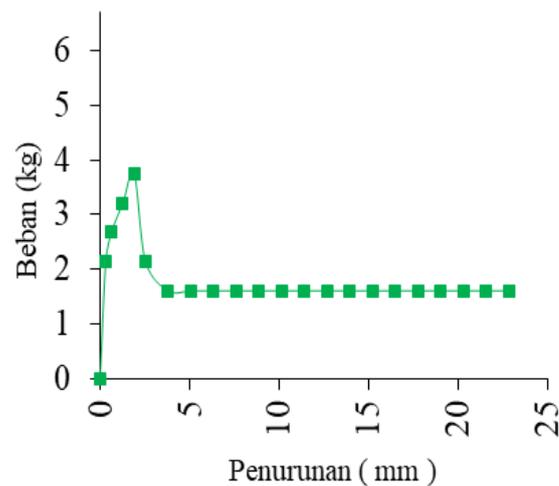
3.4 Hasil uji kuat dukung beban tiang beton polos



Gambar 4 Hasil uji kuat dukung beban tiang beton polos

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang beton polos dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 0.53 kg

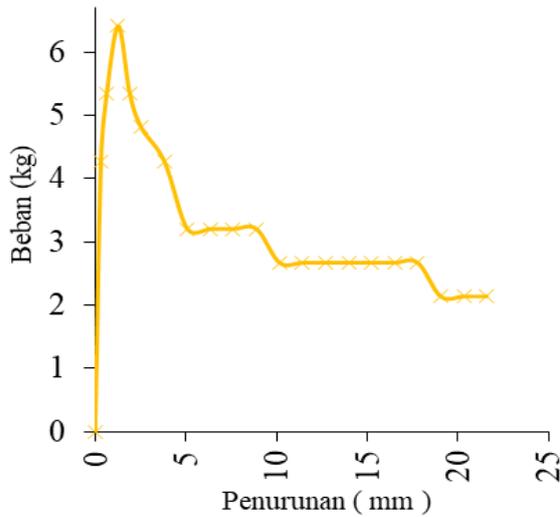
3.5 Hasil uji kuat dukung tiang beton spasi 5 cm



Gambar 5. Hasil uji kuat dukung tiang beton spasi 5 cm

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang beton spasi 5 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 3.74 kg.

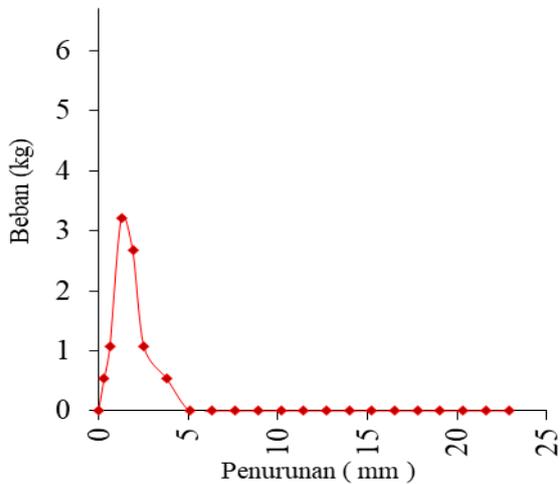
3.6 Hasil uji kuat dukung tiang beton spasi 8.3 cm



Gambar 6. Hasil uji kuat dukung tiang beton spasi 8.3 cm

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang beton spasi 8,3 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Qu) sebesar = 6.41 kg

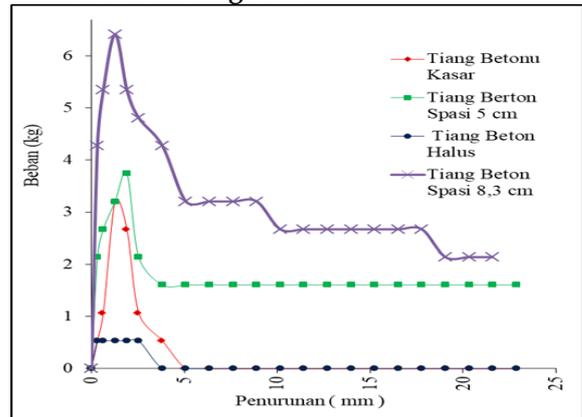
3.7 Hasil uji kuat dukung tiang beton kekasaran penuh



Gambar 7. Hasil uji kuat dukung tiang beton kasar

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang beton kasar dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Qu) sebesar = 3.20 kg

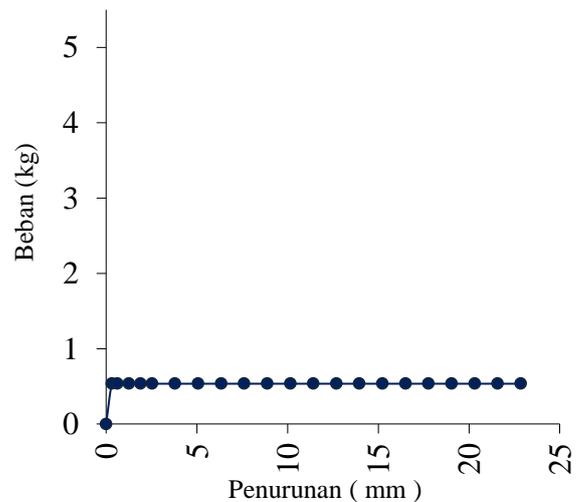
3.8 Peningkatan daya dukung terhadap variasi kekasaran tiang beton



Gambar 8. Hasil uji kapasitas dukung tiang beton

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kapasitas dukung terhadap tiang beton, tiang beton polos ketiang beton variasi kekasaran spasi 5 cm, kekasaran spasi 8,3 cm maupun kekasaran seluruhnya hasil daya dukungnya meningkat, dari hasil uji tiang beton polos sebesar = 0.534 kg, tiang beton dengan kekasaran spasi 5 cm sebesar = 3.742 kg, tiang beton dengan kekasaran spasi 8.3 sebesar = 6.415 kg, dan tiang beton kekasaran keseluruhan sebesar = 3.207 kg, peningkatan daya dukung dari tiang beton polos ketiang beton variasi kekasaran 5 cm sebesar 600%, peningkatan tiang polos ketiang kekasaran 8.3 cm sebesar 1100%, peningkatan tiang beton polos ketiang beton kekasaran keseluruhan sebesar 500%.

3.9 Hasil uji kuat dukung tiang baja halus

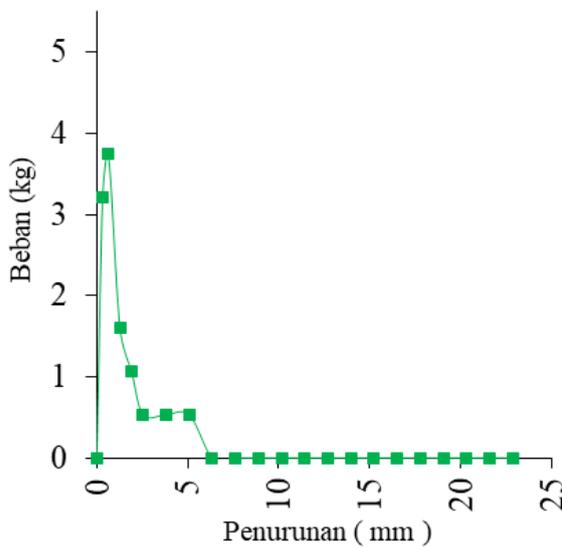


Gambar 9. Hasil uji kuat dukung tiang baja halus

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja halus dengan ukuran

panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 0.53 kg

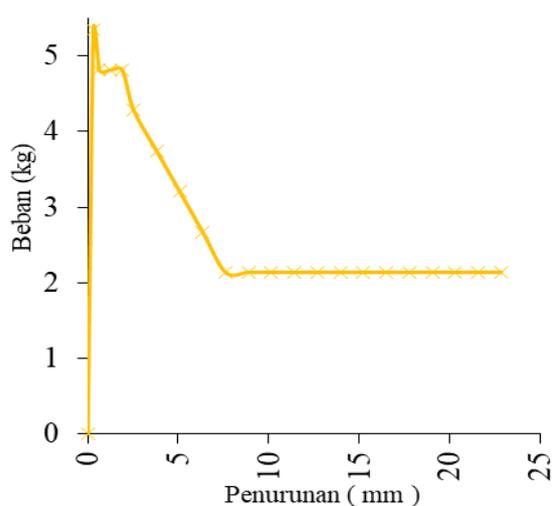
3.10 Hasil uji kuat dukung tiang baja spasi 5 cm



Gambar 10. Hasil uji kuat dukung tiang baja spasi 5 cm

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja variasi spasi 5 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 3.74 kg

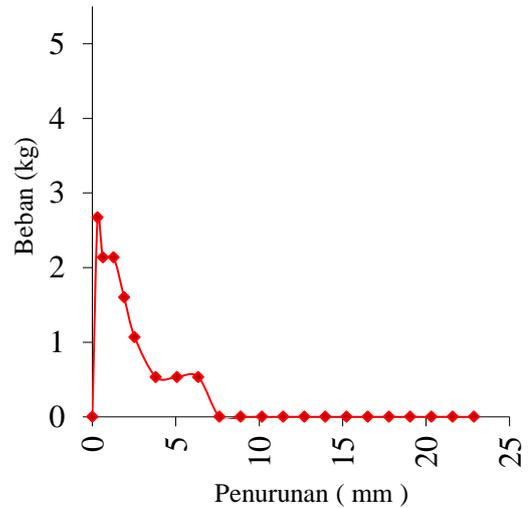
3.11 Hasil uji kuat dukung tiang baja spasi 8.3 cm



Gambar 11. Hasil uji kuat dukung tiang baja spasi 8.3 cm

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja variasi spasi 8,3 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 5.34

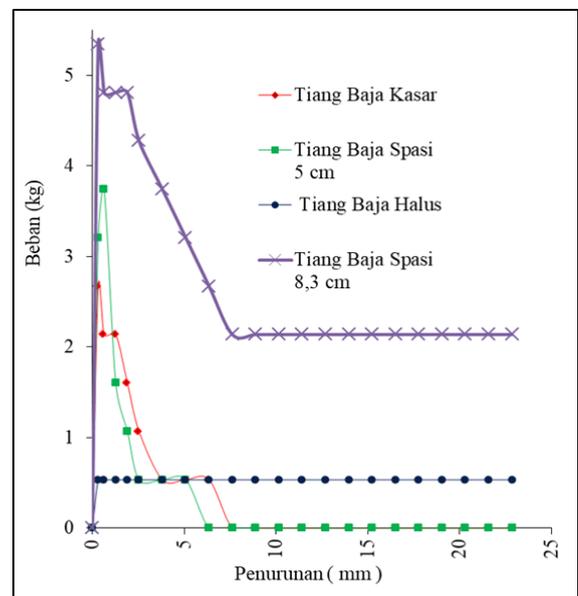
3.12 Hasil uji kuat dukung tiang baja kekasaran penuh



Gambar 12. Hasil uji kuat dukung tiang baja kekasaran penuh

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja kasar cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 2.67

3.13 Peningkatan daya dukung terhadap variasi tiang baja

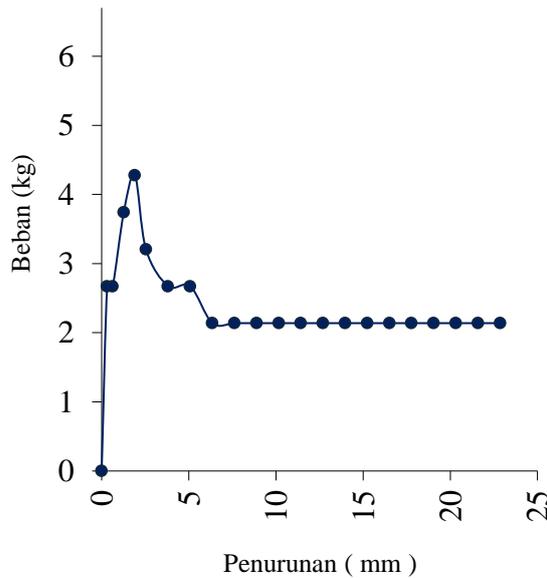


Gambar 13. Hasil uji kapasitas dukung tiang baja

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kapasitas dukung terhadap tiang baja, tiang baja polos ketiang baja variasi kekasaran spasi 5 cm, kekasaran spasi 8,3 cm maupun kekasaran seluruhnya hasil daya dukungnya meningkat, dari hasil uji tiang baja polos sebesar = 0.534 kg,

tiang baja dengan kekasaran spasi 5 cm sebesar = 3.742 kg, tiang baja dengan kekasaran spasi 8.3 sebesar = 5.346 kg, dan tiang baja kekasaran keseluruhan sebesar = 2.673 kg, peningkatan daya dukung dari tiang baja polos ketiang baja variasi kekasaran 5 cm sebesar 600%, peningkatan tiang polos ketiang kekasaran 8.3 cm sebesar 900%.

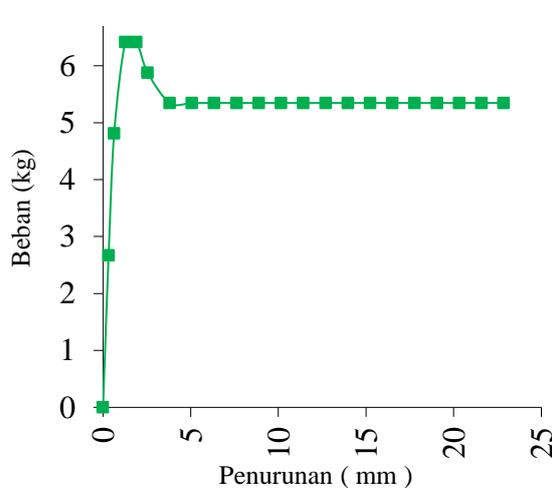
3.14 Hasil uji kuat dukung tiang kayu halus



Gambar 14. Hasil uji kuat dukung tiang kayu halus

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja kasar dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Qu) sebesar = 4.27 kg

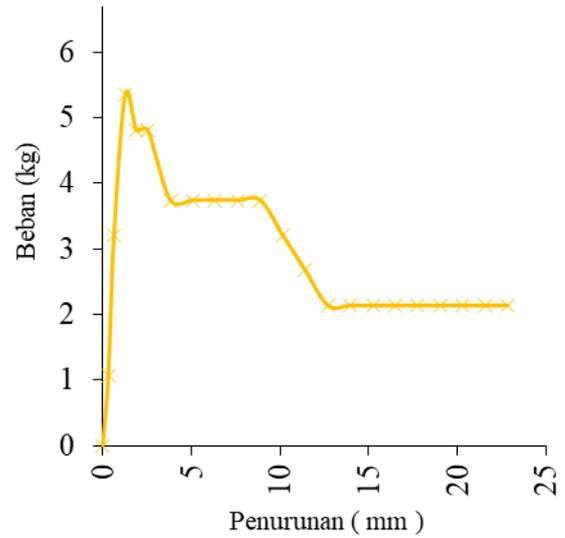
3.15 Hasil uji kuat dukung tiang kayu spasi 5 cm



Gambar 15. Hasil uji kuat dukung tiang kayu spasi 5 cm

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja spasi 5 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Qu) sebesar = 6.41 kg

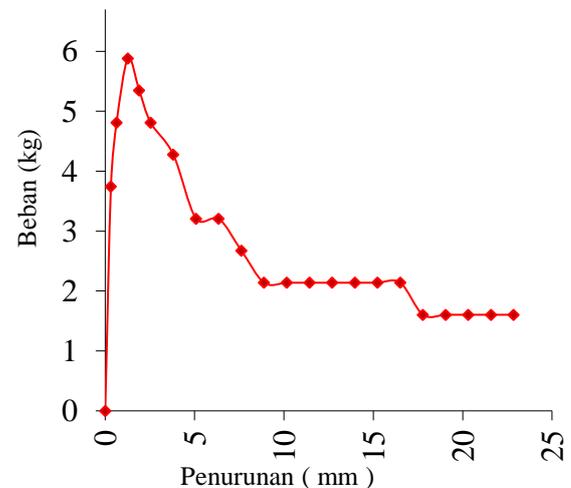
3.16 Hasil uji kuat dukung tiang kayu spasi 8.3 cm



Gambar 16. Hasil uji kuat dukung tiang kayu spasi 8.3 cm

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja spasi 8,3 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Qu) sebesar = 5.34 kg

3.17 Hasil uji kuat dukung tiang kayu kekasaran penuh

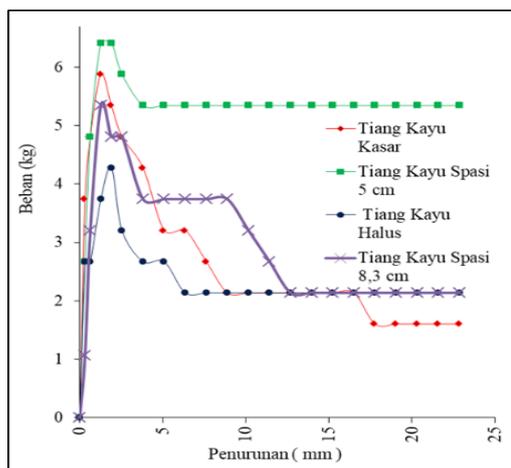


Gambar 17. Hasil uji kuat dukung tiang kayu kekasaran penuh

Kajian Pengaruh Tingkat Kekasaran Bahan Struktur Pondasi Tiang Terhadap Peningkatan Kapasitas Dukung Tanah

Berdasarkan hasil pengujian beban menggunakan tiang baja spasi 8,3 cm dengan ukuran panjang 35 cm dan diameter 2,5 cm didapat nilai hasil kuat dukung (Q_u) sebesar = 5.88 kg.

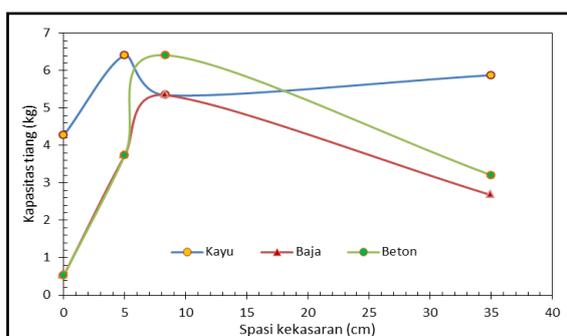
3.18 Peningkatan daya dukung terhadap variasi kekasaran tiang kayu



Gambar 18. Hasil uji kapasitas dukung tiang kayu

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kapasitas dukung terhadap tiang kayu, tiang kayu polos ketiang kayu varisai kekasaran spasi 5 cm, kekasaran spasi 8,3 cm maupun kekasaran seluruhnya hasil daya dukungnya meningkat, dari hasil uji tiang kayu polos sebesar = 4.277 kg, tiang kayu dengan kekasaran spasi 5 cm sebesar = 6.415 kg, tiang kayu dengan kekasaran spasi 8.3 sebesar = 5.346 kg, dan tiang kayu kekasaran keseluruhan sebesar = 5.881 kg, peningkatan daya dukung dari tiang kayu polos ketiang kayu variasi kekasaran 5 cm sebesar 50%, peningkatan tiang polos ketiang kekasaran 8.3 cm sebesar 25%, peningkatan tiang beton polos ke tiang kekasaran keseluruhan sebesar 37.5 %.

3.19 Perbandingan Kapasitas Dukung Tiang



Gambar 19. Grafik perbandingan tiang

Kekasaran tiang mempengaruhi intraksi antara tanah dan selimut tiang, kekasaran tiang dapat menghambat gesekan, memperbesar kohesi dan meningkatkan Q_s (kapasitas gesek tiang). Tetapi ada faktor lainnya yang mempengaruhi, jika semakin kasar tiang atau tiang kasar seluruhnya maka semakin mengganggu tanah sehingga tanah merenggang dan tidak terlalu rapat selimut tiang, menurunnya peningkatan daya lekat atau kohesi, berbeda dengan kekasaran spasi, kekasaran spasi tidak terlalu mengganggu tanah dikarenakan kekasaran spasi tidak seluruhnya kasar tetapi dalam artian kekasarnya hanyalah sebagian kasar dan sebagian halus, mengapa kekasaran spasi ini tidak terlalu mengganggu tanah atau mempengaruhi rendahnya kohesi sehingga kapasitas dukungnya meningkat dan daya lekat, dikarenakan kekasaran spasi ketika tiang dipancang kedalam tanah keadaan tanah tidak mengalami kerenggang yang dapat mempengaruhi daya lekat sehingga dapat menyebabkan rendahnya kapasitas dukung.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Kapasitas dukung tiang beton didapatkan antara 3,47 kg, tiang kayu didapatkan antara 5,48 kg, dan tiang baja didapatkan antara 3,07 kg. Dari hasil uji kapasitas dukung tiang didapatkan nilai yang tertinggi pada tiang kayu sebesar 5,48 kg. Kekasaran tiang dapat berpengaruh terhadap kapasitas dukung tiang. Perbedaan kekasaran permukaan tiang mempengaruhi tingkat interaksi antar partikel butiran tanah dan tiang, ini berarti lebih besar peningkatan kapasitas tiang kasar atau tiang kekasaran variasi.

Daftar Pustaka

- Augustesen, A., Andersen, L., & Sørensen, C. S., 2005. *Capacity of Piles in Clay*. Aalborg University, Denmark.
- Craig, R., 1991. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Erlangga, Jakarta.
- D'Applonia, D., 1971. *Effects Of foundation construction on nearby structures. Proceeding of the 4th Panamerican Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 2.
- Das, B. M., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Penerbit Erlangga, 1-300, Surabaya.

- Kazemian, et al., 2011. *A state of art riview of peat: Geotechnical Engineering Perspective*, 2011, Vol, 6(8), pp, 1974-1981.
- Maulana., A, R., and Badariah., Cut Nuri. 2013. *Potensi Beban Awal Dalam Meningkatkan Kuat Geser Tanah Gambut* 2013, Vol. 2(1), pp. 58-64.
- Mina., Enden, K., Rama Indera., and Supandi., 2017. *Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas*, 2017.
- Sardjono, H., 1998. *Fondasi Tiang Pancang*. Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.
- Satria, Z., Fatnanta, F., & Nugroho, S. A. 2020. *Pengaruh Waktu Terhadap Daya Dukung Fondasi Tiang Pada Tanah Lunak Dengan Variasi Kekasaran*, *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(1), 12. <https://doi.org/10.25077/jrs.16.1.12-24.2020>
- Srihandayani, S., 2019. *Pengaruh Daya Dukung Pondasi Tiang Beton Bertulang Terhadap Tanah Gambut*.
- WSP International., 2001. *Panduan Geoteknik 4 Desain dan Konstruksi*, *Pusat Litbang Prasarana Transportasi, 4*, Bandung