

PERBANDINGAN PENGGUNAAN FONDASI TIANG PANCANG DAN BORE PILE DITINJAU DARI PERHITUNGAN KAPASSITAS DUKUNG, METODE PELAKSANAAN SERTA RAB YANG DIPERLUKAN

Hilma Zikro¹, Nidal Zuwida², Syahril Rahmat³, Windry Novalia Jufri⁴

^{1, 2, 3} Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: hilmazikro07@gmail.com

Abstrak: Fondasi merupakan elemen struktur bawah yang berperan dalam mentransfer beban bangunan ke lapisan tanah dengan daya dukung memadai. Pemilihan jenis fondasi menjadi krusial karena berdampak langsung terhadap stabilitas, biaya, dan kemudahan pelaksanaan konstruksi. Penelitian ini membandingkan fondasi tiang pancang (spun pile) dan bore pile berdasarkan kapasitas daya dukung ultimit, metode pelaksanaan, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Perhitungan kapasitas tiang pancang menggunakan metode Decourt, sedangkan bore pile dianalisis dengan metode Reese & Wright. Data tanah diperoleh dari hasil bor log pada proyek Gedung Asrama C, dengan analisis pada kedalaman 8 m dan 36 m. RAB tiang pancang disusun dari data biaya proyek aktual, sedangkan bore pile mengacu pada Harga Satuan Pemerintah (HSP) Kota Padang. Dalam pelaksanaannya, penggunaan tiang pancang di proyek ini mengalami beberapa kendala, seperti keterlambatan mobilisasi alat, kerusakan HSPD, lokasi tidak rata, keterbatasan lahan penyimpanan, serta kondisi tanah keras yang menyebabkan tiang harus dipotong dan menimbulkan kerugian. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja bore pile secara simulatif sebagai perbandingan teknis dan ekonomis. Hasil menunjukkan kapasitas daya dukung tiang pancang lebih tinggi dan biaya lebih efisien. Namun, bore pile memiliki keunggulan dalam fleksibilitas pelaksanaan dan minim getaran. Pemilihan fondasi harus mempertimbangkan kondisi lapangan, karakteristik tanah, ruang kerja, serta aspek teknis dan ekonomis secara menyeluruh.

Kata Kunci : Tiang pancang, bore pile, kapasitas daya dukung, metode pelaksanaan fondasi, RAB

Abstract : Foundations are structural elements that transfer building loads to soil layers with adequate bearing capacity. The selection of foundation types is crucial because it directly affects stability, cost, and ease of construction. This study compares spun piles and bore piles based on ultimate bearing capacity, construction methods, and cost estimates. The bearing capacity of spun piles was calculated using the Decourt method, while bore piles were analyzed using the Reese & Wright method. Soil data was obtained from bore logs at the C Dormitory Building project, with analyses conducted at depths of 8 m and 36 m. The RAB for spun piles was compiled from actual project cost data, while bore piles referenced the Government Unit Price (HSP) of Padang City. In practice, the use of pile foundations in this project faced several challenges, such as delays in equipment mobilization, damage to HSPD, uneven terrain, limited storage space, and hard soil conditions that required the piles to be cut, resulting in losses. Therefore, this study was conducted to evaluate the performance of bore piles through simulation as a technical and economic comparison. The results indicate that pile foundations have higher load-bearing capacity and more efficient costs. However, bore piles offer advantages in terms of construction flexibility and minimal vibration. Foundation selection must consider site conditions, soil characteristics, working space, as well as technical and economic aspects comprehensively.

Keyword : Spun pile, bore pile, bearing capacity, foundation implementation method, RAB.

PENDAHULUAN

Fondasi merupakan suatu konstruksi pada bagian dasar struktur/bangunan (sub structure) yang berfungsi meneruskan beban secara merata dari bagian atas struktur/bangunan (upper structure) ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan tanah, dan penurunan (settlement) yang berlebihan (Guterres et al., 2021). Sebelum menentukan jenis fondasi, langkah kursorial yang perlu dilakukan adalah penyelidikan tanah. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa tanah di lokasi konstruksi memiliki karakteristik yang sesuai untuk mendukung struktur bangunan yang akan di bangun. Tanpa penyelidikan tanah, resiko kegagalan fondasi meningkat, yang dapat berakibat fatal. Jenis dan karakteristik tanah akan menentukan pemilihan jenis fondasi, menentukan kedalaman dan dimensi, serta kapasitas dukungnya (Fajarsari & Sukirman, 2022).

Pengujian tanah yang di lakukan pada lokasi proyek menghasilkan data borlog yang menunjukkan bahwa lokasi proyek berada di atas tanah dengan karakteristik bervariasi dan tidak seragam. Pada proyek tersebut menggunakan pondasi tiang pancang dengan metode pelaksanaan jack-in menggunakan mesin pemancang Hydraulic Static Pile Driver (HSPD). Jumlah titik tiang pancang keseluruhan sebanyak 264 titik, dengan titik kedalaman 36 meter sebanyak 70 titik dan 194 titik berkedalaman 8 meter. Pada pelaksanaan pekerjaan fondasi tiang pancang di lapangan terjadi beberapa kendala seperti alat HSPD yang sering rusak, permukaan tanah yang lunak dan tidak rata sehingga alat HSPD sulit untuk berpindah. Mobilisasi dan keterlambatan pemesanan tiang pancang juga menyebabkan penundaan pekerjaan. Penggunaan fondasi tiang juga berpotensi menimbulkan getaran dan kebisingan selama pelaksanaannya.

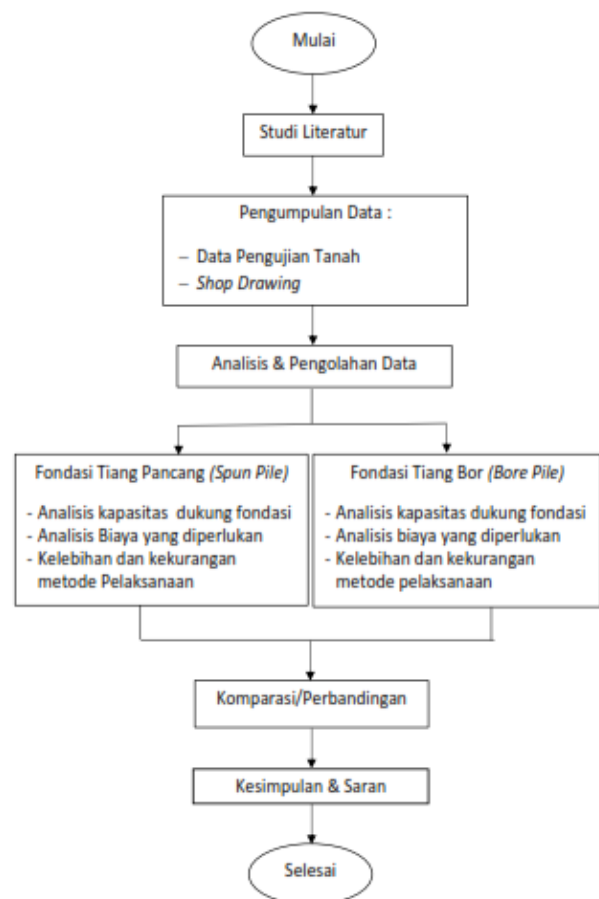
Sementara fondasi *bore pile* menawarkan keuntungan signifikan dalam hal fleksibilitas desain, kemampuan menangani kondisi tanah yang sulit, dampak lingkungan yang minimal, efisiensi biaya operasional, dan dukungan struktural yang kuat. Fondasi bore pile juga tidak menimbulkan gangguan suara dan getaran yang membahayakan bangunan di sekitarnya, lebih efisien karena dapat mengurangi kebutuhan beton dan tulangan pada pile capnya, kedalamannya dapat mengikuti data lapangan, dan tidak ada resiko kenaikan muka tanah (Iqbal et al., 2023).

Pemilihan fondasi yang mudah dilakukan di lapangan akan mempengaruhi waktu penyelesaian

pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan pada pekerjaan fondasi tersebut, sehingga pemilihan penggunaan jenis fondasi berdasarkan mutu pekerjaan, metode pelaksanaan, durasi pekerjaan, dan biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan tersebut menjadi sangat penting, guna mendapatkan perencanaan yang baik, optimal dan efisien.

METODE PENELITIAN

Berikut merupakan metode penelitian yang dirangkum dalam diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perencanaan Fondasi

Jenis Fondasi : Tiang Pancang
Bore pile(Pembanding)

Diameter : 0,5 m

Kedalaman : 8 m dan 36 m

Jumlah titik : 264 Titik

Kedalaman 8m: 194 titik

Kedalaman 36m: 70 titik

Data Karakteristik Tanah

Data karakteristik tanah diperoleh dari hasil uji bor dan Standard Penetration Test (SPT) yang dilakukan di lokasi proyek. Berikut merupakan

tabel hasil pengujian bor log yang menghasilkan nilai SPT :

Tabel 1. Nilai N-Spt Lokasi

Kedalaman	Jenis Tanah	N-Spt
2	Pasir	12
4		16
6		22
8		21
10		27
12		22
14		22
16	Lanau	7
18		5
20		5
22		6
24		7
26	Lanau berpasir	12
28		8
30	Pasir	12
32		27
34-44		60

Perhitungan Kapasitas Dukung Fondasi

1. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

Q_u = Kapasitas dukung tiang ultimit

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang

Q_s = Kapasitas dukung selimut tiang

2. Fondasi Tiang Pancang

Metode Luciano Decourt (1987)

Kapasitas Dukung Ujung (Q_p)

$$Q_p = \alpha \cdot (N_p \cdot K) \cdot A_p \dots\dots\dots(2)$$

Kapasitas Dukung Selimut (Q_s)

$$Q_s = \beta \cdot (N_s/3 + 1) \cdot A_s \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

N_p = Rata-rata SPT d8b hingga 4b di bawah dasar tiang

A_p = Luas penampang dasar tiang (m^2)

N_s = Rata-rata SPT di sepanjang tiang

A_s = Luas keliling selimut tiang (m^2)

α , K , β = Koefisien

Adapun koefisien yang digunakan berdasarkan jenis tanahnya di jabarkan pada table berikut ini:

Tabel 2. Koefisien Ujung Tiang α

Soil/ Pile	Dri ven Pile	Bor ed Pile	Bor ed Pile	C F A	Root Pile	Inje ctc
Clay	1	0,85	0,85	0,3	0,85	3
Intermedia Soils	1	0,6	0,6	0,3	0,85	3
Sands	1	0,5	0,5	0,3	0,85	3

Tabel 3. Koefisien Tanah K

Koefisien Tanah K (Decourt 1987)	
Jenis Tanah	K (t/m^2)
Lempung	12
Lanau berlempung	20
Lanau berpasir	25
Pasir	40

Tabel 4. Koefisien Selimut Tiang β

Soil/ Pile	Dri ven Pile	Bor ed Pile	Bor ed Pile	C F A	Root Pile	Inje ctc
Clay	1	0,8	0,9	1	1,5	3
Intermedia Soils	1	0,65	0,75	1	1,5	3
Sands	1	0,5	0,65	1	1,5	3

3. Fondasi Bore Pile

Metode Reese & Wright

Kapasitas Dukung Ujung Tiang (Q_p)

$$Q_p = A_p \cdot q_p \dots\dots\dots(Kohesif) \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_p = 7 \cdot ((N_1 + N_2)/2) \cdot A_p \dots\dots(Non kohesif) \dots\dots(5)$$

Kapasitas Dukung Selimut Tiang (Q_s)

$$Q_s = f \cdot L_i \cdot P \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

A_p = Luas penampang ujung tiang (m^2)

$q_p = 9 \cdot C_u$ = tegangan efektif (ton/m^2)

$C_u = N-SPT \cdot 2/3 \cdot 10$ (kN/m^2)

$f = \alpha \cdot C_u$ = gesekan selimut tiang

α = Faktor adhesi = 0,55 (untuk kohesif)

L_i = Tebal tanah (m)

P = Keliling penampang borepile (m)

Metode Pelaksanaan Pekerjaan Fondasi

1. Fondasi Tiang Pancang

- Pemeriksaan kesesuaian gambar kerja dengan kondisi lapangan, serta koordinasi pelaksana dengan direksi pekerjaan.
- Penandaan titik pancang oleh surveyor menggunakan Total Station, disertai penyepakatan tanda dan penomoran titik dengan operator HSPD.
- Pemeriksaan kondisi fisik tiang (bebas retak, keropos), diberi tanda setiap meter, dan umur beton minimal 21 hari.
- Pengecekan kelurusan alat HSPD melalui nivo sebelum pemancangan.
- Pemancangan dilakukan dengan sistem jack-in, disertai pengecekan verticalitas setiap 0,5–2 meter dan tekanan melalui manometer.
- Jika panjang tiang tidak mencukupi, dilakukan penyambungan menggunakan upper pile, dilas, dan pemancangan dilanjutkan hingga kedalaman desain tercapai.

- g. Bila tiang tidak menembus kedalaman rencana, namun tekanan maksimal alat telah tercapai atau kapasitas daya dukung mencukupi, maka pemancangan dapat dihentikan sesuai hasil evaluasi teknis.

2. Fondasi Bore Pile

- Titik bore pile ditetapkan oleh surveyor berdasarkan gambar kerja melalui kegiatan marking dan setting out.
- Pemasangan casing sementara dilakukan untuk mencegah keruntuhan tanah saat pengeboran.
- Alat bor diposisikan pada titik bore pile dan pengeboran dilakukan menggunakan auger sesuai diameter dan kedalaman rencana.
- Setelah kedalaman tercapai, pembersihan dasar lubang dilakukan dengan alat cleaning bucket.
- Pengukuran kedalaman lubang dilakukan menggunakan pita ukur dengan pemberat (plumb bob).
- Perakitan dan pemasangan tulangan dilakukan hingga mencapai toe level, sambungan dilakukan dengan pengelasan jika diperlukan.
- Pemasangan pipa tremi dilakukan untuk menjaga beton segar tidak bercampur tanah.
- Pengecoran beton dilakukan melalui pipa tremi secara bertahap hingga beton mencapai 1 meter di atas cut-off level, dengan posisi ujung tremi tetap 2 meter di bawah permukaan beton selama pengecoran.

Rencana Anggaran Biaya Yang Diperlukan

Adapun metode-metode pekerjaan yang akan di perhitungkan sebagai berikut:

Tabel 5. Pekerjaan Fondasi

Tiang Pancang	Borepile
Pengadaan tiang pancang Ø50cm–12m	Pengeboran Ø50 cm
Pengadaan tiang pancang Ø50cm–8m	Pengecoran Ø50 cm
Pemancangan tiang	Besi tulangan Ø 50 cm
Pengelasan sambungan	Test Borlog
Test Borlog	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Kapasitas Dukung Fondasi

Kapasitas dukung fondasi tiang pancang menggunakan metode Luciano Decourt, sedangkan untuk bore pile menggunakan metode Reese & Wright yang hasilnya dapat di lihat dari table berikut:

Tabel 6. Perbandingan Kapasitas Dukung Fondasi

Kedalaman	Tiang Pancang	Bore Pile
8m	1919,25 kN	1008,9 kN

36m	5136,50 kN	4444,23 kN
-----	------------	------------

Analisis Pelaksanaan Pekerjaan Fondasi

Setelah dijabarkan langkah-langkah pelaksanaan serta perbedaan antara fondasi tiang pancang dan bore pile, dapat disimpulkan bahwa masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri, diantaranya sebagai berikut:

1. Fondasi Tiang Pancang

Kelebihan:

- Pelaksanaan cepat, khususnya di area luas dengan akses alat berat yang baik.
- Mutu lebih terjamin karena diproduksi di pabrik.
- Tidak menghasilkan limbah tanah.

Kekurangan:

- Menimbulkan getaran dan kebisingan tinggi.
- Mobilisasi alat berat mahal dan butuh ruang kerja luas.
- Risiko kerusakan saat pemancangan.
- Tidak fleksibel di lahan sempit.

2. Fondasi Bore Pile

Kelebihan:

- Minim getaran dan kebisingan, cocok untuk lingkungan sensitif.
- Fleksibel di area sempit atau akses terbatas.
- Dimensi dan kedalaman bisa disesuaikan di lapangan.
- Material dicetak di lokasi, tidak perlu stok.

Kekurangan:

- Waktu pelaksanaan lebih lama.
- Kualitas tergantung pelaksanaan di lapangan.
- Menghasilkan limbah tanah/lumpur yang butuh penanganan khusus.

Perbandingan RAB Fondasi

Data RAB fondasi tiang pancang diperoleh dari proyek konstruksi aktual, sehingga mencerminkan kondisi riil di lapangan. Sebaliknya, RAB bore pile disusun berdasarkan spesifikasi teknis serupa, namun menggunakan harga satuan dari HSP dan SHST Tahun Anggaran 2024 Kota Padang. Perhitungan RAB fondasi bore pile bersifat simulatif disebabkan oleh perbedaan metode pelaksanaan dan jenis pekerjaan, meskipun dianalisis pada struktur bangunan yang sama untuk memungkinkan analisis teknis dan ekonomis secara komparatif, tanpa bermaksud menggeneralisasi hasil untuk semua kondisi proyek. Berikut RAB masing masing fondasi:

Tabel 7. Rancangan Anggaran Biaya Fondasi Tiang Pancang

Pekerjaan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
-----------	-----	-------------------	------------------

Tiang Ø50 – 12m	2520	863.087,00	2.174.979.240,00
Tiang Ø50 – 8m	1552	1.009.754,00	1.567.138.208,00
Pekerjaan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
Peman Cangan (m)	4072	236.087,00	961.346.264,00
Penge lasan(.)	140	200.000,00	28.000.000,00
Test Borlog(m)	74	805.000,00	59.570.000,00
Total			4,791,003,712.00

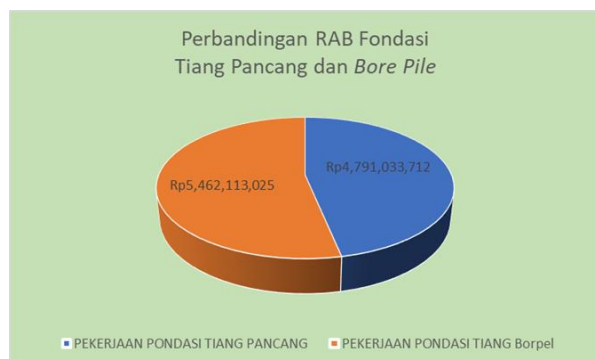
Tabel 8. Rancangan Anggaran Biaya Fondasi Tiang Pancang Bore Pile

Pe k	Harga Satuan (Rp)	L	Vol	Harga Total (Rp)
1	843.939,00	8	97	81.862.122,77
		36	175	147.689.396,75
2	1.350.000,00	8	609,47	822.783.155,98
		36	989,6	1.335.962.275,94
3	14.400,00	8	80145,6	1.154.096.624,15
		36	129177	1.860.149.489,43
4	74	74	74	59.570.000,00
Total				5.462.113.025,01

Untuk pekerjaan fondasi bore pile berikut uraiannya pekerjaannya:

1. Pengeboran
2. Beton Cor (ready mix)
3. Besi Tulangan
4. Test Borlog

Perbandingan ini dapat dilihat secara lebih jelas pada Gambar grafik yang menampilkan total biaya masing-masing fondasi berikut ini:



Gambar 2. Grafik Perbandingan RAB Fondasi

KESIMPULAN

1. Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang dan Bore pile

Kapasitas daya dukung ultimit (Q_u) fondasi tiang pancang lebih besar dibandingkan bore

pile pada kondisi tanah, diameter, dan kedalaman yang sama.

2. Metode Pelaksanaan

Bore pile unggul dalam fleksibilitas pelaksanaan dan minim dampak lingkungan, sehingga cocok untuk area sempit dan padat aktivitas. Tiang pancang lebih efisien di area terbuka, dengan mutu elemen yang terkontrol karena dibuat di pabrik.

3. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Biaya total fondasi tiang pancang sebesar Rp 4.791.003.712,00, lebih rendah dibanding bore pile yang mencapai Rp 5.462.113.025,01. Selisih biaya sekitar Rp 671 juta menjadikan tiang pancang sebagai pilihan yang lebih ekonomis pada proyek ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adisanjaya, K. U., Sholeh, M., & Novianto, D. (2021). *Analisis Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Perhitungan Dan Uji Lapangan Pada Proyek Pengembangan Kampus Politeknik Negeri Madiun*. Jurnal JOS-MRK, 2(3), 36–43. <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.03.36-43>

Basoka, I. W. A. (2020). *Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Cone Penetration Test (Cpt) Dan Standard Penetration Test (Spt) Pada Tanah Berpasir*. UKaRsT, 4(1), 109. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1.793>

Fadilla, R. N., & Pradiptiya, A. (2022). *Analisis Daya Dukung Pondasi Spun Pile Dievaluasi Dengan Kalendering Dan PDA*. Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology, 3(2), 18–25. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v3i2.394>

Fajarsari, E. J., & Sukirman, E. (2022). *Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Bentuk Dengan Variasi Dimensi*. Ug Jurnal, 16(1), 42–52.

Guterres, P. S. F., & Prijasambada, P. (2021). *Perencanaan Struktur Atas Dan Bawah Gedung Kantor Pu Di Timor-Leste*. IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains Dan Teknologi, 5(2), 23–32.

Haffsah, A. N., Sulisty, T., & Kartika, D. M. R. (2021). *Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Metode Empiris (Standart Penetration Test) Dan Metode Uji Beban Statik Pada Proyek Pabrik Amonium Nitrate PT. Kaltim*

Amonium Nitrat Bontang. Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil, 5(1), 72–81.

Mauriska, I., Aponno, G., & Sholeh, M. (2020). *Analisis Perbandingan Pondasi Jack in Spun Pile Dan Bored Pile Berdasarkan Daya Dukung, Metode Dan Biaya Pada Apartmen Suncity Residence Sidoarjo*. Jurnal JOS-MRK, 1(September), 146–152.
<https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2020.01.02.146-152>

Muluk, M., Hamid, D., Satwarnirat, S., Dalrino, D., & Santi, M. (2020). *Studi Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Dengan Pondasi Bore Pile (Studi Kasus: Pelaksanaan Pembangunan Pondasi Tower Grand Kamala Lagoon-Bekasi)*. Jurnal Teknik Sipil ITP, 7(1), 26–33.
<https://doi.org/10.21063/jts.2019.v701.04>

Mulyono, M., & Agustina, D. H. (2022). *Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air Batam)*. Sigma Teknika, 5(2), 372–382.
<https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4646>

Negara, M. I. S., Faqih, N., & Juara, A. (2023). *Comparison of structure design between bored pile foundations and pile foundations (Case study: Industrial Worker I Batang Flower House construction project)*. Civila: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan, 8(1), 59–68.
<https://jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/CVL>

Pemerintah Kota Padang. (2024). *Harga satuan pekerjaan bidang ke-PU-an dan standar harga satuan tertinggi bangunan gedung negara Triwulan I Tahun Anggaran 2024*. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Padang.

Sidik, M. Z. S. H. (2022). *Analisis daya dukung dan penurunan pondasi tiang pancang dengan menggunakan nilai Standard Penetration Test (SPT) pada proyek Jembatan Sicanang, Kec. Medan Belawan..* Universitas Medan Area ,.

Wulan, A. (2022). *Pekerjaan Pondasi Bore Pile dan Perhitungan Tulangan Fondasi pada Jalan Tol di Kota Depok*. Jurnal Pendidikan Tambusai, 6(2), 13762–13771.
<https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/4628>