

PERENCANAAN PONDASI JALAN LAYANG DI KOTA BANDUNG STRUDI KASUS JALAN LAYANG GATOT SUBROTO – PELAJAR PEJUANG

Rangga Jumena¹, Chandra Afriade Siregar¹
¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

¹ korespondensi : ranggajumena1995@gmail.com

ABSTRAK

Dalam konteks pengembangan infrastruktur jalan di daerah dengan keterbatasan lahan seperti Bandung, perbaikan jalan seringkali memerlukan solusi alternatif seperti pembangunan simpang susun atau flyover. Analisis kondisi tanah melalui pemboran vertikal mengungkap bahwa tanah di daerah tersebut terdiri dari jenis tanah Clay (lempung) dan Sand (pasir), dengan tanah keras yang terletak pada kedalaman sekitar 10 meter. Data dari hasil pemboran menunjukkan bahwa daya dukung tanah bervariasi tergantung pada diameter pondasi yang digunakan. Sebagai contoh, pondasi dengan diameter 400 mm memiliki daya dukung izin sekitar 48 Ton, sedangkan pondasi 600 mm dapat mendukung beban hingga sekitar 143 Ton. Pondasi 800 mm memiliki daya dukung izin sekitar 217 Ton, sementara pondasi dengan diameter 1000 mm memiliki daya dukung izin sekitar 305 Ton.

Kata kunci: Simpang Susun, Jenis Tanah Clay, Sand, Daya Dukung Ijin, Tanah Keras

ABSTRACT

In the context of developing road infrastructure in areas with limited land such as Bandung, road improvements often require alternative solutions such as building interchanges or flyovers. Analysis of soil conditions through vertical drilling revealed that the soil in the area consists of clay and sand, with hard soil located at a depth of around 10 meters. Data from drilling results shows that the bearing capacity of the soil varies depending on the diameter of the foundation used. For example, a foundation with a diameter of 400 mm has a permitted carrying capacity of around 48 tons, while a 600 mm foundation can support a load of up to around 143 tons. An 800 mm foundation has a permit carrying capacity of around 217 tons, while a foundation with a diameter of 1000 mm has a permit carrying capacity of around 305 tons. In the context of developing road infrastructure in areas with limited land such as Bandung, road repairs often require alternative solutions such as building interchanges or flyovers. . Analysis of soil conditions through vertical drilling revealed that the soil in the area consists of clay and sand, with hard soil located at a depth of around 10 meters. Data from drilling results shows that the bearing capacity of the soil varies depending on the diameter of the foundation used. For example, a foundation with a diameter of 400 mm has a permitted carrying capacity of around 48 tons, while a 600 mm foundation can support a load of up to around 143 tons. An 800 mm foundation has a permit carrying capacity of around 217 tons, while a foundation with a diameter of 1000 mm has a permit carrying capacity of around 305 tons.

Keywords: Interchanges, Clay, Sand Soil Types, Permit Carrying Capacity, Hard Soil.

PENDAHULUAN

Dalam menghadapi pertumbuhan kendaraan di suatu daerah, perlu dilakukan peningkatan infrastruktur transportasi seperti jalan. Upaya ini mencakup berbagai tindakan seperti perpanjangan jalan, pelebaran ruas jalan, dan langkah-langkah lainnya. Namun, ketika melibatkan pelebaran ruas jalan, seringkali terkendala oleh keterbatasan lahan yang tersedia. Ini menjadi masalah khususnya di

kota-kota besar seperti Bandung. Sebagai solusi untuk mengatasi kendala ini, digunakan konstruksi simpang susun atau flyover sebagai alternatif yang efektif.

Flyover/FO atau simpang susun adalah persimpangan tidak sebidang di mana dapat dilakukan perpindahan dari satu kaki persimpangan ke kaki lainnya melalui akses yang terhubung tidak sebidang, seperti di Antapani interchange Bandung, merupakan

persimpangan yang biasanya diterapkan pada jalan bebas hambatan di mana konflik silang dihindari.

Perencanaan pondasi dalam pembangunan flyover di Jl. Gatot Subroto - Jl. Pelajar Pejuang 45 (Jl. Laswi), Bandung, Jawa Barat bertujuan untuk memastikan kestabilan dan keamanan struktur flyover dengan memilih desain pondasi yang sesuai berdasarkan karakteristik tanah di lokasi tersebut. Dalam melaksanakan perencanaan pondasi yang optimal untuk digunakan pada Simpang Tak Sebidang baik menyangkut keamanan konstruksi, spesifikasi pekerjaan konstruksi, dan rencana anggaran biaya, serta kebutuhan waktu pelaksanaan yang sesuai dengan standar keteknikan berdasarkan norma, standar dan pedoman yang berlaku yang sesuai dengan kondisi serta situasi lapangan, sehingga didapat hasil perencanaan pondasi yang komprehensif.

Maksud dari perencanaan ini adalah untuk mencapai hasil perencanaan pondasi simpang tak sebidang yang bermanfaat, efektif, dan efisien sesuai dengan kondisi dan situasi objek perencanaan.

Lingkup pekerjaan jasa konsultan yang termasuk ke dalam perencanaan ini meliputi :

1. Survey Lapangan dan Pengumpulan Data.
2. Proses Perencanaan.
 - a. Analisa Data
 - b. Kriteria dan Standar Perencanaan
 - c. Perencanaan Pondasi

Penulis menggunakan batasan- batasan sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian di persimpangan Jl. Gatot Subroto – Jl. Pelajar Pejuang 45 (Jl. Laswi), dapat dilihat pada Gambar 1.1.
2. Data penyelidikan tanah lokasi studi merupakan data sekunder yang telah dilakukan oleh PT. Gumilang Sajati.
3. Menghitung daya dukung tanah di lokasi proyek.
4. Merencanakan pondasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah adalah materi yang terdiri dari partikel mineral padat yang tidak saling terikat secara kimia, bahan organik yang telah melapuk, zat cair, dan gas yang mengisi ruang antara partikel padat ini [1], [2]. Butiran mineral ini terbentuk melalui pelapukan batuan dan memiliki beragam ukuran. Sifat-sifat fisik tanah sangat dipengaruhi oleh ukuran, bentuk, dan komposisi kimia butiran mineral ini [3]–[5]. Faktor-faktor ini pada gilirannya dipengaruhi oleh jenis batuan yang membentuk kerak bumi, mineral-mineral penyusun batuan tersebut, dan proses pelapukan. Ini adalah definisi umum tentang apa yang merupakan tanah, dan penting untuk memahami bagaimana tanah dibentuk dan bagaimana sifat-sifatnya berkaitan dengan lingkungan geologisnya.

Penurunan Konsolidasi

Untuk tanah normally consolidated maka penurunan tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [6]:

$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Untuk tanah over consolidated dengan kondisi $\sigma'_{0} + \Delta\sigma' < \sigma'_{0c}$ maka penurunan tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [7]:

$$S_c = \frac{C_s H}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma'_{0} + \Delta\sigma'}{\sigma'_{0}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Sedangkan untuk tanah over consolidated dengan kondisi $\sigma'_{0} + \Delta\sigma' > \sigma'_{0c}$ maka penurunan tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$S_c = \frac{C_s H}{1+e_0} \log \log \left(\frac{\sigma'_{0c}}{\sigma'_{0}} \right) + \frac{C_s H}{1+e_0} \log \left(\frac{\sigma_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_{0}} \right) (3)$$

Stabilitas Timbunan Beton Ringan

Timbunan biasa merujuk pada penambahan atau pengurangan tanah dengan tujuan mencapai elevasi akhir subgrade sesuai dengan rencana desain, atau sebagai pengganti material pada subgrade yang tidak memenuhi syarat [8], [9]. Untuk memenuhi persyaratan sebagai timbunan biasa, bahan yang digunakan harus memenuhi ketentuan-ketentuan berikut [10]:

1. Bahan timbunan harus disetujui oleh Pengawas yang memiliki kualifikasi untuk digunakan dalam konstruksi permanen.
2. Bahan timbunan tidak boleh termasuk tanah dengan tingkat plastisitas tinggi, seperti yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam sistem klasifikasi "Unified" atau Casagrande. Selain itu, bahan timbunan harus memiliki nilai CBR (California Bearing Ratio)

tidak kurang dari 6% ketika diuji dengan metode AASHTO T 193.

3. Tanah yang memiliki kemampuan pengembangan tinggi, yang ditentukan oleh nilai aktif lebih besar dari 1,25 ketika diuji dengan metode AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif diukur dengan membandingkan Indeks Plastisitas (PI) dengan presentase ukuran partikel lempung menggunakan metode AASHTO T 90 dan AASHTO T 88.

Site Class

Tabel 1: Kelas Situs

Kelas Situs	\bar{v}_i (m/s)	\bar{N}	\bar{S}_u (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{v}_i \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{v}_i \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{v}_i, \bar{v}_i \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{v}_i, \bar{v}_i \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{v}_i < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa			
F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respon dinamik spesifik	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan > 3m) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5$ m dengan $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m		

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

Analisis Stabilitas Lereng

Stabilitas timbunan dihitung dengan mempertimbangkan kuat geser tak terdrainase (*undrained*) serta kuat geser pada setiap lapisan tanah, maka asumsi ini merujuk pada Metode A pada pemodelan *finite element* di PLAXIS. Pada perhitungan stabilitas timbunan dengan material ringan

mortar-busa, modulus elastisitas, E_c , mortar-busa dihitung dengan menggunakan persamaan untuk beton ringan (*lightweight concrete*) dari AASHTO (2010). Karena digunakan pemodelan numerik yang berbasis metode elemen hingga, maka mortar-busa dimodelkan sebagai material dengan model *Linear Elastic* bersifat kedap air (*non-porous*).

$$E_c = 33000K_1w_c^{1.5}\sqrt{f_c'} \dots\dots\dots (4)$$

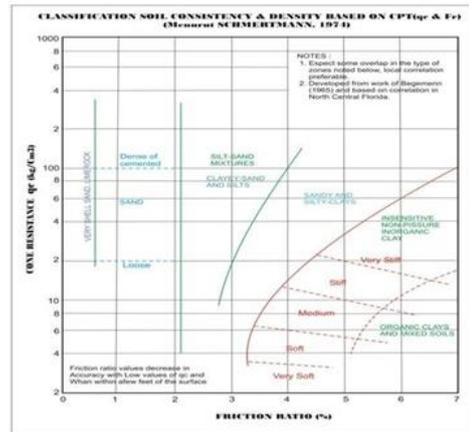
METODE

Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini dilakukan untuk dapat memperoleh informasi parameter-parameter yang diperlukan dalam menganalisis perhitungan pondasi untuk struktur flyover. Adapun data-data sekunder yang diperlukan adalah analisis struktur Fly Over dan penyelidikan tanah di lokasi studi.

Selain pengumpulan data sekunder di atas juga dibutuhkan informasi dan dokumentasi yang berasal dari :

1. Hasil penggambaran berupa as-built drawing (site plan, topografi, gambar penampang dan detail-detail).
2. Dokumentasi foto kondisi lapangan sebelum dan sesudah konstruksi.



Gambar 1: Klasifikasi Konsistensi Density dan Jenis Tanah menurut Schmertmann 1974

Perencanaan Pondasi Flyover

Untuk pondasi Flyover biasanya yang digunakan adalah jenis pondasi dalam dan merupakan tipe bor pile. Dalam menghitung daya dukung pondasi dalam yaitu pondasi bor pile ada 2 analisa daya dukung yang dihitung, yaitu daya dukung ujung dan daya dukung selimut tiang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data

Lokasi pengujian bor mesin berada pada koordinat yang tertera pada tabel 2, sedangkan lokasi pengujian sondir terdapat pada tabel 3. Peta titik lokasi pengujian dapat dilihat pada gambar 2.

Tabel 2: Koordinat Titik Bor Mesin

Titik Koordinat		
No Titik	X	Y
1 BH - 01	790352.00 m E	9233773.00 m S

Tabel 3: Koordinat Titik Sondir

Titik Koordinat		
No Titik	X	Y
1 S - 01	790326.00 m E	9233623.00 m S
2 S - 02	790434.00 m E	9233929.00 m S



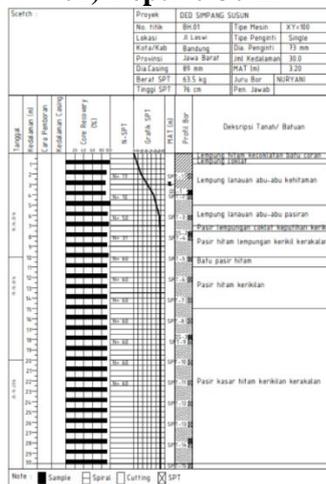
Gambar 2: Titik Lokasi Pengujian Bor Mesin dan Sondir

Dari pengujian tersebut didapatkan stratifikasi lapisan tanah seperti dalam tabel 4 dan hasil pengujian bor mesin dalam tabel 5.

Tabel 4: Stratifikasi Lapisan Tanah (BH-01)

No Titik	Kedalaman	Jenis Tanah
BH 01	0.00 – 0.50 m	Lempung hitam kecoklatan batu coran
	0.50 – 1.00 m	Lempung coklat
	1.00 – 5.00 m	Lempung lanauan abu-abu kehitaman
	5.00 – 7.00 m	Lempung lanauan abu-abu pasiran
	7.00 – 7.50 m	Pasir lempungan coklat keputihan kerikilan
	7.50 – 10.00 m	Pasir hitam lempungan kerikil kerakalan
	10.00 – 11.00 m	Batu pasir hitam
	11.00 – 15.00 m	Pasir hitam kerikilan
	15.00 – 20.00 m	Pasir kasar hitam kerikilan kerakalan
	20.00 – 2500 m	Pasir coklat keabu abuan kerikilan bolderan
25.00 – 30.00 m	Pasir abu abu kerikilan bolderan	

Tabel 5: Hasil Pengujian Bor Mesin (BH-01) Depth 0-30 m

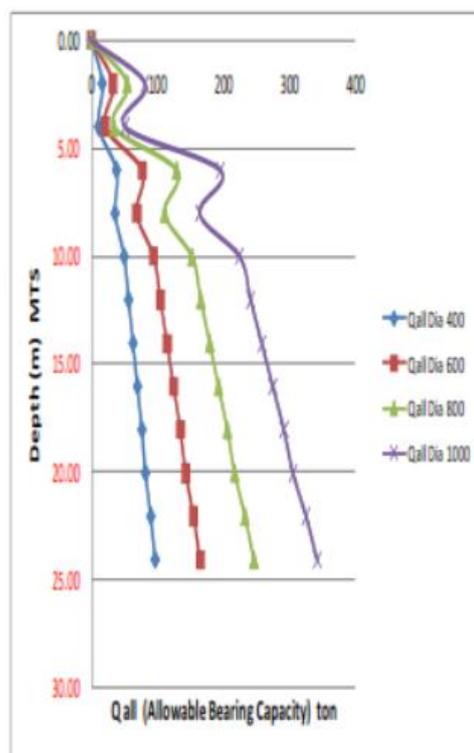


Evaluasi Daya Dukung Tanah dan Analisis Pondasi

Daya dukung ultimit dan daya dukung ijin pondasi bore pile terdapat pada Tabel 6, Grafik hubungan elevasi dan daya dukung ijin terdapat pada gambar 3, dan hasil daya dukung aksial terdapat pada tabel 7.

Tabel 6: Daya Dukung Ultimit dan Daya Dukung Ijin Pondasi Bore Pile BH-01

MTS	Soil Type	Qult (ton)				Qall (ton) FS=3			
		Ø400	Ø600	Ø800	Ø1000	Ø400	Ø600	Ø800	Ø1000
0.00 m		0	0	0	0	0	0	0	0
2.00 m	Clay Very Stiff	49	98	163	244	16	33	54	81
4.00 m	Sand Medium Dense	32	62	102	152	11	21	34	51
6.00 m	Sand Very Dense	113	230	388	585	38	77	129	195
8.00 m	Sand Dense	107	205	333	491	36	68	111	164
10.00 m	Sand Hard	148	283	458	673	49	94	153	224
12.00 m	Sand Hard	168	313	498	723	56	104	166	241
14.00 m	Sand Hard	189	343	538	773	63	114	179	258
16.00 m	Sand Hard	209	373	578	823	70	124	193	274
18.00 m	Sand Hard	229	404	618	874	76	135	206	291
20.00 m	Sand Hard	245	428	651	915	82	143	217	305
22.00 m	Sand Hard	269	464	699	974	90	155	233	325
24.00 m	Sand Hard	289	494	739	1024	96	165	246	341



Gambar 3: Grafik Daya Dukung Ijin dan Elevasi BH-01

Tabel 7: Daya Dukung Aksial BH-01

<u>Pile Properties</u>		<u>Calc. Method</u>	
Type	: PC FILE	Calc. Method	: Based on N-SPT
Diameter	: 0.40 m	c_u	= 5.00 *N-SPT
Thick	: 0.075 m	<u>Compression</u>	
Perimeter	: 1.26 m	Skin Friction (Q_s)	= $\alpha \cdot c_u \cdot \text{perimeter} \cdot l$ (c-soil)
Area _{out}	: 0.13 m ²		= $1 \cdot \text{N-SPT} \cdot \text{perimeter} \cdot l$ (ϕ -soil)
Area _{pile}	: 0.08 m ²	End Bearing (Q_p)	= $9 \cdot c_u \cdot \text{area}$ (c-soil)
Unit weight	: 21.00 kN		= $40 \cdot \text{N-SPTav} \cdot l \cdot D$ (ϕ -soil)
			$\leq 400 \cdot \text{N-SPTav}$
		Ultimate (Q_u)	= $Q_s + Q_p$
<u>Soil Layer:</u>		<u>Pull out</u>	
S	: Sand	Skin Friction (Q_s)	= 0.7 * Q_s (Compression)
C	: clay	Pile weight (W_p)	= Area _{pile} * Unit weight of Pile * l
M	: Silt	Ultimate (Q_{pu})	= $Q_s + W_p$
R	: Limestone		

Depth (m)	Soil Properties				Compression Capacity (kN)				Pull Out Capacity (kN)			
	Layer	N-SPT	c_u (kN/m ²)	α	Friction		End	Q_p	Friction*		W_p	Q_{pu}
					Local	Cumm.			Local	Cumm.		
0.0	C4	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-1.0	C4	17	85.0	0.50	53.4	53.4	96.1	149.5	37.4	37.4	0.8	38.2
-2.0	C4	17	85.0	0.50	53.4	106.8	96.1	202.9	37.4	74.8	1.7	76.5
-3.0	C4	10	50.0	0.75	47.1	153.9	56.5	210.5	33.0	107.8	2.5	110.3
-4.0	C4	10	50.0	0.75	47.1	201.1	56.5	257.6	33.0	140.7	3.4	144.1
-5.0	C4	30	150.0	0.50	94.2	295.3	169.6	465.0	66.0	206.7	4.2	210.9
-6.0	C4	30	150.0	0.50	94.2	389.6	169.6	559.2	66.0	272.7	5.1	277.7
-7.0	C4	31	155.0	0.50	97.4	486.9	175.3	662.2	68.2	340.9	5.9	346.8
-8.0	C4	31	155.0	0.50	97.4	584.3	175.3	759.6	68.2	409.0	6.7	415.8
-9.0	S5	60	-	-	150.8	735.1	1206.4	1941.5	105.6	514.6	7.6	522.2
-10.0	S5	60	-	-	150.8	885.9	1206.4	2092.3	105.6	620.2	8.4	628.6
-11.0	S5	60	-	-	150.8	1036.7	1206.4	2243.1	105.6	725.7	9.3	735.0
-12.0	S5	60	-	-	150.8	1187.5	1206.4	2393.9	105.6	831.3	10.1	841.4
-13.0	S5	60	-	-	150.8	1338.3	1206.4	2544.7	105.6	936.8	11.0	947.8
-14.0	S5	60	-	-	150.8	1489.1	1206.4	2695.5	105.6	1042.4	11.8	1054.2
-15.0	S5	60	-	-	150.8	1639.9	1206.4	2846.3	105.6	1147.9	12.6	1160.6
-16.0	S5	60	-	-	150.8	1790.7	1206.4	2997.1	105.6	1253.5	13.5	1267.0
-17.0	S5	60	-	-	150.8	1941.5	1206.4	3147.9	105.6	1359.1	14.3	1373.4
-18.0	S5	60	-	-	150.8	2092.3	1206.4	3298.7	105.6	1464.6	15.2	1479.8
-19.0	S5	60	-	-	150.8	2243.1	1206.4	3449.5	105.6	1570.2	16.0	1586.2
-20.0	S5	60	-	-	150.8	2393.9	1206.4	3600.3	105.6	1675.7	16.8	1692.6
-21.0	S5	60	-	-	150.8	2544.7	1206.4	3751.1	105.6	1781.3	17.7	1799.0
-22.0	S5	60	-	-	150.8	2695.5	1206.4	3901.9	105.6	1886.8	18.5	1905.4
-23.0	S5	60	-	-	150.8	2846.3	1206.4	4052.7	105.6	1992.4	19.4	2011.8
-24.0	S5	60	-	-	150.8	2997.1	1206.4	4203.5	105.6	2098.0	20.2	2118.2
-25.0	S5	60	-	-	150.8	3147.9	1206.4	4354.3	105.6	2203.5	21.1	2224.6
-26.0	S5	60	-	-	150.8	3298.7	1206.4	4505.1	105.6	2309.1	21.9	2331.0
-27.0	S5	60	-	-	150.8	3449.5	1206.4	4655.8	105.6	2414.6	22.7	2437.4
-28.0	S5	60	-	-	150.8	3600.3	1206.4	4806.6	105.6	2520.2	23.6	2543.8
-29.0	S5	60	-	-	150.8	3751.1	1206.4	4957.4	105.6	2625.7	24.4	2650.2
-30.0	S5	60	-	-	150.8	3901.9	1206.4	5108.2	105.6	2731.3	25.3	2756.6

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisa dari “Penyelidikan Tanah untuk Perencanaan Teknis Pembangunan Flyover Jl. Gatot Subroto – Pelajar Pejuang 45 – Jl. Laswi Bandung”,

maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pemboran kondisi tanah dari atas ke bawah secara vertikal tersusun oleh jenis tanah *Clay* dan *Sand*

dengan kedalaman 10 m sudah mencapai tanah keras.

2. Daya dukung tanah ijin berdasarkan data diskripsi tanah hasil pemboran adalah seperti dijelsakan di bawah ini :
 - a. Titik Bor = BH-01
 - b. Kedalaman = 20 m
 - c. Tipe Tanah = Pasir
 - d. Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang D-400 (82 Ton), D-600 (143 Ton), D-800 (217 Ton), D-1000 (305 Ton).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Brata And C. A. Siregar, “Perbandingan Pemasatan Tanah Gunung Hejo Kabupaten Purwakarta Pada Pengujian Secara Lapangan Dan Laboratorium Menggunakan Metode A,” *Sist. Infrastruktur Tek. Sipil*, Vol. 1, No. 1, Pp. 64–73, 2021.
- [2] M. Ikhtiar, *Analisis Kualitas Lingkungan*. Cv. Social Politic Genius (Sign), 2017.
- [3] R. H. Putra, Z. F. Haza, And D. Sulistyorini, “Pengaruh Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif,” *Renov. Rekayasa Dan Inov. Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 2, Pp. 21–32, 2018.
- [4] M. Fauziek And A. Suhendra, “Efek Dari Dynamic Compaction (Dc) Terhadap Peningkatan Kuat Geser Tanah,” *Jmts J. Mitra Tek. Sipil*, Pp. 205–214, 2018.
- [5] R. Setiawan, “Analisis Hubungan Komposisi Mineral Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanis Pada Batuan Dasit (Studi Kasus: Desa Sepee, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan)= Analysis Of Corelation Between Mineral Compotition From Physical And Mechanical Properties Of Dacitic Rock (Case Of Study: Sepee Village, Barru District, Barru Regency, South Sulawesi Province).” Universitas Hasanuddin, 2021.
- [6] H. Nawir, D. Apoji, R. Fatimatuzahro, And M. D. Pamudji, “Prediksi Penurunan Tanah Menggunakan Prosedur Observasi Asaoka Studi Kasus: Timbunan Di Bontang, Kalimantan Timur,” *J. Tek. Sipil Itb*, Vol. 19, No. 2, Pp. 133–148, 2012.
- [7] W. Wilson And A. J. Susilo, “Perbandingan Penurunan Konsolidasi Pada Tanah Yang Belum Diperbaiki Serta Yang Diperbaiki Dengan Preloading Dan Pemancangan Keliling,” *Jmts J. Mitra Tek. Sipil*, Pp. 151–160, 2018.
- [8] F. E. P. Lapian And M. Tumpu, *Perkembangan Stabilisasi Tanah Di Papua*. Tohar Media.
- [9] M. R. Fatriady, M. R. Rachman, M. Jamal, I. W. Muliawan, W. Mustika, And D. S. S. Mabui, *Teknologi Bangunan Dan Material*. Tohar Media, 2022.
- [10] P. F. Sari And Y. Retnaningsih, “Penanggulangan Genangan Di Hulu Bendung Kalialang Sungai Gangsa Tegal-Brebes.” F. Teknik Undip, 2006.