



Studi Penambahan Pasir Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Mekanis Beton Ringan Busa Dengan FAS 0,65

Study on the Effect of Sand Addition on the Physical and Mechanical Properties of Foam Lightweight Concrete with a Water-Cement Ratio of 0.65

Khairul Rizal ^{a,*}, Khairul Mizwar ^b, Suhaimi^c

^{a,c}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia

^b Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Article Info	ABSTRACT
Keywords: Sand Compressive Strenght Gradation Improvement	Foam concrete is a type of lightweight concrete made by creating air bubbles in the cement mixture. The Purpose of this research was to determine the comparison of the addition of 50%, 60% and 70% sand on the physical and mechanical properties of lightweight foamed concrete. The sand use in this research was from Teupin Mane Village, Juli District, Bireun Regency. This research was conducted at the Building Materials Technology Laboratory, Faculty Of Engineering, Almuslim University. The method used in this research was experimental method. Lightweight foamed concrete cured for 28 days is tested to obtain value for concrete weight, compressive strength, and split tensile strength. The test results for volume weight value were 1.275 kg / l, 1.428 kg / l, 1.525 kg / l and 1.533 kg / l. The volume weight value of BB3 increased by 20.2% from foam concrete (BB). The compressive strength of BB (7.99 Mpa), BB1 (8.45 Mpa) and BB2 (10.44 Mpa) were smaller than the compressive strength value of BB3 (10.97 Mpa) which obtained the increase of compressive strength value of 37.29% from BB. The tensile strength value for BB was 0.12 Mpa, BB1 was 0.14 Mpa, while BB2 and BB3 obtained the same value (0.19 Mpa). BB2 and BB3 had an increase in tensile strength value of 58.33% from BB. The SWR (Strength to Weight Ratio) value of tensile strength for each type were 1.63, 1.55, 1.83 and 1.91. BB3 was an optimal mixture with an average weight of 5.747 kg and a compressive strength value of 10.97 Mpa. SWR tensile strength was 0.016, 0.017, 0.021, and 0.022 consecutively. The most optimal mixture was BB3 with an average weight of 8.829 kg and a tensile strength value of 0.019 Mpa.
Info artikel	ABSTRAK
Kata Kunci: Pasir Kuat Tekan Kuat Tarik Belah Beton Ringan	Beton busa merupakan salah satu jenis beton ringan yang dibuat dengan membuat gelembung-gelombang udara di dalam adukan semennya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton ringan busa menggunakan pasir di Gampong Teupin Mane Kecamatan Juli Kabupaten Bireun sebagai bahan campuran beton ringan busa terhadap berat beton, kuat tekan, dan kuat tarik belah. Yang dilakukan di laboratorium teknologi bahan bangunan fakultas teknik universitas almuslim. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen. Beton ringan busa yang telah dicuring selama 28 hari diuji untuk mendapatkan nilai berat beton, kuat tekan, dan kuat tarik belah. Hasil pengujian beton ringan busa dengan variasi penambahan pasir 50%, 60% dan 70% FAS 0,65, memiliki nilai berat volume 1,275 kg/l, 1,428 kg/l, 1,525 kg/l dan 1,533 kg/l, nilai berat volume BB3 mengalami kenaikan sebesar 20,2% dari BB. Kuat tekan BB, BB1 dan BB2 yakni 7,99 Mpa, 8,45 Mpa, dan 10,44 Mpa lebih kecil dari nilai kuat tekan BB3 yaitu 10,97 Mpa mendapatkan kenaikan nilai kuat tekan sebesar 37,29% dari BB. Nilai kuat tarik belah BB dan BB1 0,12 Mpa dan 0,14 Mpa untuk benda uji BB2, BB3 mendapatkan nilai kuat tarik belah yang sama yaitu 0,19 Mpa BB2 dan BB3 mengalami kenaikan nilai kuat tarik belah sebesar 58,33% dari BB. Nilai SWR kuat tekan BB, BB1, BB2 dan BB3 1,63, 1,55, 1,83 dan 1,91 BB3 merupakan campuran yang optimal dengan hasil berat rata-rata 5,747 kg dan nilai kuat tekan sebesar 10,97 Mpa. SWR kuat tarik belah BB, BB1, BB2 dan BB3 0,016, 0,017, 0,021, dan 0,022 campuran paling optimal adalah BB3 dengan berat rata-rata 8,829 kg dan nilai kuat tarik belah sebesar 0,019 Mpa.
Received: 11 Januari 2026 Accepted: 21 Januari 2026 Published: 31 Januari 2026	Copyright ©2025 The Authors This is an open access article under the CC-BY-SA 4.0 International License



PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar suatu struktur atau konstruksi, pada suatu konstruksi pertama kali yang dikerjakan dilapangan adalah pekerjaan pondasi. Pondasi adalah elemen terpenting dalam sistem rekayasa konstruksi yang bergantung pada tanah (joyontono 2016). Untuk mengatasi berbagai masalah yang muncul, para perencana biasanya lebih memilih menggunakan tiang pancang dalam pembangunan pondasi mereka. Tiang pancang mini pile merupakan jenis pondasi dalam yang digunakan untuk menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah yang lebih dalam dan keras, (Made dharma astawa 2022).

Berbeda dengan tiang pancang biasa yang memiliki ukuran yang lebih besar, dengan variasi dimensi tiang yang memiliki ukuran yang berbeda-beda dengan diameter dan panjang yang digunakan dalam perhitungan

* Corresponding authors | Khairul Rizal | Program Studi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia.
 Alamat e-mail | rizallkhairul9@gmail.com



300, 350, 400, 450, 500, 600 dan panjang yang digunakan dalam perhitungan 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 dan 16 sehingga cocok untuk area yang memiliki keterbatasan ruang atau lokasi dengan kondisi tanah yang lebih lunak.

Variasi dimensi tiang pancang mini pile memiliki ukuran 20x20 cm mampu menopang beban daya dukung 30 ton, 25x25 cm mampu menopang beban daya dukung 40 ton, 30x30 cm mampu menopang beban daya dukung 60 ton (Mahmudin, 2023). Masih-masing ukuran tersedia dalam panjang 3 meter dan 8 meter. Perencanaan pondasi tiang perlu dilakukan dengan cermat dan teliti. Setiap pondasi harus mampu menanggung beban hingga batas keamanan yang telah ditetapkan, termasuk beban maksimum yang mungkin terjadi. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa tiang pancang mampu menopang beban bangunan secara optimal sesuai dengan standar teknis dan keamanan. Daya dukung tiang dapat diperkirakan dari hasil uji laboratorium atau analisis dengan menggunakan data *Cone Penetration Test* (CPT).

Oleh karena itu dalam perencanaan pondasi di Rumah Sakit Umum Fandika adanya perubahan desain gambar tiang pancang, penggunaan tiang pancang yang awalnya pada saat perencanaan ingin digunakan tiang pancang Spun Pile yaitu tiang pancang bulat. Yang mana setelah hasil survei lapangan dan hasil pengecekan daya dukung tanah dan kesepakatan antara pemilik Rumah Sakit Umum Fandika dengan kontraktor maka digunakan tiang pancang mini pile saat perencanaan di lapangan karena tiang pancang mini pile yang memiliki daya dukung yang dirancang untuk menahan beban yang cukup besar, pemasangannya lebih cepat dan dapat digunakan dalam berbagai kondisi tanah dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik proyek. Maka, dalam penelitian ini dilakukan menganalisa pemasangan tiang pancang di Rumah Sakit Umum Fandika menggunakan metode meyerhof dengan pemancangan menggunakan *Pile Driver Diesel Hammer* (alat pancang tekan) yang mana lebih efektif dan tidak mengganggu sekitar lokasi Rumah Sakit Umum Fandika. Proses pemasangan tiang pancang mini pile di Rumah Sakit Umum Fandika umumnya menghasilkan getaran yang lebih rendah dibandingkan dengan tiang pancang konvensional, sehingga mengurangi dampak pada struktur sekitar.

Pemasangan nya lebih cepat dan tidak mengganggu area sekitar, karena tiang mini pile tidak memerlukan mesin besar dalam pemancangannya oleh karena itu getaran yang dihasilkan lebih rendah dan tidak mengganggu gedung sekitar. Daya dukung pondasi dengan variasi dan dimensi memiliki peran penting untuk mengetahui jenis pondasi yang paling efisien untuk digunakan dalam perencanaan dengan daya dukung terbesar (Mochammad Nouval Diva Ramadhan et al., 2022). Pada studi saat ini dilakukan evaluasi daya dukung berdasarkan variasi dimensi, berdasarkan data area pembangunan Rumah Sakit Umum Fandika, (Suhaimi 2014).

METODE PENELITIAN

Untuk meninjau kembali perhitungan perencanaan pondasi tiang pada proyek pembangunan rumah sakit umum fandika. Penulis akan melakukan survey kelapangan langsung untuk memperoleh data-data yang akan digunakan pada saat perhitungan antara lain yaitu. Sumber data yang diperoleh dalam penelitian antara lain:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan atau eksperimen yang dilakukan oleh peneliti adalah

- Data Cone Penetration Test* (CPT)
- Gambar Yang Sudah Direncanakan

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh penulis berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek seperti deskripsi bangunan, desain bangunan, dan data-data lainnya.

- Data Cone Penetration Test* (CPT)
- Data Dimensi Tiang Pancang
- Gambar Yang Direncanakan

Pengumpulan data adalah proses tahap awal yang dilakukan untuk menghasilkan data primer atau sekunder untuk keperluan penelitian pengumpulan data pada umumnya data yang dikumpulkan digunakan untuk pengujian hipotesis.

- Tahap Pertama adalah melakukan review dan study kepustakaan untuk mencari buku dan jurnal-jurnal dari Rekatek teknik sipil universitas almuslim dan, google scholar terkait dengan pondasi tiang, mencari permasalahan pada pondasi tiang, dan pelaksanaan pemancangan tiang.
- Tahap kedua adalah meninjau langsung ke lokasi proyek dan menentukan lokasi dimana yang akan dilaksanakan pengambilan data yang dianggap perlu.
- Tahap pelaksanaan pengumpulan data yang diperoleh dari proyek adalah:

1. Data hasil sondir.
2. Data hasil pengujian CPT.
3. Gambar *Layout Pondasi* Bangunan
4. Denah pondasi tiang pancang gedung Rumah Sakit Umum Fandika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan pengolahan data yang diolah dari pengumpulan data CPT dan variasi dimensi tiang pancang, maka nilai daya dukung tiang dapat dihitung dengan pendekatan menggunakan data konus (q_c) terhadap daya dukung tanah dengan kedalaman 13 m. Tiang pancang dengan dimensi yang berbeda (20x20, 25x25, 30x30) akan memiliki kapasitas dukung yang berbeda. Analisis daya dukung tiang pancang dengan variasi dimensi 20x20 cm, 25x25 cm, dan 30x30 cm menggunakan data *Cone Penetration Test* (CPT). Menunjukkan bahwa semakin besar dimensi tiang, semakin tinggi kapasitas daya dukungnya. Dimensi penampang tiang pancang berpengaruh signifikan terhadap daya dukung total tiang. Semakin besar dimensi (misalnya dari 20x20 cm ke 30x30 cm), semakin besar luas penampang dan permukaan gesek, sehingga daya dukung ujung (*End Bearing*) dan daya dukung selimut (*Skin Friction*) meningkat. Tiang pancang 30x30 cm memiliki kapasitas daya dukung tertinggi dibandingkan dimensi lainnya. Peningkatan kapasitas bisa mencapai 2-3 kali lipat dibandingkan dimensi 20x20cm, tergantung kedalaman dan jenis tanah. Untuk persentase setiap tiang berbeda-beda, untuk dimensi tiang 20x20cm memiliki luas penampang 400cm maka peningkatan kapasitasnya, dan dimensi tiang 25x25cm memiliki luas penampang 625cm dengan peningkatan kapasitas tiang. Sedangkan dimensi tiang 30x30cm memiliki luas penampang 900cm dengan kapasitas tiang yang tinggi.

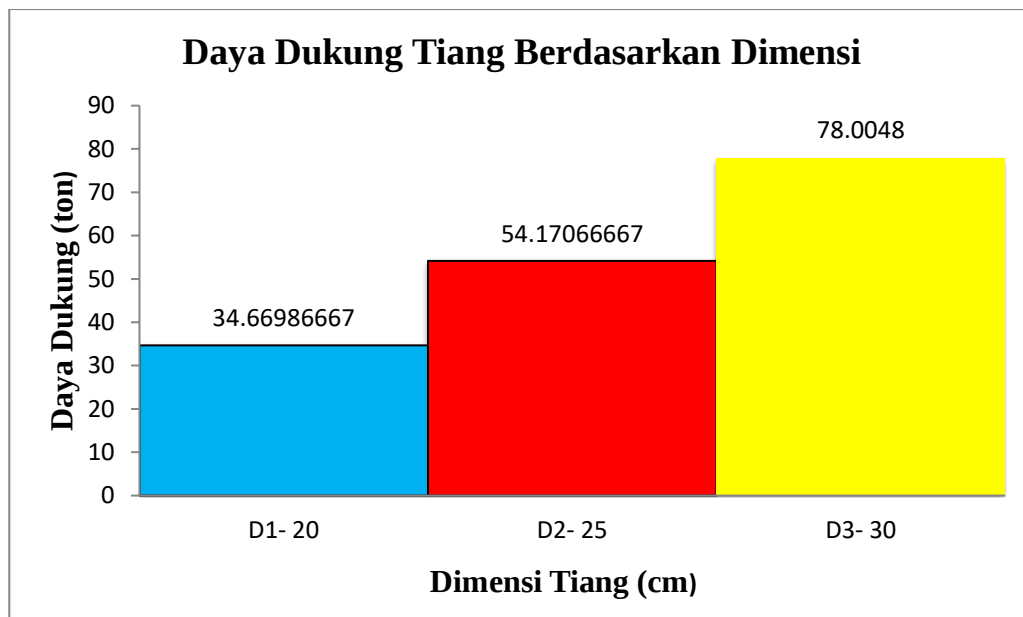
Pembahasan

Pembahasan dilakukan berdasarkan hasil data serta hal-hal berkaitan dengan objek penelitian ini dan pokok permasalahan dalam penelitian ini, yaitu dengan memperlihatkan hasil diperoleh analisa data. Analisa perhitungan daya dukung tiang pancang bervariasi dengan dimensi tiang 20x20 cm, 25x25 cm, 30x30 cm dengan metode *Mayerhof* pada titik D - 1, D - 2, D - 3.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang *Mini Pile* berdasarkan variasi dimensi tiang dengan data CPT dan Grafik

A	variasi dimensi tiang	Q_c	A_p	(1/3)	(1/5)	K (Keliling Tiang)= 4	JHP	P_u	Nilai P_u Dalam Ton
D1 - 20	20	260	400	0.3	0.2	80	42.23 kg/cm ²	34669.8667	34.66986667
D2 - 25	25	260	625	0.3	0.2	100	42.23 kg/cm	54170.6667	54.17066667
D3 - 30	30	260	900	0.3	0.2	120	42.23 kg/cm	78004.8	78.0048

Perhitungan didasarkan pada uji *Cone Penetration Test* (CPT) untuk menentukan nilai q_c . Nilai q_c digunakan untuk menghitung kapasitas *ultimate* tiang (P_u) baik dari ujung tiang (*End Bearing*) maupun dari gesekan samping. Nilai P_u dikonversi ke ton untuk kebutuhan praktis dalam perencanaan fondasi bangunan atau struktur. Terdapat pertimbangan variasi diameter tiang yang menunjukkan bahwa peningkatan dimensi signifikan meningkatkan kapasitas dukung.



Gambar 4.1 Grafik dengan Variasi Dimensi dan Nilai Kuat Daya Dukung Tiang

Grafik yang ditampilkan merupakan grafik 2 dimensi yang menunjukkan hubungan antara dimensi diameter tiang pancang terhadap daya dukung *ultimate* (P_u) yang diperoleh dari hasil perhitungan pada kedalaman rata-rata 13 m. Tiga variasi diameter tiang yang ditampilkan seperti yang diatas. Grafik ini memperjelas bahwa diameter tiang pancang merupakan faktor krusial dalam menentukan kapasitas daya dukung. Dalam perencanaan pondasi, penting untuk memilih dimensi yang mengimbangi kebutuhan struktur dengan efisiensi biaya. Pemilihan diameter yang lebih besar cocok untuk beban struktur tinggi, namun harus diimbangi dengan evaluasi teknis dan ekonomis.

Tabel 4.2. Hasil rata-rata variasi dimensi tiang pancang 20, 25, 30

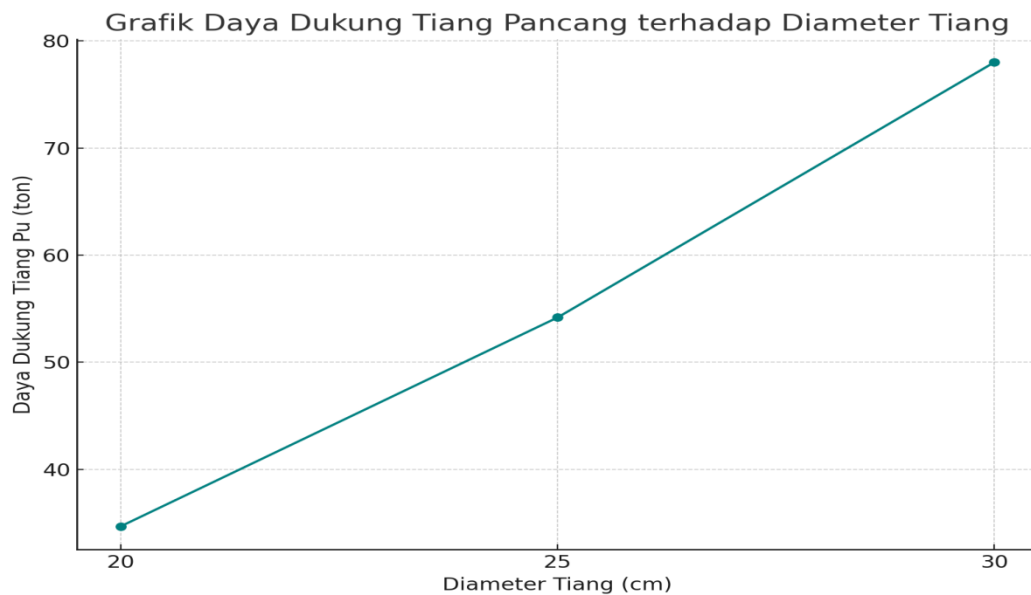
Kode Tiang	Diameter Tiang (cm)	Daya Dukung P_u (ton)
D-1	20	34,67
D-2	25	54,17
D-3	30	78,00

Yang mana dapat dilihat bahwa semakin besar diameter tiang, maka semakin besar pula nilai daya dukungnya. Hal ini sesuai dengan prinsip teknis bahwa luas penampang tiang (dan kelilingnya yang mempengaruhi gesekan) bertambah dengan kuadrat dari diameter

($A = \pi d^2 / 4$), yang secara langsung meningkatkan daya dukung ujung (*End Bearing*) dan gesekan samping (*Skin Friction*). Kenaikan Signifikan yang dihasilkan :

- Kenaikan dari 20 cm ke 25 cm menghasilkan peningkatan daya dukung sebesar +19,50 ton (56%).
- Kenaikan dari 20 cm ke 30 cm memberikan tambahan sebesar +51 ton (65%).
- Ini menunjukkan peningkatan yang tidak linier, tetapi eksponensial terhadap dimensi, sesuai dengan hukum geometri ($\text{luas} \propto d^2$).

Grafik ini menegaskan bahwa pemilihan dimensi tiang sangat berpengaruh terhadap daya dukung pondasi. Dalam perencanaan struktur, penting untuk mempertimbangkan kebutuhan beban dan karakteristik tanah untuk menentukan diameter tiang yang optimal secara teknis dan ekonomis. Terlihat bahwa semakin besar diameter tiang, semakin besar pula nilai kapasitas dukung *ultimate* (P_u) yang dapat dicapai. Grafik ini mendukung prinsip teknik pondasi bahwa peningkatan luas penampang dan keliling tiang akan meningkatkan daya dukung terhadap beban vertikal.



Gambar 4.2 Grafik Daya dukung tiang pancang dengan variasi dimensi

Grafik ini memperjelas bahwa peningkatan diameter tiang pancang memberikan peningkatan daya dukung secara signifikan. Oleh karena itu, pemilihan diameter tiang harus mempertimbangkan:

- a. Beban yang akan dipikul oleh struktur,
- b. Kondisi tanah di lokasi,
- c. Ketersediaan alat pancang,
- d. Biaya material dan pekerjaan.

Pemilihan diameter yang optimal sangat krusial untuk keseimbangan antara efisiensi struktural dan efisiensi ekonomi. Grafik ini sesuai dengan praktik umum dalam desain pondasi, di mana peningkatan dimensi menghasilkan peningkatan kapasitas dukung. Grafik daya dukung tiang pancang dengan Variasi dimensi menggambarkan hubungan antara luas penampang tiang dengan kapasitas daya dukung yang dihasilkan. Pada grafik tersebut, sumbu horizontal (X) merepresentasikan dimensi atau luas penampang tiang pancang (20x20 cm, 25x25 cm, 30x30 cm), sedangkan sumbu (Y) menunjukkan daya dukung akhir (*Ultimate Bearing Capacity*) yang dihitung menggunakan metode meyerhof berdasarkan data *Cone Penetration Test* (CPT). Berdasarkan grafik yang ditampilkan, terlihat adanya tren peningkatan daya dukung tiang seiring dengan bertambahnya dimensi penampang.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan terkait pengaruh signifikan terhadap daya dukung tiang pancang dengan variasi dimensi tiang 20x20 cm, 25x25 cm, 30x30 cm.

- a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tiang pancang dimensi 20x20 cm, 25x25 cm, 30x30 cm sebagai penompang gedung rumah sakit umum fandika dapat menghasilkan daya dukung dan kekuatan tiang yang berbeda-beda.
- b. Nilai kekuatan daya dukung tiang pancang *mini pile* dengan variasi dimensi menunjukkan semakin besar dimensi penampang, semakin besar pula daya dukung yang mampu ditahap oleh tiang pancang.
- c. Kenerja daya dukung tiang juga dipengaruhi oleh kondisi tanah setempat, panjang tiang, serta metode pemancangan.
- d. Data diperoleh dari hasil pengujian pada beberapa titik lokasi dengan kedalaman dan nilai q_c maksimum yang tercatat. Nilai q_c tersebut digunakan sebagai dasar untuk menghitung kapasitas tiang berdasarkan Metode *meyerhof* dan data CPT.
- e. Beberapa variasi diameter tiang diuji untuk melihat pengaruh terhadap kapasitas dukungnya.

DAFTAR PUSTAKA

Buku panduan kerja praktek, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim
Buku Panduan pedoman TGA, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Almuslim

- Ir.Hanafiah H.Z., M.T., 2020 , Zairipan Jaya ,S.T., M.T.,2020 ,Muhammad Reza ,M.Eng , Rekayasa Fondasi Untuk Program Vokasi
- Khairunnisa, H. (2024). Alternatif Pemakaian Pondasi Borepile Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah: Alternatif Pemakaian Pondasi Borepile. *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi*, 8(1), 14-17.
- Suhaimi, A., & TB, A. M. 2014. Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Sistem Ganda Dengan Variasi Geometri Dinding Geser Pada Wilayah Gempa Kuat. *Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, 3(1), 70-82.
- Muthmainnah, M. (2021). Analisis kapasitas dukung dan penurunan pondasi tiang pancang dengan variasi dimensi.
- Andri Dwi Laksono, Endah Fatmawati, L., dan Widhiarto, H. (2023). Perencanaan Ulang Pondasi Tiang Pancang Mini Pile (Square Pile) Sebagai Alternatif Perkuatan Pondasi Pada Proyek Pembangunan SMPN 9 Kota Kediri. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 8-19. <https://doi.org/10.56071/deteksi.v8i2.583>
- Bachtiar, Vii dan Yusuf, M. (2012). Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Cone Penetration Test (Cpt) Dan Pile Driven Analyzer (Pda) Pada Tanah Lunak Di Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1). <https://doi.org/10.26418/jtsft.v12i1.17151>
- Crista, N. H., Widorini, T., dan Purnijanto, B. (2021). Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Tanah Lunak Dengan Metode Manual Dan Elemen Hingga Sap 2000. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 7(2/Nov), 82-87. <https://doi.org/10.26877/jitek.v7i2/nov.9925>
- Mahmudi, A. (2023). Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Kapasitas Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Dan Bore Pile Terhadap Variasi Dimensi Di Lokasi Ubhara Surabaya. *Inter Tech*, 1(1), 43-51. <https://doi.org/10.54732/i.v1i1.1023>
- Meyerhof, G. G. (2018). Discussion of "Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils." *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 83(1), 65-74. <https://doi.org/10.1061/jsfeaq.0000034>
- Mochammad Nouval Diva Ramadhan, Dian Purnamawati Solin, & Made Dharma Astawa. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Dan Variasi Dimensi Terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Kuliah Bersama Dan Laboratorium Feb Upn "Veteran" Jawa Timur. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 245-252. <https://doi.org/10.22225/pd.11.2.5628.245-252>
- Viii, B. A. B., dan Pondasi, P. S. (2019). Perencanaan Jarak Spasi. 176-220.
- Oguz, M. C., Aycan, M., Oguz, E., Poyraz, I., & Yildiz, M. (2022). Drought stress tolerance in plants: interplay of molecular, biochemical and physiological responses in important development stages. *Physiologia*, 2(4), 180-197.