

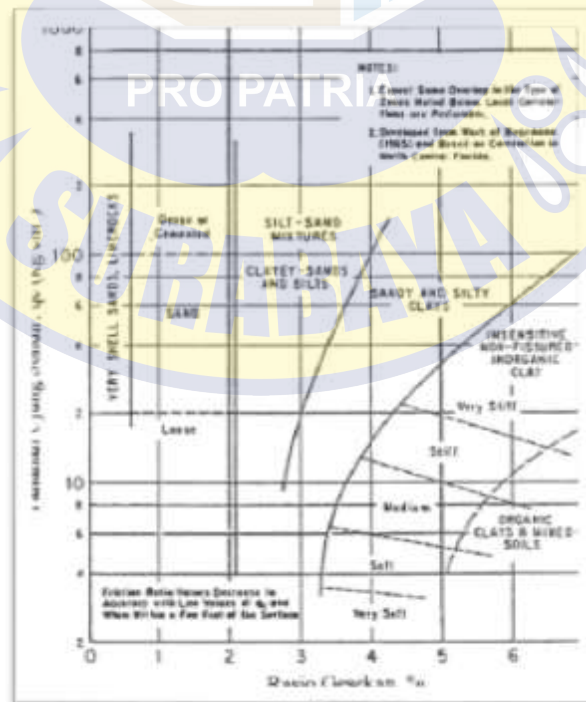
BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

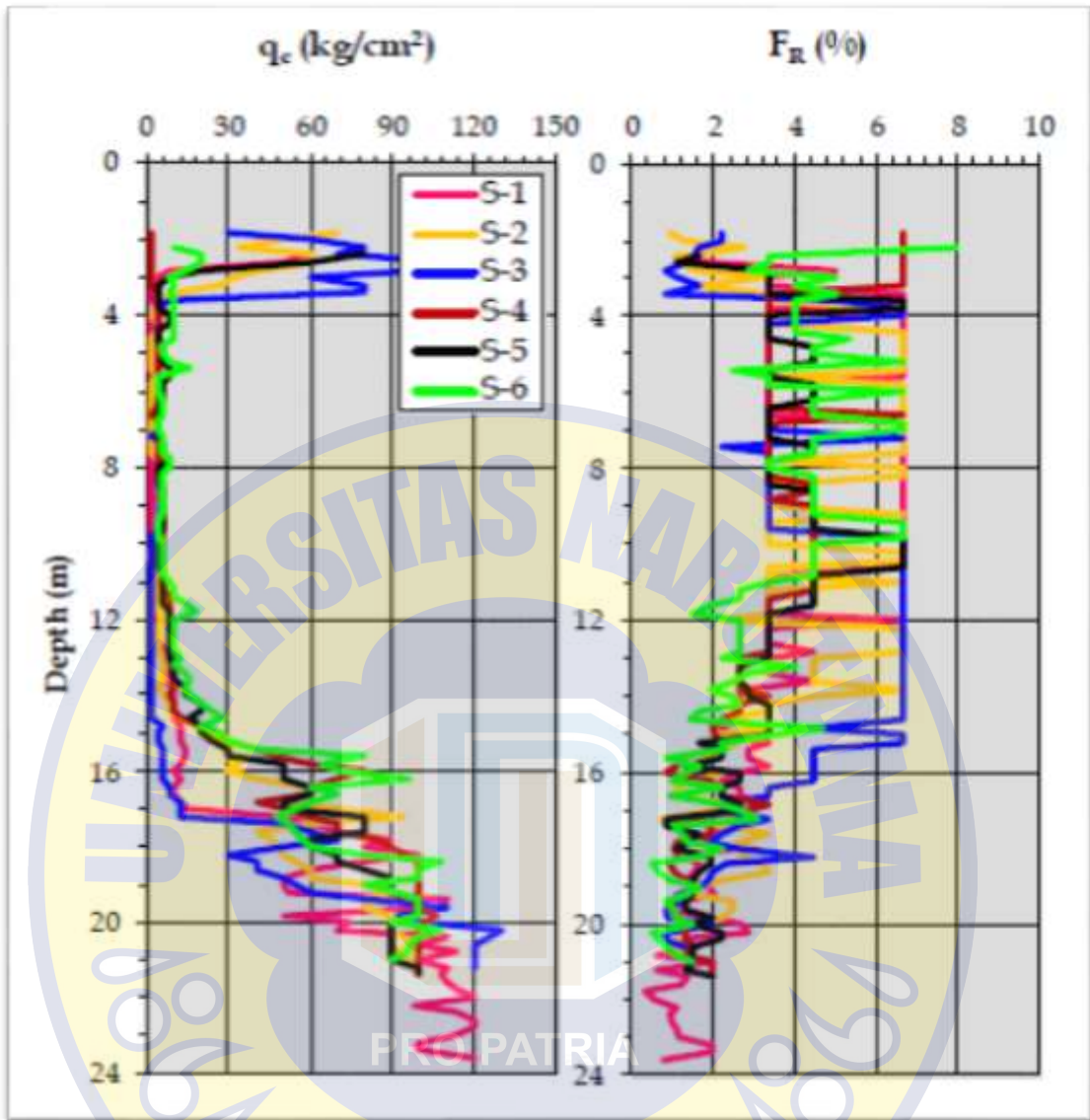
4.1 Hasil Penelitian Penyelidikan Lapangan.

4.1.1 Pengujian Sondir.

Hasil pengujian sondir berupa kompilasi data bacaan manometer di lapangan tersaji berupa grafik-grafik sondir, yang memperlihatkan pola perlawanan lapisan-lapisan tanah bawah terhadap penetrasi bikonus; dinyatakan dengan q_c (tahanan ujung), TCF (jumlah hambatan pelekat), f_s (gesekan lokal) dan juga FR (rasio gesek). Selanjutnya distribusi perlawanan ujung sondir (q_c , kg/cm²) dan rasio gesekan (FR, %) terhadap kedalaman (m) beserta sistem klasifikasi tanah yang telah diusulkan oleh Schmertmann (1978) disajikan pada Gambar 4.1 berikut ini. Sistem klasifikasi tanah



Gambar 4.1 Sistem Klarifikasi tanah
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.2 Hasil pembacaan sondir
 Sumber: Hasil Analisis.

Gambar di atas di peroleh dari pembacaan manometer pada saat pengujian berlangsung yang telah di analisa pada formula sondir. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Dan Perhitungan Sondir Testana Engineering (2016).

Project	Apartment.		Depth	21.40 m							
Location	ECC 2, Pakuwon City, Surabaya.		Ground Surface Level	± 0.00 m							
Sounding N	S-3		Ground Water Level	Unrecorded.							
Date of test	10 Juni 2016.		Operator	KL							
			Checked by	DM							
Depth (m)	I	II	fs	JHP	FR	Depth (m)	I	II	fs	JHP	FR
0.0						15.0	6	10	0.27	352.0	4.4
0.2						15.2	4	8	0.27	387.3	6.7
0.4						15.4	4	8	0.27	362.7	6.7
0.6						15.6	6	10	0.27	368.0	4.4
0.8						15.8	6	10	0.27	373.3	4.4
1.0	Preboring					16.0	6	10	0.27	378.7	4.4
1.2						16.2	6	10	0.27	384.0	4.4
1.4						16.4	6	10	0.27	389.3	4.4
1.6						16.6	8	12	0.27	394.7	3.3
1.8						16.8	8	12	0.27	400.0	3.3
2.0	30	40	0.67	13.3	2.2	17.0	12	16	0.27	405.3	2.2
2.2	60	80	1.33	40.0	2.2	17.2	12	16	0.27	410.7	2.2
2.4	80	100	1.33	66.7	1.7	17.4	12	18	0.40	418.7	3.3
2.6	70	96	1.07	88.0	1.6	17.6	60	70	1.33	446.3	2.7
2.8	110	132	1.47	117.3	1.3	17.8	60	80	1.33	472.0	2.2
3.0	100	112	0.90	133.3	0.8	18.0	70	90	1.33	498.7	1.3
3.2	60	70	0.67	146.7	1.1	18.2	60	70	1.33	525.3	2.7
3.4	80	100	1.33	173.3	1.7	18.4	30	60	1.33	552.0	4.4
3.6	80	90	0.67	186.7	0.8	18.6	40	64	0.93	570.7	2.3
3.8	8	14	0.40	194.7	5.0	18.8	40	63	0.80	586.7	2.0
4.0	4	8	0.27	200.0	6.7	19.0	50	64	0.93	605.3	1.3
4.2	4	8	0.27	205.3	6.7	19.2	54	68	0.93	624.0	1.7
4.4	4	8	0.13	208.0	3.3	19.4	60	70	0.67	637.3	1.1
4.6	4	6	0.13	210.7	3.3	19.6	80	96	1.07	668.7	1.3
4.8	4	6	0.13	213.3	3.3	19.8	110	124	0.93	677.3	0.8
5.0	4	6	0.13	216.0	3.3	20.0	92	104	0.80	693.3	0.9
5.2	4	6	0.13	218.7	3.3	20.2	100	130	2.00	733.3	2.0
5.4	4	6	0.13	221.3	3.3	20.4	130	148	1.20	757.3	0.9
5.6	4	6	0.13	224.0	3.3	20.6	128	140	0.93	776.0	0.7
5.8	4	6	0.13	226.7	3.3	20.8	120	144	1.60	808.0	1.3
6.0	4	6	0.13	229.3	3.3	21.0	120	146	1.73	842.7	1.4
6.2	4	6	0.13	232.0	3.3	21.2	120	146	1.73	877.3	1.4
6.4	4	6	0.13	234.7	3.3	21.4	120	146	1.73	912.0	1.4
6.6	4	6	0.13	237.3	3.3	21.6					
6.8	4	6	0.13	240.0	3.3	21.8					
7.0	4	6	0.13	242.7	3.3	22.0					
7.2	4	6	0.13	245.3	3.3	22.2					
7.4	2	4	0.13	248.0	6.7	22.4					
7.6	6	8	0.13	250.7	2.2	22.6					
7.8	4	6	0.13	253.3	3.3	22.8					
8.0	4	6	0.13	256.0	3.3	23.0					
8.2	4	6	0.13	258.7	3.3	23.2					
8.4	4	6	0.13	261.3	3.3	23.4					
8.6	4	6	0.13	264.0	3.3	23.6					
8.8	4	6	0.13	266.7	3.3	23.8					
9.0	4	6	0.13	269.3	3.3	24.0					
9.2	4	6	0.13	272.0	3.3	24.2					
9.4	4	6	0.13	274.7	3.3	24.4					
9.6	4	6	0.13	277.3	3.3	24.6					
9.8	4	6	0.13	280.0	3.3	24.8					
10.0	2	4	0.13	282.7	6.7	25.0					
10.2	2	4	0.13	285.3	6.7	25.2					
10.4	2	4	0.13	288.0	6.7	25.4					
10.6	2	4	0.13	290.7	6.7	25.6					
10.8	2	4	0.13	293.3	6.7	25.8					
11.0	2	4	0.13	296.0	6.7	26.0					
11.2	2	4	0.13	298.7	6.7	26.2					
11.4	2	4	0.13	301.3	6.7	26.4					
11.6	2	4	0.13	304.0	6.7	26.6					
11.8	2	4	0.13	306.7	6.7	26.8					
12.0	2	4	0.13	309.3	6.7	27.0					
12.2	2	4	0.13	312.0	6.7	27.2					
12.4	2	4	0.13	314.7	6.7	27.4					
12.6	2	4	0.13	317.3	6.7	27.6					
12.8	2	4	0.13	320.0	6.7	27.8					
13.0	2	4	0.13	322.7	6.7	28.0					
13.2	2	4	0.13	325.3	6.7	28.2					
13.4	2	4	0.13	328.0	6.7	28.4					
13.6	2	4	0.13	330.7	6.7	28.6					
13.8	2	4	0.13	333.3	6.7	28.8					
14.0	2	4	0.13	336.0	6.7	29.0					
14.2	2	4	0.13	338.7	6.7	29.2					
14.4	2	4	0.13	341.3	6.7	29.4					
14.6	2	4	0.13	344.0	6.7	29.6					
14.8	2	4	0.13	346.7	6.7	29.8					

Sumber: Hasil Analisis

Profil tahanan ujung dan rasio gesekan pada kedalaman (m). Secara umum hasil pengujian sondir menunjukkan hasil yang cukup bersesuaian antara hasil yang satu dengan yang lainnya, diperlihatkan oleh profil tahanan ujung pada Gambar 4.1. Berdasarkan hubungan antara tahanan ujung sondir (q_c , kg/cm²) dan rasio gesekan (FR, %), kondisi lapisan tanah dipermukaan sampai dengan kedalaman ± 3.5 m diperkirakan tersusun oleh urugan pasir. Lapis tanah selanjutnya tersusun oleh lempung amat lunak dengan ketebalan sekitar 11.5 - 13.5 m. Lapisan tanah berikutnya setebal ± 4 m didominasi oleh lanau berpasir dengan kepadatan tanah antara longgar sampai agak padat, dan dilanjutkan oleh pasir berlanau agak padat hingga akhir kedalaman pengujian sondir.

Pengujian sondir terhenti sebelum tercapainya kapasitas alat tekan, kondisi ini lebih disebabkan oleh rangkaian pipa-pipa sondir pada lapisan tanah amat lunak dekat permukaan tertekuk, sehingga timbulnya gesekan antara dinding dalam pipa-pipa sondir dengan torak, yang bersama-sama dengan tekanan perlawanan tanah terakumulasi sebagai perlawanan penetrasi yang cukup besar yang tercatat di dalam pembacaan terakhir manometer, disertai keruntuhan pengangkuran tanah dipermukaan.

4.1.2 Perhitungan Daya Dukung Dengan Menggunakan Data Sondir.

$$\text{Panjang tiang (L)} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Diameter (d)} = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Luas selimut tiang (A}_s\text{)}$$

$$A_s = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 20$$

$$= 150,72 \text{ m}^2$$

Luas penampang (A_p)

$$\begin{aligned}A_p &= \pi \cdot r^2 \\&= 3,14 \cdot 1,44 \\&= 4,5216 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Daya dukung ujung tiang (end bearing)

$$Q_p = A_p \cdot f_b$$

$$f_b = \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot q_{ca}$$

$$\begin{aligned}\omega_1 &= \{(d+0,5)/2d\}^n \\&= \{(1,2 + 0,5) / 2 \cdot 1,2\}^3 \\&= 2,125 \sim d > 0,5 \text{ maka } \omega_1 = 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega_2 &= L / 10 d \\&= 20 / 10 \cdot 0,8 \\&= 2,5 \sim L > 10d \text{ maka } \omega_2 = 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_{ca} &= q_{ca1} + q_{ca2} / 2 \\&= 120 + 160 / 2 \\&= 140 \text{ kg/cm}^2 \\&= 13729,3 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_b &= \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot q_{ca} \\&= 1 \cdot 1 \cdot 13729,3 \\&= 13729,3 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

Untuk tiang bor metode Meyerhof menyarankan memakai 50% - 70% dari reduksi yang didapat.

$$\begin{aligned}&= 70\% \cdot 13729,3 \text{ KN/m}^2 & 50\% \cdot 13729,3 \text{ KN/m}^2 \\&= 9610,51 \text{ KN/m}^2 & = 6864,5 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

$$Q_p = A_p \cdot f_b$$

$$= 4,5216 \cdot 9610,51$$

$$= 43439,5052 \text{ KN}$$

$$4,5216 \cdot 6864,5$$

$$= 31038,5232 \text{ KN}$$

Daya dukung selimut tiang

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

$$F_s = k_f \cdot q_f$$

$$= 1 \cdot 1.6$$

$$= 1.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 160 \text{ KN/m}^2$$

Untuk tiang bor metode Meyerhof menyarankan memakai 50% - 70%

Dari reduksi yang didapat.

$$= 70\% \cdot 160 \text{ KN/m}^2$$

$$= 112 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

$$= 37,68 \text{ m}^2 \cdot 112 \text{ KN/m}^2$$

$$= 4220,16 \text{ KN}$$

$$50\% \cdot 160 \text{ KN/m}^2$$

$$= 80 \text{ KN/m}^2$$

$$37,68 \text{ m}^2 \cdot 80 \text{ KN/m}^2$$

$$= 3014,4 \text{ KN}$$

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$= 43439,5052 \text{ KN} + 4220,16 \text{ KN}$$

$$= 47659,6652 \text{ KN}$$

$$= 4859,93 \text{ Ton}$$

$$31038,5232 \text{ KN} + 3014,4 \text{ KN}$$

$$= 34052,9232 \text{ KN}$$

$$= 3472,43 \text{ Ton}$$

$$Q_{all} = Q_{ijin} = Q_p$$

$$= 1619,97 \text{ TON (Sf: 3)}$$

$$= 1157,47 \text{ Ton}$$

4.1.3 Pengeboran dan Pengujian Penetrasi Standard.

10 titik pengeboran dilakukan pendekatan dengan pemboran inti (*core drilling*), yang berbeda pada pemboran basah (*washed boring*). Berdasarkan pemboran inti ini mendapatkan contoh-contoh tanah yang lebih mendekati dengan keadaan aslinya yang terdapat pada lapisan bawah kulit bumi, dari pada contoh berupa tanah lumpur (*mud, slurry*) seperti yang terdapat pada pemboran basah (*washed boring*). Pemboran dikerjakan dengan 2 unit mesin penggerak bor *system* putaran YBM IWA-1 dengan pompa khusus bertekanan tinggi *type* SC-45, masing-masing dilengkapi dengan diesel penggerak seperti terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Mesin YBM IWA-1 dan pompa lumpur SC-45
Sumber: Hasil Analisis.

Pengambilan contoh tanah terganggu (*disturbed*) dilakukan menggunakan pipa tabung besi penginti tunggal (STCB: *Single Tube Core Barrel*) dengan menggunakan ujung mata bor *metal tungsten carbide bit* yang berdiameter luar 76 mm. Hasil pekerjaan pemboran kemudian disusun di dalam kotak pemboran (*core boxes*) untuk dilakukan diskripsi visual lapisan tanah bawah hingga dapat digambarkan dalam profil tanah pada gambar 4.4 hingga gambar 4.11.



Gambar 4.4 Kotak pemboran Kedalaman 00.00 – 10.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.5 Kotak pemboran Kedalaman 10.00 – 20.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.6 Kotak pemboran Kedalaman 20.00 – 30.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.7 Kotak pemboran Kedalaman 30.00 – 40.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.8 Kotak pemboran Kedalaman 40.00 – 50.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.9 Kotak pemboran Kedalaman 50.00 – 60.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.

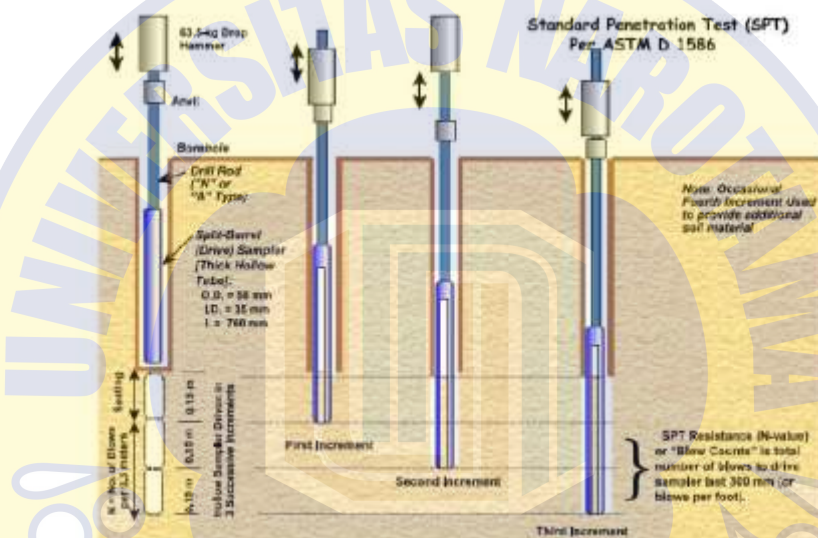


Gambar 4.10 Kotak pemboran Kedalaman 60.00 – 70.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.



Gambar 4.11 Kotak pemboran Kedalaman 70.00 – 80.00 Meter
Sumber: Hasil Analisis.

Selain itu, pada setiap interval 2 m selama pengujian, teknologi penetrasi standar (SPT) digunakan untuk menghitung N-Value dari contoh perwakilan area tanah (terganggu) yang telah diidentifikasi. Nilai N-SPT digunakan untuk mendeteksi kondisi tanah upwelling, dan dapat dilakukan estimasi yang lebih tepat terhadap kapasitas dukung. Pelaksanaan uji penetrasi standar dihentikan ketika membaca N1 atau N2 atau jumlah pukulan SPT, N2 + N3 sudah mencapai nilai 50. sebagai ilustrasi mekanisme uji penetrasi yang umum.



Gambar 4.12 Prosedur kerja dari uji penetrasi standart (Meyne.dkk. 2002)

Tingkat kepadatan/ konsistensi lapisan tanah interval 2 m yang dinyatakan oleh nilai N hasil-hasil pengujian penetrasi standard (SPT) dapat menggunakan hubungan yang disampaikan oleh Terzaghi dan Peck (1948):

Tabel 4.2 hubungan antara N-Spt dengan tingkat kepadatan/ konsistensi tanah.

No	Tanah Berbutir kasar		Tanah Berbulir Halus	
	N_{SPT} (bpf)	Kepadatan	N_{SPT} (bpf)	Konsisten
1	<4	Amat Lepas	<2	Sangat Lunak
2	4-10	Lepas	2-4	Lunak
3	10-30	Agak Padat	4-8	Sedang
4	30-50	Padat	8-15	Kaku
5	>50	Amat padat	15-30	Amat Kaku
6	-	-	>30	Keras

Sumber: Hasil Analisis.

Hasil-hasil penyelidikan ini cukup konsisten dengan data hasil pengujian sondir, dimana kondisi lapisan lempung cukup lunak (lembek) dijumpai hingga kedalaman ± 16 m. Begitu pula untuk kondisi stratifikasi tanah selanjutnya yang merupakan lapisan tanah peralihan, didominasi oleh lanau berpasir setebal ± 4 m dengan kepadatan tanah antara longgar sampai agak padat. Kondisi lapisan tanah selanjutnya lebih didominasi oleh pasir agak padat dijumpai pada kedalaman 20 - 35 m. Lapisan tanah ini dapat mengalami dilasi (peningkatan volume) akibat proses penetrasi tiang pracetak, sehingga kedalaman tiang pracetak mungkin akan tertahan pada lapisan ini. Lapisan tanah dibawah lapisan tsb. tersusun oleh lempung berkonsistensi amat teguh (N-SPT - 22 bpf) yang dijumpai hingga kedalaman ± 55 m. Untuk kedalaman 55 - 65 m (setebal 10 m), lapisan tanah lebih didominasi oleh pasir cukup padat (N-SPT - 50 bpf). Stratifikasi tanah selanjutnya hingga akhir kedalaman penyelidikan tanah didominasi oleh lempung berpasir dengan konsistensi tanah cukup keras (N-SPT - 30 bpf).

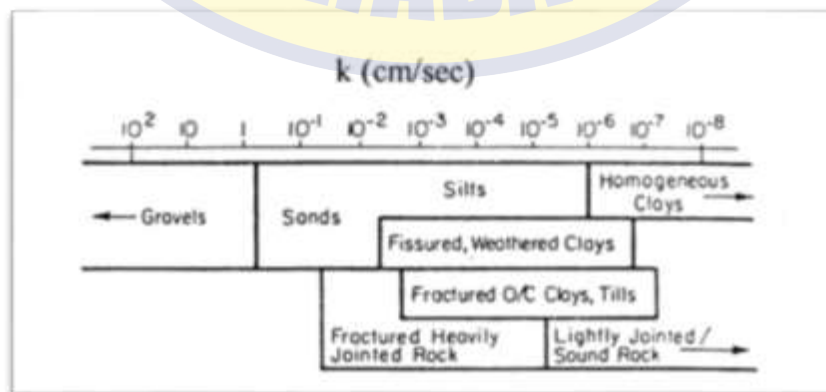
Berikutnya, hasil penyelidikan tanah dilapangan yang telah dilaksanakan memberikan hasil yang cukup bersesuaian dengan informasi geologi lokasi setempat (lihat Gambar 4.5), dimana kondisi geologi pada daerah rencana lokasi proyek terbentuk akibat proses sedimentasi pada masa Qwarter tersusun oleh Alluvium (Qa) berupa tanah liat lunak dan tebal dipermukaan dilanjutkan oleh perselang-selingan antara pasir dan tanah Liat.



Gambar 4.13 Lokasi proyek dalam peta geologi Surabaya (Sapulu,1992)

4.1.4 Muka Air Tanah (M.A.T).

Pengamatan dilakukan pada lubang pemboran sesaat setelah pemboran berakhir, mendeteksi keberadaan muka air bawah tanah didekat permukaan, sekitar kedalaman $\pm 1.0 - 3.5$ m, dicantumkan didalam boring log. Perlu diperhatikan, bahwa muka air bawah tanah yang tercatat tersebut kemungkinan masih bercampur dengan sisa bilas air pemboran yang terjebak dalam lubang bor. mengingat lapisan tanah permukaan lebih didominasi oleh lempung yang pada umumnya memiliki koefisien permeabilitas cukup rendah, seperti terlihat pada gambar grafik yang disampaikan oleh *Milligan (1975)*.

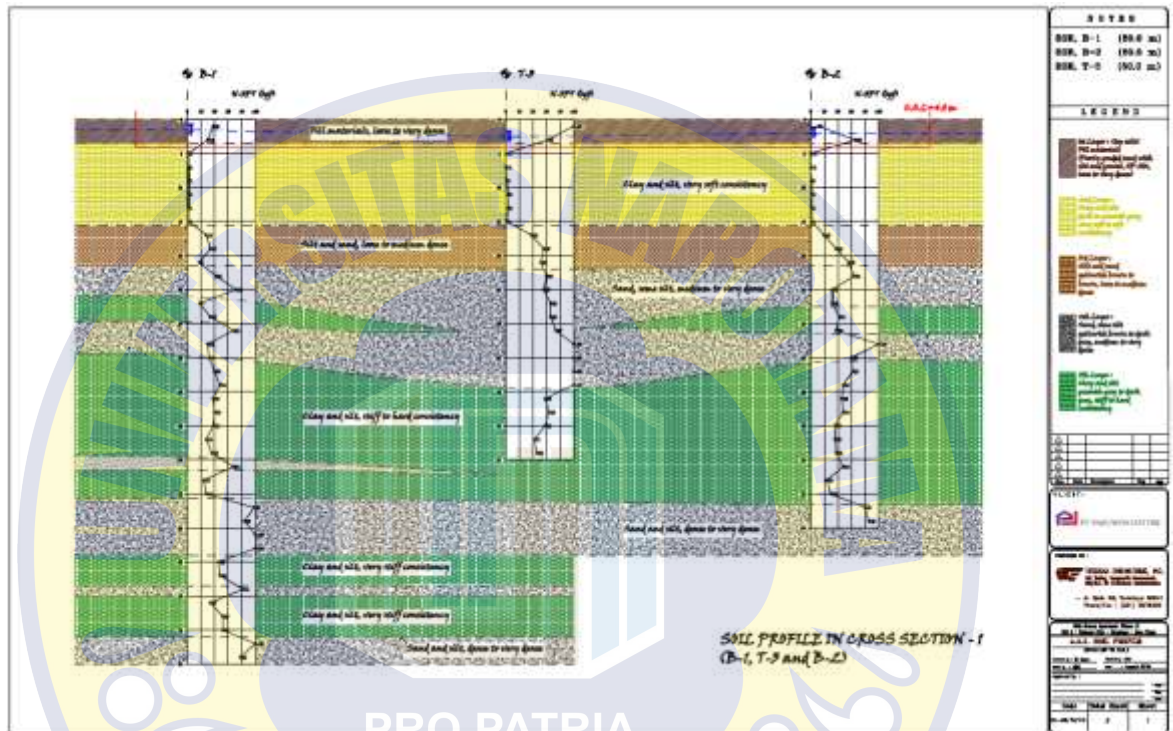


Gambar 4.14 Koefisien permeabilitas untuk tanah dan batuan (Milligan,1975).
Sumber: Hasil Analisis.

4.1.5 Irisan Tanah.

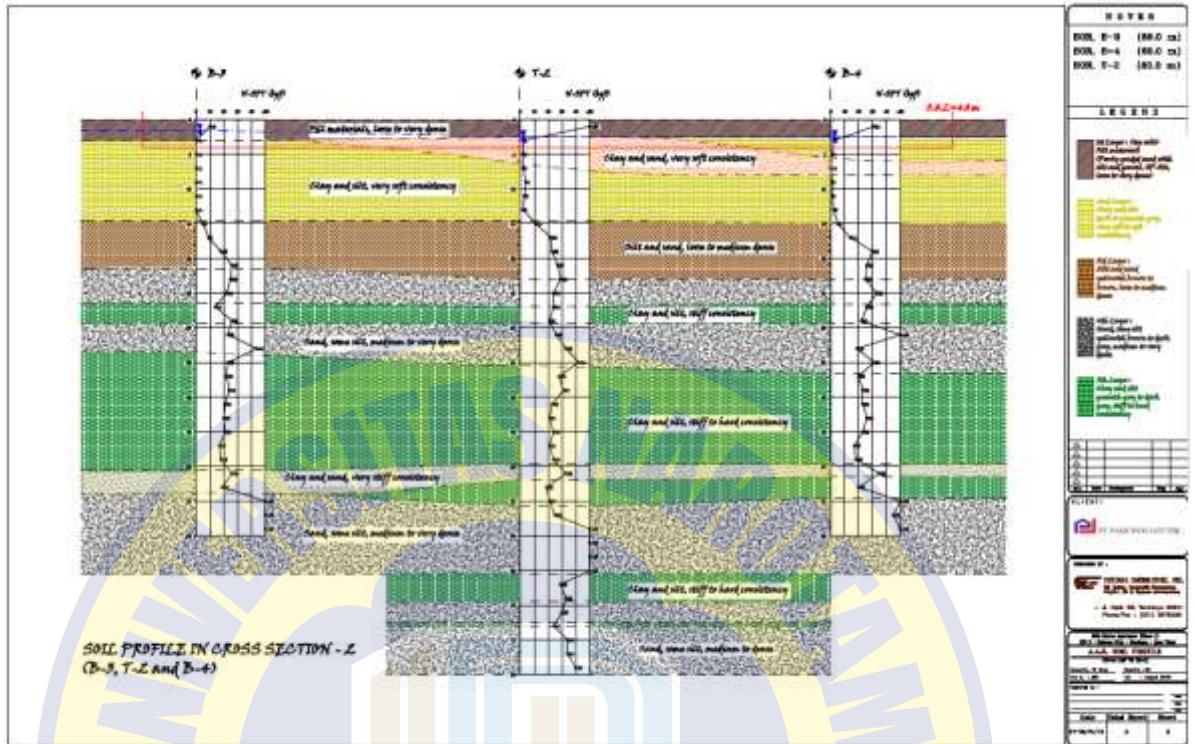
Untuk mempermudah mempelajari kondisi lapisan tanah bawah setempat, didalam laporan ini dikaji perkiraan potongan tanah yang didasarkan oleh hasil-hasil penyelidikan tanah (pemboran dan uji penetrasi standard), Dengan keterangan dibawah ini.

1. Irisan tanah 1 (meliputi data penyelidikan tanah B-1, T-3 dan B-2),



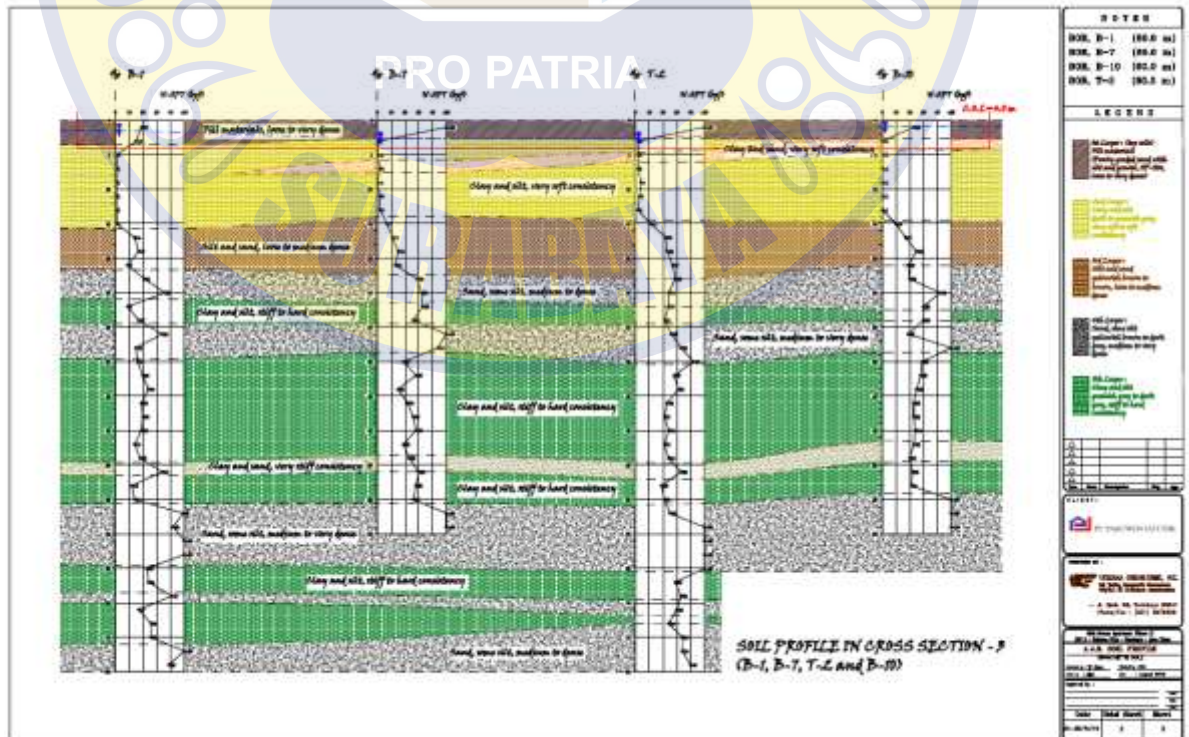
Sumber: Hasil Analisis.

2. Irisan tanah 2 (meliputi data penyelidikan tanah B-3, T-2, dan B-4),



Sumber: Hasil Analisis.

3. Irisan tanah 3 (meliputi data penyelidikan tanah B-1, B-7, T-2 dan B-10).



Sumber: Hasil Analisis.

4.2 Pengujian Laboratorium.

Telah dilakukan serangkaian pengujian laboratorium terhadap beberapa contoh tanah tak terganggu (*undisturbed samples*) dengan rincian dari pengujian berikut ini.

Tabel 4.3 Rincian pengujian tanah di laboratorium (Testana Engineering,2016)

No	Jenis pengujian	Jumlah item	Acuan pengujian
1	Kadar air	30 nos	ASTM D-2216
2	Berat isi	30 nos	ASTM D-2937
3	Berat jenis	30 nos	ASTM D-854
4	Batas Atterberg (plastis dan cair)	30 nos	ASTM D-4318
5	Analisa ayakan	30 nos	ASTM D-421
6	Hidrometer	30 nos	ASTM D-422
7	Kuat geser dalam kondisi tegangan total: 1. Vane shear Test 2. Direct Shear Test 3. UU Triaxial Test	4 nos 7 nos 19 nos	ASTM D-2573 ASTM D-3080 ASTM D-2850
8	Konsolidasi	13 nos (8kg/cm ²) 6 nos (16kg/cm ²) 11 nos (32kg/cm ²)	ASTM D-2435

Sumber: Hasil Analisis.

Variasi kedalaman pengambilan contoh tanah tak terganggu ditujukan agar secara umum dapat terungkap sifat fisis dan mekanis tanah, yang kemudian hasilnya diberikan dalam lampiran

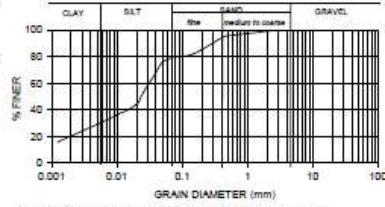
1. Lampiran A.1. Grainsize Distribution,

GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Apartment.
Location : ECC Mansion, Pakuwon City - Surabaya.

Boringdepth : T-2/ 6.00-6.50 m
Date : Juni 2016

Sieve Analysis					Hydrometer									
Sieve opening No	mean (mm)	weight retained	% retained	Cumulative % finer	Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. reading (R)	Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	LA	K	D, mm
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.25	51	48.8	7.8	52	79.02	31.200	0.01248	0.070	
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.5	49	48.8	8.1	50	75.78	18.200	0.01248	0.050	
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	1	43	40.8	9.1	44	68.06	9.100	0.01248	0.038	
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	2	37	34.8	10.1	38	58.35	5.050	0.01248	0.028	
4	4.750	0.00	0.00	0.00	3	33	30.8	10.7	34	49.87	3.567	0.01248	0.024	
8	2.360	1.65	0.55	0.55	4	30	27.8	11.2	31	45.01	2.800	0.01248	0.021	
16	1.180	5.24	1.75	2.30	8	27	24.8	11.7	28	40.16	1.483	0.01248	0.015	
30	0.600	4.02	1.64	3.94	16	25	22.8	12	26	36.02	0.750	0.01248	0.011	
40	0.425	4.98	1.49	5.43	30	23	20.8	12.4	24	33.98	0.413	0.01248	0.008	
100	0.150	37.54	12.51	17.94	60	21	18.8	12.7	22	30.44	0.212	0.01248	0.006	
200	0.075	8.64	2.21	20.16	120	19	16.8	13	20	27.20	0.108	0.01248	0.004	
TOTAL		60.47	20.16	-	24 hrs	12	9.8	14.2	13	15.87	0.010	0.01248	0.001	

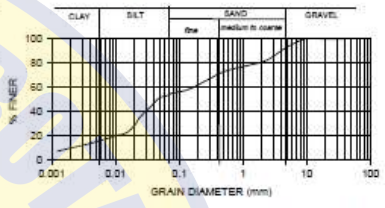


GRAIN SIZE DISTRIBUTION

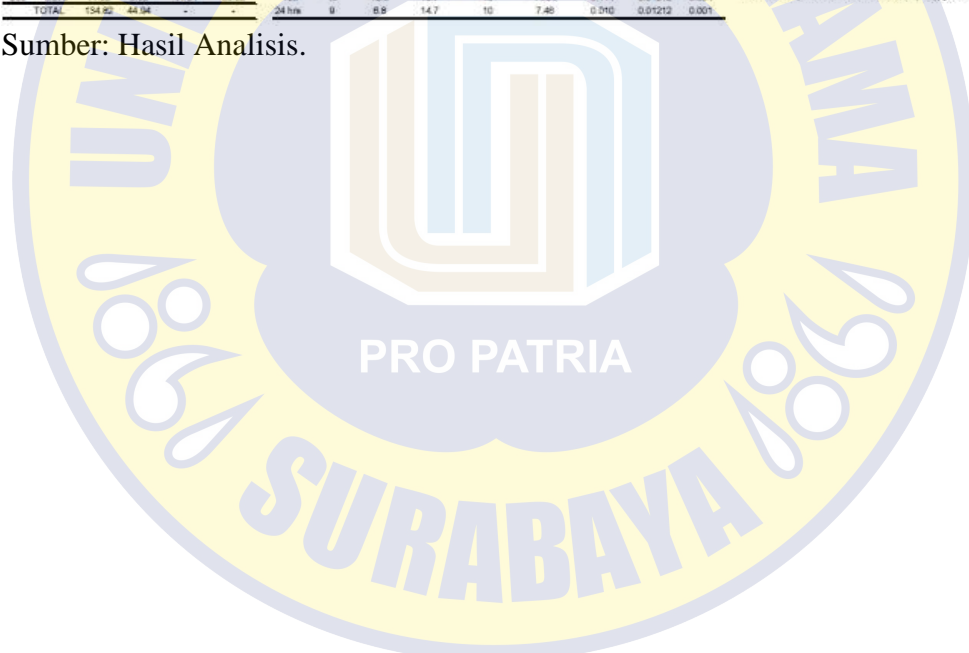
Project : Apartment.
Location : ECC Mansion, Pakuwon City - Surabaya.

Boringdepth : T-2/ 18.00-18.50 m
Date : Juni 2016

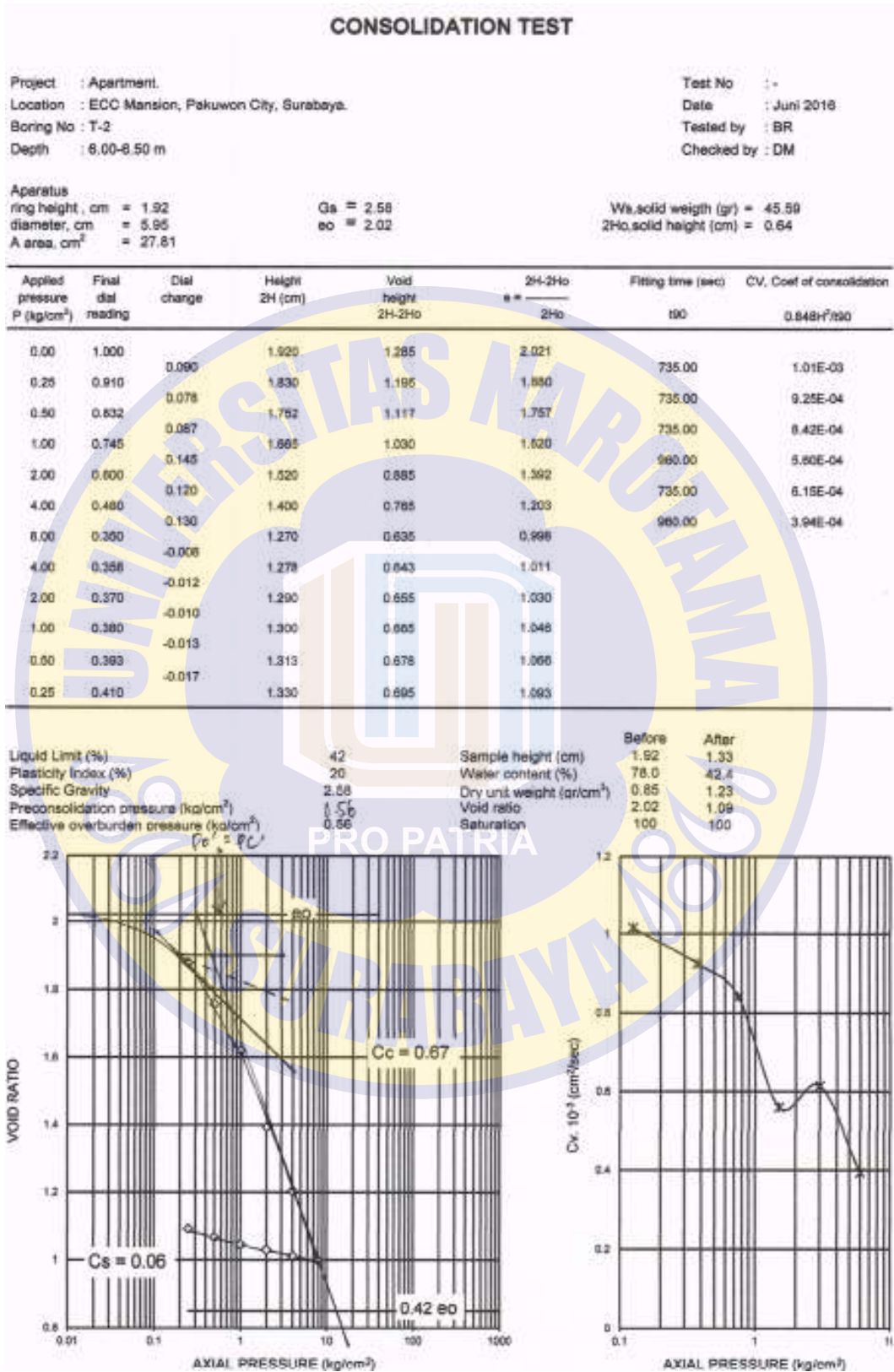
Sieve Analysis					Hydrometer									
Sieve opening No	mean (mm)	weight retained	% retained	Cumulative % finer	Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. reading (R)	Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	LA	K	D, mm
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.25	51	48.8	7.8	52	93.52	31.200	0.01212	0.068	
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.5	49	46.8	8.1	50	51.33	16.200	0.01212	0.049	
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	1	43	40.8	9.1	44	44.75	9.100	0.01212	0.037	
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	2	37	34.8	10.1	38	38.17	5.050	0.01212	0.027	
4	4.750	21.94	7.31	7.31	3	33	30.8	10.7	34	33.78	3.567	0.01212	0.023	
8	2.360	30.87	10.29	17.40	4	29	26.8	11.4	30	29.39	2.450	0.01212	0.020	
16	1.180	13.14	4.38	21.98	8	23	20.8	12.4	24	22.81	1.550	0.01212	0.015	
30	0.600	11.04	3.68	25.88	16	21	18.8	12.7	22	20.62	0.794	0.01212	0.011	
40	0.425	8.86	2.85	28.62	30	19	16.8	13	20	18.43	0.433	0.01212	0.008	
100	0.150	37.17	12.39	41.01	60	17	14.8	13.3	18	16.23	0.222	0.01212	0.006	
200	0.075	11.80	3.93	44.94	120	15	12.8	13.7	16	14.04	0.114	0.01212	0.004	
TOTAL		134.82	44.94	-	24 hrs	9	6.9	14.7	10	7.48	0.010	0.01212	0.001	



Sumber: Hasil Analisis.

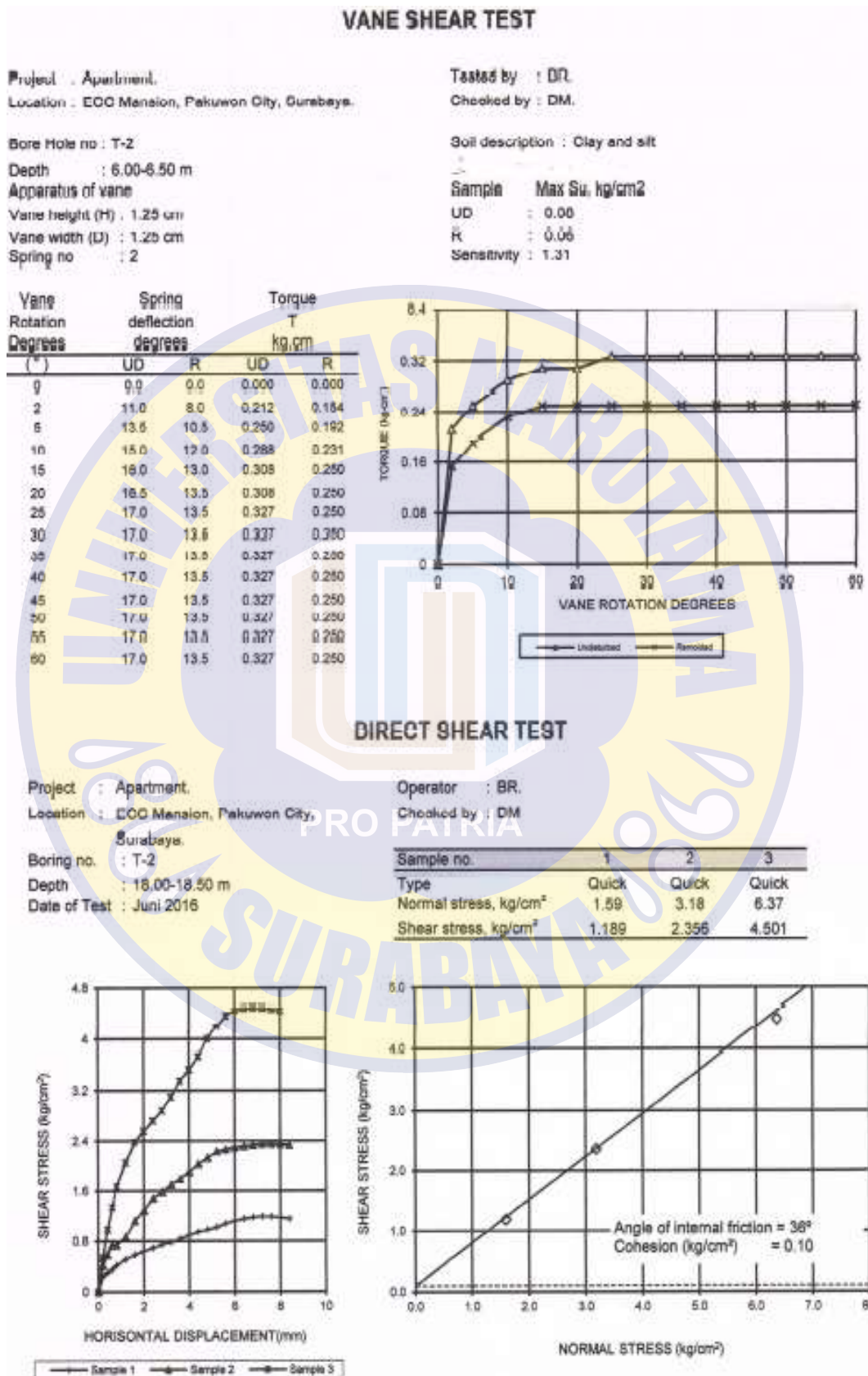


2. Lampiran A.2. Consolidation Test,



Sumber: Hasil Analisis.

3. Lampiran A.3 Strength Test,

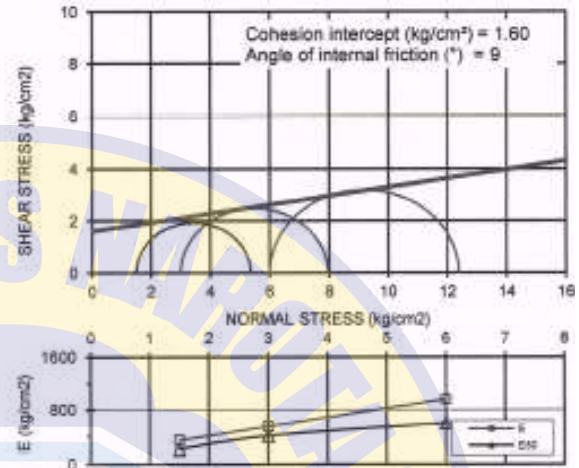
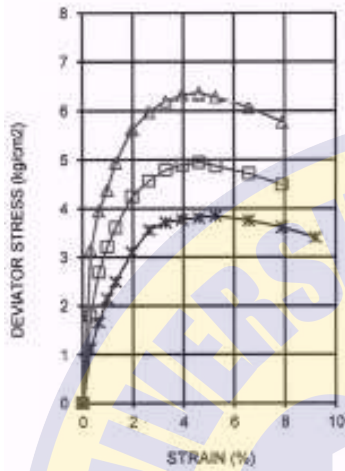


TRIAXIAL COMPRESSION TEST

Project : Apartment
 Location : ECC Mansion, Pakuwon City,
 Surabaya.

Date of Testing : Juni 2016
 Boring no. : T-2
 Sample depth : 36.00-36.50 m

Sample no.	1	2	3
Type	UU	UU	UU
Lateral stress (kg/cm ²)	1.50	3.00	6.00
Deviator stress (kg/cm ²)	3.85	4.95	6.37
Strain at failure, %	5.26	4.61	4.61
Modulus of elasticity (kg/cm ²)	341.98	547.17	957.55
Modulus secant (kg/cm ²)	217.42	409.02	599.90

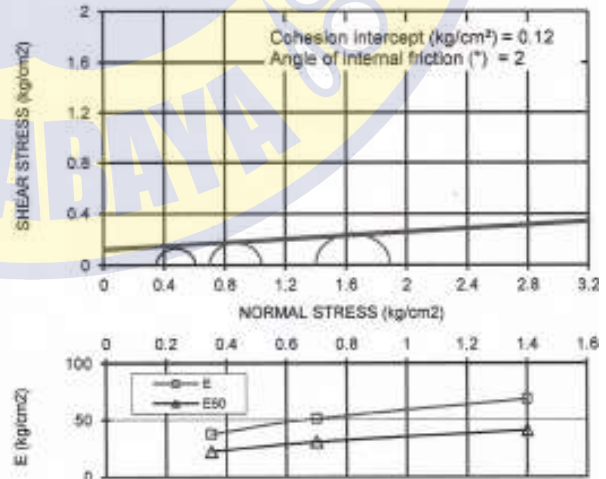
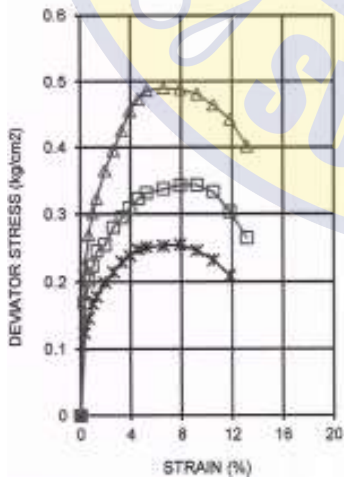


TRIAXIAL COMPRESSION TEST

Project : Apartment
 Location : ECC Mansion, Pakuwon City,
 Surabaya.

Date of Testing : Juni 2016
 Boring no. : T-3
 Sample depth : 8.00-8.50 m

Sample no.	1	2	3
Type	UU	UU	UU
Lateral stress (kg/cm ²)	0.35	0.70	1.40
Deviator stress (kg/cm ²)	0.25	0.34	0.49
Strain at failure, %	7.89	9.21	6.58
Modulus of elasticity (kg/cm ²)	37.62	51.30	68.40
Modulus secant (kg/cm ²)	22.16	30.66	40.90



Sumber: Hasil Analisis .

4. Lampiran A.4. Isotropic Compression Parameter.

ISOTROPIC COMPRESSION PARAMETER

Project : Apartment.
 Location : ECC Mansion, Pakuwon City, Surabaya.
 Boring No : B-12
 Depth : 14.00-14.50 m

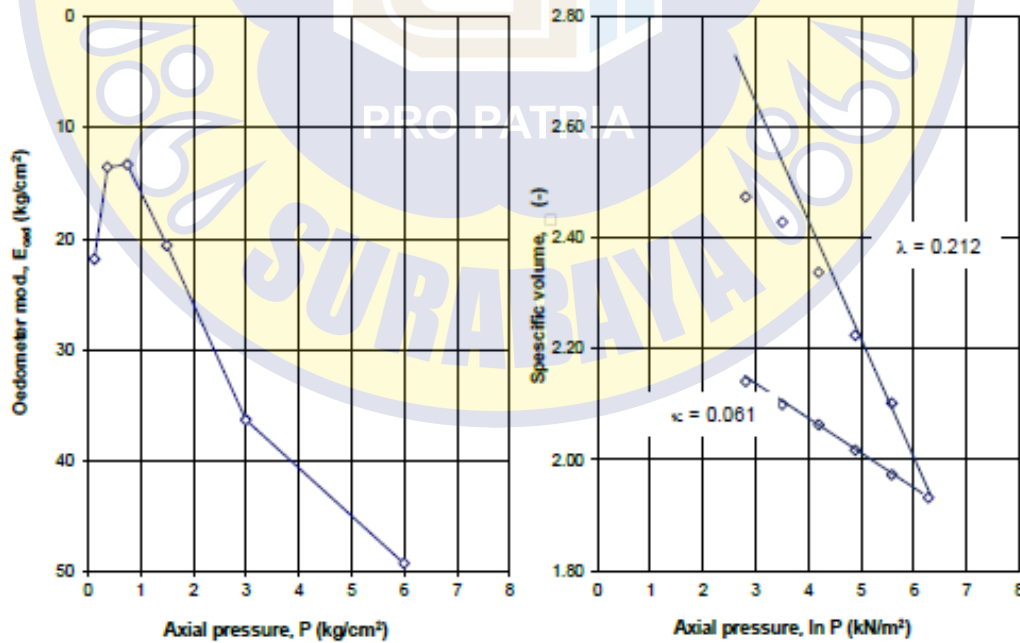
Test No : -
 Date : Sept 2016
 Tested by : BR
 Checked by : DM

Aparatus
 ring height, cm = 1.92
 diameter, cm = 5.95
 A area, cm² = 27.61

G_s = 2.60
 e_o = 1.50

W_s, solid weight (gr) = 55.43
 2H_o, solid height (cm) = 0.77
 Effective overburden pressure (kg/cm²) = 0.98

Applied pressure P (kg/cm ²)	Final dial reading	Dial change	Height 2H (cm)	Void height 2H+2H _o	$e = \frac{2H+2H_o}{2H_o}$	Δe	$\Delta \epsilon = \frac{\Delta h}{h}$	K (cm/s)	E _{oed} (kg/cm ²)	ln P (kN/m ²)	v (-)
0.00	1.000		1.920	1.153	1.504						
0.25	0.978	0.022	1.898	1.131	1.476	0.029	0.011	1.20E-06	21.82	2.813	2.476
0.50	0.943	0.035	1.863	1.096	1.430	0.046	0.018	9.22E-07	13.56	3.507	2.430
1.00	0.873	0.070	1.793	1.026	1.339	0.091	0.038	1.10E-06	13.31	4.200	2.339
2.00	0.786	0.087	1.706	0.939	1.225	0.113	0.049	5.25E-07	20.61	4.893	2.225
4.00	0.692	0.094	1.612	0.845	1.103	0.123	0.055	1.71E-07	36.30	5.586	2.103
8.00	0.561	0.131	1.481	0.714	0.932	0.171	0.081	1.40E-08	49.22	6.279	1.932
4.00	0.593	-0.032	1.513	0.746	0.973					5.586	1.973
2.00	0.627	-0.034	1.547	0.780	1.018					4.893	2.018
1.00	0.662	-0.035	1.582	0.815	1.063					4.200	2.063
0.50	0.690	-0.028	1.610	0.843	1.100					3.507	2.100
0.25	0.722	-0.032	1.642	0.875	1.142					2.813	2.142



Sumber: Hasil Analisis.

Sementara itu untuk hasil-hasil pengujian di laboratorium kemudian ditabulasikan lebih lanjut pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4 Hasil pengujian di laboratorium (Testana Engineering,2016)

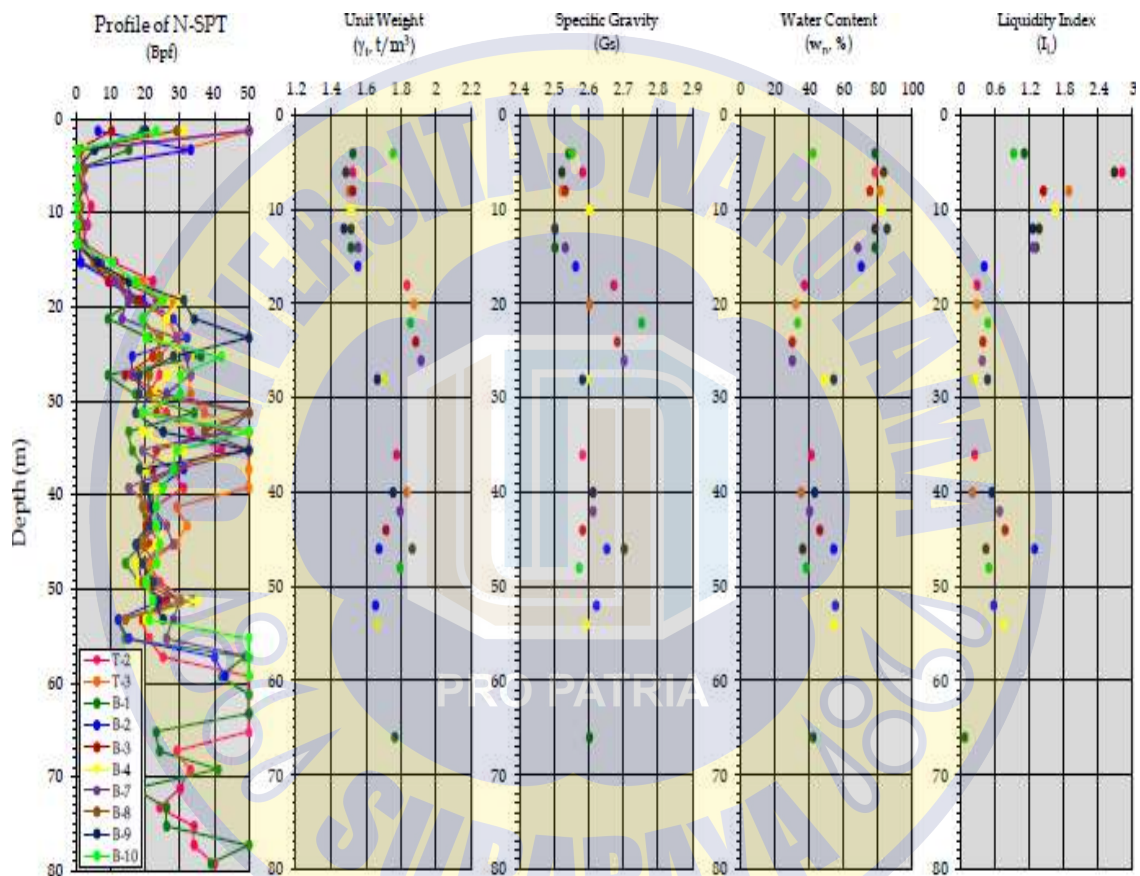
Summary of Laboratory Test Results

Borehole ID	Depth	Soil Type	UBCS Classification	Index Properties										Engineering Properties															
				W	U _c	U _l	U _s	U _h	U _o	U ₁₀	U ₂₀	U ₃₀	U ₄₀	U ₅₀	U ₆₀	U ₇₀	U ₈₀	U ₉₀	U ₁₀₀	U ₁₁₀	U ₁₂₀	U ₁₃₀	U ₁₄₀	U ₁₅₀	U ₁₆₀	U ₁₇₀	U ₁₈₀	U ₁₉₀	U ₂₀₀
				Unit weight	Specific Gravity	Void Ratio	Moisture	Liquid Limit	Water Content	Plastic Limit	Liquidity Index	Type of Strength Test	cohesion (kN/m ²)	friction angle (kN/m ²)	undrained Mohr	secant Mohr	octoedre Mohr	compression Index	swelling Index	Preconsolidation Pressure	Over Consolidation Ratio	Modified compression index	Modified swelling index						
T-2	6.0 - 6.5	Clay and sil. dark grey	CL	1.52	2.58	2.52	99	42	76	22	2.80	None	0.08	-	-	-	-	8	0.67	0.06	0.26	1.00	0.296	0.027					
	18.0 - 18.5	Silt and fine sand, yellowish brown	ML	1.83	2.67	1.98	100	49	37	34	0.25	QT	0.10	36	-	-	-	36	0.28	0.03	1.00	1.28	0.089	0.011					
	36.0 - 36.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.72	2.58	1.06	100	71	41	30	0.23	QT	1.40	6	347	400	52	0.52	0.20	1.30	0.51	0.138	0.021						
T-3	8.0 - 8.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.91	2.52	2.04	100	54	40	23	1.87	QT	0.12	2	50	-	30	8	0.75	0.06	0.90	1.28	0.216	0.041					
	20.0 - 20.5	Silt and sand, brown	ML	1.87	2.80	0.64	100	43	32	22	0.22	QT	0.01	37	-	-	30	0.43	0.04	1.00	1.46	0.126	0.040						
	40.0 - 40.5	Clay and sil. yellowish brown	CH	1.83	2.61	0.93	100	60	31	19	0.19	QT	1.52	1.70	4	490	400	36	0.31	0.10	4.00	1.19	0.193	0.049					
B-1	4.0 - 4.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.52	2.54	1.97	100	74	76	33	1.10	QT	0.12	8	45	39	12	0.88	0.13	1.00	1.06	0.349	0.037						
	14.0 - 14.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.51	2.20	1.05	100	66	78	26	1.30	QT	0.12	4	60	86	13	0.88	0.22	1.30	1.49	0.323	0.039						
	86.0 - 86.5	Clay and sil. greenish grey	CH	1.78	2.60	1.30	100	100	42	26	0.06	QT	1.40	2	230	170	60	0.42	0.14	6.00	1.24	0.167	0.062						
B-2	10.0 - 10.5	Clay and sil. greenish grey	CH	1.55	2.26	1.83	100	114	70	41	0.42	QT	0.23	4	100	70	36	0.63	0.10	1.20	1.02	0.221	0.034						
	40.0 - 40.5	Clay and sil. yellowish brown	CL	1.67	2.69	1.44	100	44	54	26	1.27	QT	1.15	4	420	220	34	0.36	0.10	0.05	0.28	0.290	0.045						
	52.0 - 52.5	Clay and sil. greenish grey	CH	1.65	2.62	1.46	100	72	33	23	0.26	QT	1.08	2	440	200	66	0.24	0.10	4.00	1.13	0.222	0.062						
B-3	8.0 - 8.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.52	2.52	1.91	100	60	73	23	1.43	QT	0.11	5	45	27	8	0.72	0.11	0.40	0.70	0.331	0.032						
	24.0 - 24.5	Sand, coarse sil. yellowish brown	SM	1.86	2.66	0.85	94	31	30	27	0.28	QT	0.25	31	-	-	70	0.22	0.00	2.30	1.27	0.080	0.011						
	44.0 - 44.5	Clay and sil. yellowish brown	CH	1.72	2.59	1.20	100	52	46	27	0.76	QT	0.51	1.30	9	230	170	32	0.43	0.11	1.30	0.44	0.170	0.030					
B-4	10.0 - 10.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.51	2.60	2.12	100	61	62	26	1.44	None	0.08	-	-	-	8	0.71	0.13	0.60	0.79	0.210	0.025						
	28.0 - 28.5	Clay and sil. yellowish brown	CH	1.79	2.59	1.27	100	63	49	36	0.23	QT	0.51	1.35	12	330	200	21	0.60	0.13	1.10	1.04	0.260	0.067					
	54.0 - 54.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.66	2.58	1.49	100	61	54	27	0.72	QT	0.51	1.20	8	254	260	43	0.40	0.07	2.60	0.76	0.173	0.025					
B-7	14.0 - 14.5	Clay and sil. greenish grey	CH	1.51	2.53	1.74	100	60	68	28	1.23	QT	0.42	2	140	80	9	0.62	0.11	0.60	0.76	0.211	0.012						
	36.0 - 36.5	Sand and sil. brown	SM	1.91	2.70	0.84	97	27	20	26	0.26	QT	0.40	38	-	-	30	0.24	0.06	2.30	1.18	0.169	0.024						
	42.0 - 42.5	Silt and clay, yellowish brown	ML	1.79	2.61	1.04	100	46	40	26	0.67	QT	1.50	5	450	200	36	0.25	0.07	1.90	1.15	0.152	0.013						
B-8	6.0 - 6.5	Clay and sil. dark grey	CL	1.46	2.52	2.22	100	44	43	27	2.83	None	0.08	-	-	-	9	0.69	0.06	0.60	1.20	0.247	0.036						
	12.0 - 12.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.51	2.50	1.85	100	66	76	32	1.23	QT	0.30	4	60	40	9	0.76	0.13	0.40	0.90	0.368	0.068						
	46.0 - 46.5	Silt and fine sand, yellowish brown	ML	1.86	2.70	0.97	100	43	36	20	0.43	QT	0.25	31	-	-	30	0.24	0.00	3.70	1.00	0.148	0.014						
B-9	12.0 - 12.5	Clay and sil. dark grey	CH	1.47	2.50	2.15	100	73	69	34	1.24	None	0.08	-	-	-	11	0.66	0.09	0.91	1.00	0.256	0.041						
	28.0 - 28.5	Clay and sil. yellowish brown	CH	1.66	2.56	1.29	100	79	54	33	0.46	QT	1.18	5	240	130	130	0.26	0.09	2.00	1.07	0.113	0.025						
	40.0 - 40.5	Clay and sil. yellowish brown	CH	1.75	2.61	1.13	100	67	43	27	0.53	QT	1.40	6	360	200	37	0.40	0.11	1.80	1.05	0.164	0.048						
B-10	4.0 - 4.5	Clay and sand, dark grey	CL	1.75	2.55	1.87	100	44	42	31	0.91	QT	0.16	31	-	-	11	0.30	0.04	0.70	1.75	0.121	0.016						
	22.0 - 22.5	Sand and sil. brown	SM	1.85	2.75	0.88	95	40	33	27	0.66	QT	0.25	35	-	-	45	0.26	0.00	1.30	0.76	0.168	0.015						
	40.0 - 40.5	Clay and fine sand, yellowish brown	CH	1.79	2.57	0.88	101	31	38	26	0.48	QT	1.10	8	200	100	60	0.40	0.09	4.00	1.11	0.126	0.040						

Sumber: Hasil Analisis.

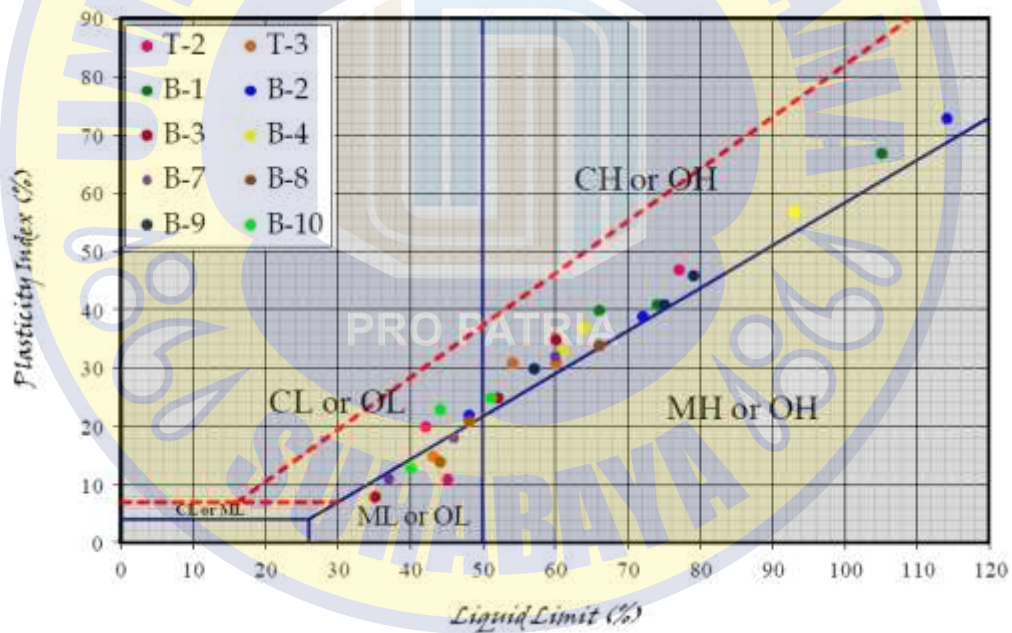
4.2.1 Indeks Properties.

Hasil pengujian indeks properties memberikan keserasian dengan informasi dilapangan, dimana secara umum profil dari berat isi, berat jenis, kadar air juga memberikan trend line yang mendekati dengan stratifikasi pelapisan yang telah disampaikan sebelum. Profil indeks properties untuk berat isi, berat jenis, kadar air maupun indeks kecairan yang digrafikkan terhadap kedalaman (m) disajikan lebih lanjut pada Gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Profile indeks properties terhadap kedalaman (m)
Sumber: Hasil Analisis (2016)

Berdasarkan hasil-hasil pengujian tanah dilaboratorium, plotting kadar air tanah terhadap kedalaman menunjukkan, lapisan tanah pada permukaan yang tersusun oleh urugan memiliki berat isi tanah sekitar 1.75 t/m³, sedangkan untuk lapisan lempung lembek memiliki berat isi tanah sekitar 1.5 t/m³ dengan nilai kadar air sekitar 80%. Sementara itu untuk lapisan tanah yang tersusun oleh lanau berpasir selanjutnya memiliki kepadatan tanah yang lebih tinggi, mulai dari 1.85-1.90 t/m³, dengan kadar air tanah lebih rendah, sekitar 30%. Untuk lempung berkonsistensi amat teguh yang dijumpai dikedalaman 35-55 m memiliki berat isi tanah sekitar 1.80 t/m³. Batas Atterberg yang diteliti mencakup batas plastis (PL) dan batas cair (LL), memberikan hasil untuk batas plastis antara 21-41%, sedangkan untuk percobaan batas cair memberikan hasil mulai dari 35-114%. Pada Gambar 4.7 menyajikan plotting dari contoh tanah tak terganggu (UDS) dalam diagram Plastisitas A. Casagrande 1932.



Gambar 4.16 Contoh tanah UDS diplotkan kedalam diagram Plastisitas A. Sumber: Casagrande.

Berdasarkan diagram plastisitas tersebut contoh tanah terambil yang dilakukan pengujian pada laboratorium lebih didominasi lempung dengan plastisitas tinggi (CH), dilanjutkan kemudian oleh lanau berplastisitas rendah (ML). Berikutnya, suatu angka yang dapat dipakai sebagai petunjuk akan keadaan tanah ditempat aslinya adalah indeks kecairan (IL). Indeks kecairan yang bernilai < 0 ,

mengindikasikan bahwa tanah tersebut berada dalam keadaan brittle, sedangkan untuk nilai indeks kecairan diantara 0 hingga 1, maka tanah berada dalam kondisi plastis. Untuk indeks kecairan yang bernilai > 1 , kondisi tanah berada didalam kondisi cair. Indeks kecairan memiliki hubungan erat dengan derajat konsolidasi tanah (OCR), dimana untuk indeks kecairan > 1 dapat dikatakan tanahnya berperilaku sebagai tanah yang terkonsolidasi normal, sedangkan indeks kecairan < 1 , tanah memiliki perilaku sebagai tanah yang terkonsolidasi berlebih, sementara untuk indeks kecairan > 1 , umumnya tanahnya cukup sensitif. Indeks kecairan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

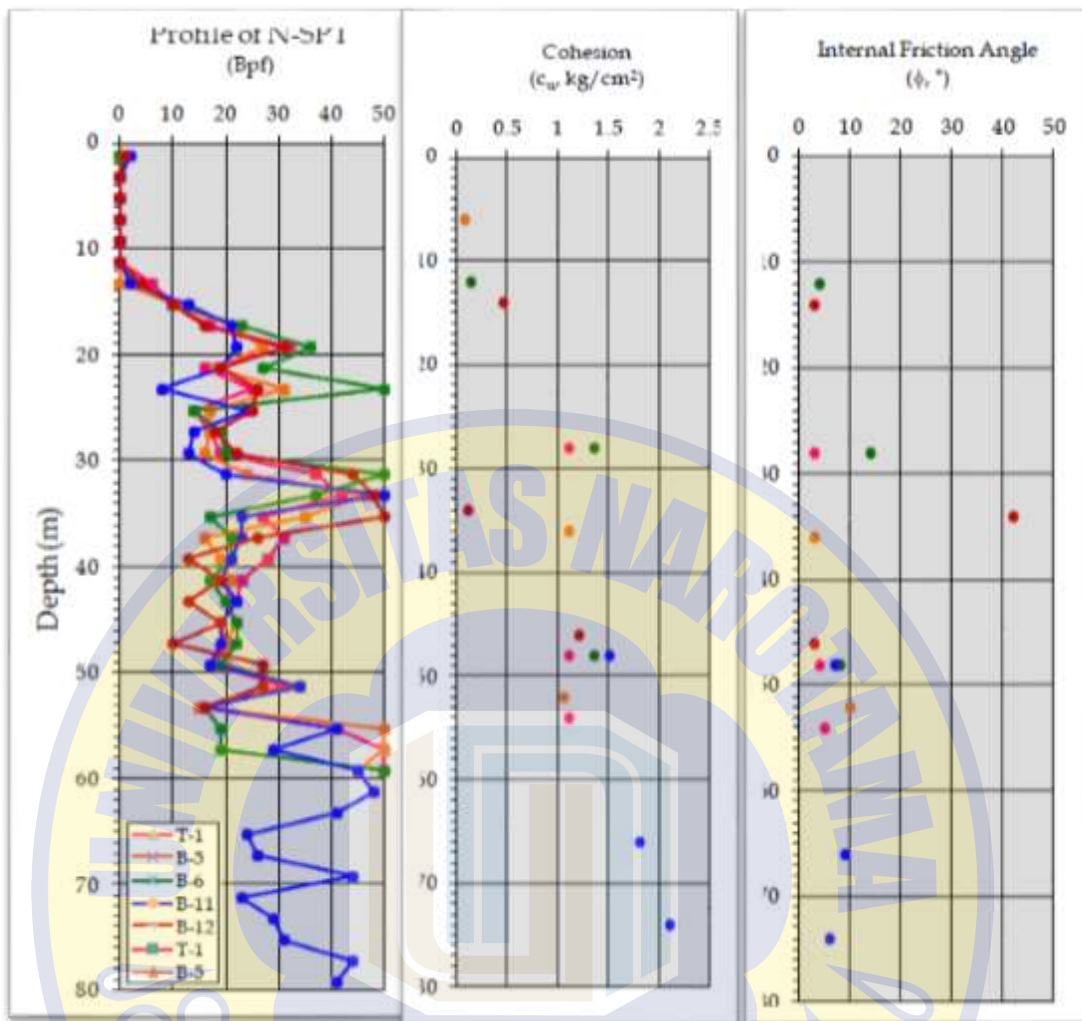
Selain itu indeks kecairan juga menunjukkan konsistensi tanah, dimana semakin lembek suatu tanah akan memiliki indeks kecairan yang cukup besar dan berlaku pula sebaliknya. Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium, lapisan lempung untuk kedalaman 35-55 m dapat dikategorikan sebagai lempung yang telah terkonsolidasi berlebih.

4.2.2 Engineering Properties.

Meliputi hasil pengujian kekuatan tanah dalam kondisi tak teralir (undrained) dan kompresibilitas tanah yang diwakili oleh uji konsolidasi 1 dimensi dengan pembebanan mulai dari 8 hingga mencapai 32 kg/cm² (d disesuaikan dengan kedalaman pengambilan contoh tanah tak terganggu).

4.2.3 Parameter Kuat Tanah

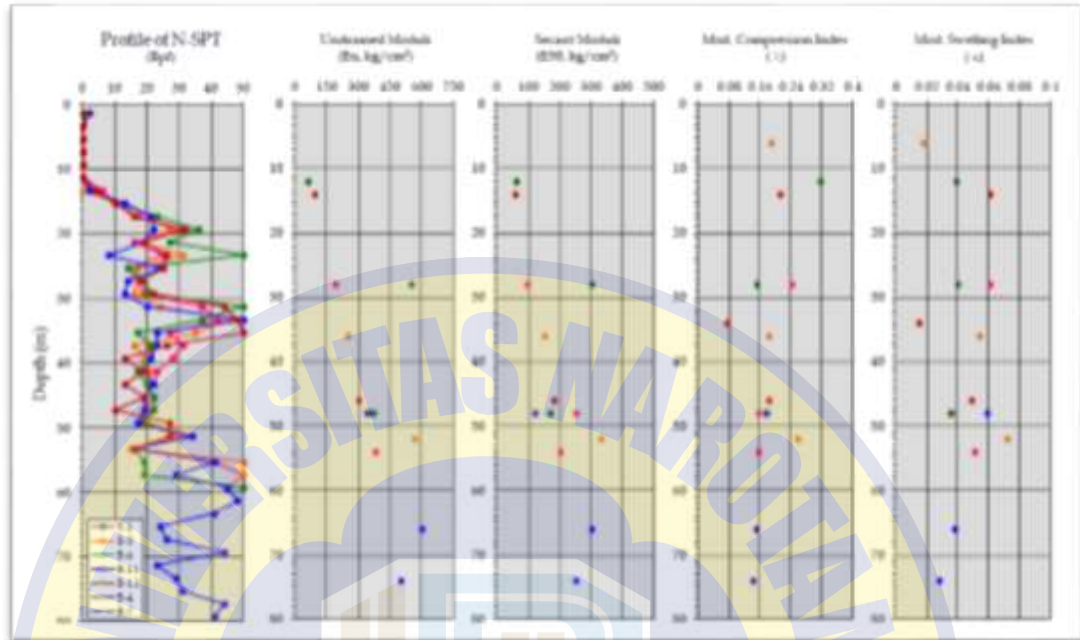
Kekuatan tanah lempung dapat dinyatakan oleh nilai kohesi yang diperoleh dari hasil pengujian geser baling (vane shear), dan triaxial unconsolidated undrained. Sementara itu, untuk tanah berbutir kasar, kekuatannya diungkapkan oleh sudut geser dalam yang diperoleh dari uji direct shear. Profil kuat geser tanah dalam kondisi tak terdrainase terhadap kedalaman hasil dari pengujian dilaboratorium diberikan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Profile kuat geser tanah terhadap kedalaman (m).
 Sumber: Hasil Analisis.

Pengujian konsolidasi dimaksudkan untuk mengungkapkan perilaku pemampatan tanah akibat pembebanan maupun waktu yang dibutuhkan untuk proses pemampatan tersebut. Berdasarkan pengujian ini diperoleh koefisien kemampatan tanah (indeks kompresi, c_c) yang menggambarkan sifat tanah terhadap kemampuan berubah volume pada saat menerima tegangan tambahan. Koefisien ini pada umumnya digunakan untuk memperkirakan penurunan konsolidasi. Hasil lainnya yang diperoleh dari pengujian ini adalah indeks pengembangan (c_s) yang juga digunakan untuk memperkirakan penurunan konsolidasi terutama jika kondisi tanah telah terkonsolidasi berlebih (OC). Berikutnya indeks pengembangan dapat digunakan pula untuk mengungkapkan hubungan antara modulus unloading-reloading (E_{ur}) dengan modulus pembebanan (E_u) yang digunakan didalam analisa

galian tanah. Lebih lanjut profil parameter pemampatan tanah terhadap kedalaman (m) disajikan pada gambar 4.18



Gambar 4.18 Profil parameter pemampatan tanah terhadap kedalaman (m)
Sumber: Hasil Analisis.

Tabel 4.5 Perhitungan daya dukung menggunakan data bor.

BOREHOLE T-2, Cut Off Level at 4 m depth below existing ground surface										Boredpile dia. 80 cm	
Pile Length m	N-SPT bpf	Soil Type	c_u t/m ²	q_p t/m ²	f_s t/m ²	Q_s (i) ton	Q_p ton	ΣQ_s ton	Q_{ult} ton	SF shaft =2.5; SF tip = 3	
										$Q_{all-tension}$, ton	$Q_{all-comp.}$, ton
1.25	2	CL	1.11	10.0	0.6	1.9	5.0	1.9	6.9	0.54	2.44
3.25	2	CH	1.43	19.3	0.8	3.9	9.7	5.9	15.6	1.64	5.58
5.25	4	CH	2.86	22.5	1.2	5.9	11.3	11.8	23.1	3.30	8.49
7.25	3	CH	2.14	16.1	1.4	6.9	8.1	18.7	26.8	5.24	10.17
9.25	2	CH	1.43	41.8	1.0	4.9	21.0	23.6	44.6	6.62	16.46
11.25	11	CH	7.86	106.1	2.6	12.8	53.3	36.5	89.8	10.21	32.36
13.25	22	ML	13.75	126.6	5.7	28.5	63.6	65.0	128.6	18.20	47.20
15.25	23	ML	14.38	140.6	7.7	38.9	70.7	103.9	174.6	29.08	65.11
17.25	27	ML	16.88	157.5	8.6	43.2	79.2	147.1	226.2	41.18	85.21
19.25	29	Sand	0.00	176.8	8.4	42.0	88.8	189.0	277.9	52.93	105.23
21.25	24	Sand	0.00	160.1	7.9	39.7	80.5	228.7	309.2	64.05	118.32
23.25	24	CH	17.14	144.6	9.4	47.4	72.7	276.1	348.8	77.32	134.69
25.25	21	CH	15.00	151.1	8.8	44.4	75.9	320.6	396.5	89.76	153.54
27.25	26	Sand	0.00	196.8	7.0	35.2	98.9	355.8	454.7	99.61	175.27
29.25	33	Sand	0.00	250.1	8.8	44.2	125.7	400.0	525.7	112.00	201.90
31.25	42	Sand	0.00	233.5	11.2	56.3	117.3	456.3	573.6	127.76	221.63
33.25	28	CH	20.00	189.6	13.8	69.1	95.3	525.4	620.7	147.11	241.93
35.25	31	CH	22.14	173.6	11.6	58.3	87.2	583.7	670.9	163.42	262.54
37.25	23	CH	16.43	141.4	10.6	53.3	71.1	637.0	708.1	178.35	278.48
39.25	21	CH	15.00	144.6	8.6	43.4	72.7	680.4	753.1	190.52	296.40
41.25	24	CH	17.14	144.6	8.8	44.4	72.7	724.8	797.6	202.96	314.17
43.25	21	CH	15.00	144.6	8.8	44.4	72.7	769.3	842.0	215.40	331.95
45.25	24	CH	17.14	183.2	8.8	44.4	92.1	813.7	905.8	227.84	356.18
47.25	33	CL	18.33	130.0	8.7	43.8	65.3	857.5	922.8	240.09	364.77
49.25	19	CH	13.57	128.6	10.2	51.3	64.6	908.8	973.4	254.47	385.07
51.25	21	CH	15.00	147.9	7.9	39.5	74.3	948.3	1022.6	265.53	404.10
53.25	25	Sand	0.00	250.1	6.9	34.4	125.7	982.7	1108.5	275.17	435.01
55.25	50	Sand	0.00	333.5	11.2	56.3	167.6	1039.0	1206.7	290.93	471.50
57.25	50	Sand	0.00	333.5	15.0	75.1	167.6	1114.2	1281.8	311.97	501.56
59.25	50	Sand	0.00	333.5	15.0	75.1	167.6	1189.3	1357.0	333.02	531.61
61.25	50	Sand	0.00	263.5	15.0	75.1	132.4	1264.5	1396.9	354.06	549.94
63.25	29	CH	20.71	199.3	15.5	78.0	100.2	1342.5	1442.7	375.90	570.39
65.25	33	CH	23.57	202.5	12.2	61.2	101.8	1403.7	1505.5	393.04	595.41
67.25	30	Sand	0.00	180.1	9.4	47.2	90.5	1451.0	1541.5	406.27	610.56
69.25	24	Sand	0.00	193.4	8.1	40.5	97.2	1491.4	1588.6	417.60	628.98
71.25	34	Sand	0.00	226.8	8.7	43.5	114.0	1534.9	1648.9	429.77	651.96
73.25	34	Sand	0.00	246.8	10.2	51.0	124.1	1585.9	1710.0	444.06	675.72
75.25	40	Sand	0.00	266.8	11.1	55.5	134.1	1641.5	1775.6	459.61	701.29

Sumber: Hasil Analisis.

4.2.4 Hasil-hasil Analisa.

Kepala tiang berada pada dasar galian sekitar 4 m diukur dari permukaan tanah saat dilakukan penyelidikan tanah (September 2016). Daya dukung axial dan lateral pondasi tiang diringkaskan dalam tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Perkiraan daya dukung tiang.

Pile type ID	El. Pile Head	El. Pile Tip	Qallowable		Free head condition				Fixed head condition				
			Uplift	Compression	1/4"		1/2"		1/4"		1/2"		
					Load	Moment	Load	Moment	Load	Moment	Load	Moment	
(m)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton.m)	(ton)	(ton.m)	(ton)	(ton.m)	(ton)	(ton.m)		
Pracetak	50x50cm	-4.0	-24.0	41.8	112.1	2.3	4.2	3.3	6.6	4.7	10.7	6.9	17.4
		-34.0	70.5	166.4									
	φ60cm	-4.0	-24.0	39.4	115.6	2.6	3.7	4.8	7.6	5.3	12.4	7.7	20.0
		-34.0	66.4	169.2									
	φ80cm	-4.0	-24.0	52.6	180.4	4.0	9.3	5.9	15.4	8.4	24.9	12.0	39.2
		-34.0	88.6	258.6									
Boredpile	φ80cm	-4.0	-34.0	90.6	164.2	4.0	9.3	5.9	15.4	8.4	24.9	12.0	39.2
		-55.0	211.9	334.9									
	φ100cm	-4.0	-34.0	113.2	216.1	5.7	16.0	8.4	26.3	11.8	41.6	17.5	69.1
		-55.0	264.8	428.7									
	φ120cm	-4.0	-34.0	136.9	272.4	7.7	25.1	11.2	40.6	16.0	65.7	24.2	111.0
		-55.0	317.8	526.5									

Sumber: Hasil Analisis.

Catatan :

1. Distribusi gesekan selimut (f_s) dan perlawanan ujung pondasi tiang (q_p).
2. Grafik hubungan antara beban lateral terhadap defleksi kepala tiang maupun bidang moment pada kepala pondasi tiang bor dengan kondisi kepala tiang bebas maupun kondisi kepala tiang terjepit termasuk pula profil bidang momen yang timbul di sepanjang kedalaman tiang saat terjadi pergerakan di kepala tiang sebesar $1/4''$ (gempa rencana) dan $1/2''$ (gempa kuat).

4.3 Pengujian Fondasi.

Sebagai ukuran mutu dan kualitas tiang fondasi harus menerapkan program penjaminan mutu/pengendalian mutu di seluruh operasi untuk memenuhi semua standar yang berlaku, terutama yang berkaitan dengan efisiensi dan keselamatan lokasi konstruksi.

4.3.1 Pembebanan Tekan.

Pemeriksaan terhadap kapasitas dukung pondasi tiang dapat diverifikasikan berdasarkan dari hasil pengujian pembebanan yang dapat dilakukan baik dengan pengujian pembebanan statik (SLT, *static load test*), ataupun pengujian pembebanan dinamik (DLT, *dynamic load test*) yang terakhir ini lebih dikenal dibandingkan dengan SLT karena lebih efisien dan lebih muda pelaksanaannya. Pengujian dapat dilakukan secara acak pada pengambilan sampling, ataupun dipilih pada tiang yang kurang bagus pelaksanaannya. Karena uji pembebanan dinamik ini lebih efisien dan cepat apabila dibandingkan dengan uji pembebanan statik maka pengujian dapat dilakukan pada lebih banyak tiang. Apabila data tiang yang didapat cukup banyak maka pemakaian angka keamanan yang rendah lebih memungkinkan sehingga fondasi akan lebih efisien dan ekonomis.

4.3.2 Pembebanan Lateral.

Untuk keperluan verifikasi kapasitas dukung lateral aktual tiang dapat dilakukan uji pembebanan lateral dengan besar beban kerja mencapai 200% dari beban rencana, dimana verifikasi kapasitas dukung lateral tiang pada umumnya dilakukan pada kondisi atas tiang yang tak terganggu (*free head*). Sedangkan untuk verifikasi kapasitas dukung lateral tiang dalam kondisi atas tiang terjepit (*fixed head*) dapat dilakukan berdasarkan pendekatan matematis setelah kapasitas dukung lateral dalam kondisi free head hasil uji pembebanan lapangan didapatkan. Bilamana pendekatan matematis tidak dilakukan, maka berdasarkan hasil uji pembebanan lateral tsb., kapasitas dukung lateral ijin dapat ditentukan dari nilai terkecil antara besarnya beban lateral pada saat defleksi di kepala tiang 10 mm atau setengah ($\frac{1}{2}$) dari beban lateral pada saat defleksi di kepala tiang 2.50 cm. Percobaan pembebanan arah horizontal (lateral) pada fondasi tiang sesuai dengan pedoman perencanaan struktur dan geoteknik bangunan DKI (2007) dilaksanakan pada kepala tiang yang direncanakan (cut-off-level, COL).

4.3.3 Keutuhan Badan.

Keutuhan badan tiang dapat dilakukan dengan melakukan uji *pile integrity test* (PIT) pada tiang pracetak, sedangkan untuk tiang dengan penampang besar

misalnya tiang bor dengan diameter lebih dari 80 cm, dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan *cross hole sonic logging* (CHSL).

4.4 Analisa Tiang Borpile Dengan Metode Instrumentasi Fiber Optik.

Monitoring regangan dengan menggunakan instrumentasi fiber optik dilakukan pada proyek East Coast Center 3 untuk kepentingan *preliminary test pile*. Pengujian dilakukan pada fondasi tiang bor (diameter 800 mm) dengan kedalaman tiang 49 meter. fondasi tiang tersebut diharapkan dapat diuji hingga beban ultimit 350 ton x 275%.

4.4.1 Tujuan

Pembacaan regangan (*strain*) dengan menggunakan instrumentasi fiber optik pada proyek East Coast Center 3 yang berlokasi di Surabaya Timur guna memberikan informasi mengenai besarnya kapasitas friksi dan kapasitas tahanan ujung fondasi tiang yang termobilisasi saat melakukan pengujian beban static kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan konsultan perencana agar analisa yang dilakukan dapat dilakukan secara menyeluruh, akurat dan ekonomis.

4.4.2 Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan meliputi pembacaan regangan (*strain*) saat melakukan uji pembebanan static dengan metode tiang reaksi pada fondasi tiang bor TP-02 dan melaporkan hasil uji dalam bentuk laporan teknis yang berisi informasi mengenai tahanan selimut yang termobilisasi, tahanan ujung yang termobilisasi, deformasi ujung tiang, serta informasi teknis lainnya yang berhubungan dengan keperluan optimalisasi panjang tiang.

4.4.3 Data Tiang Uji

Sebelum melakukan pengujian tiang, perlu di lengkapi data spesifikasi tiang uji, adalah sebagai berikut :

No. Tiang : TP-02

Piling date : 7 November 2019

Panjang Tiang : 49 meter

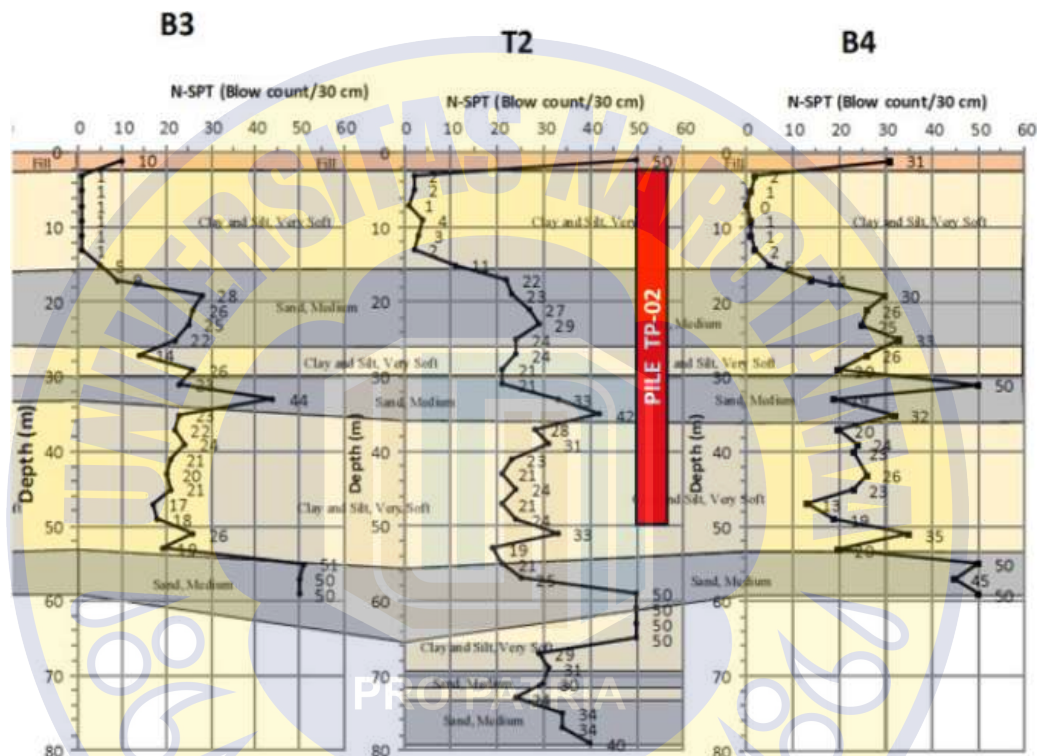
Elevasi Pile Top : -

Diameter Tiang : 800 mm

Elevasi C.O.L : -

Ultimate load : 350 ton x 275% Elevasi Pile Toe : -

Elevasi *cut off* level berjarak 4 meter dari elevasi tanah asli, sehingga diperlukan metode untuk menghilangkan friksi dari ground level hingga elevasi *cut off level*. Metode menghilangkan friksi tersebut menggunakan metode *soil loosening* yang diaplikasikan pada sekeliling pile TP-02. Berdasarkan data penyelidikan tanah, fondasi tiang bor TP-02 duduk pada lapisan tanah lempung dan lanau dengan nilai NSPT rata-rata 23. seperti yang ditampilkan pada gambar dibawah.



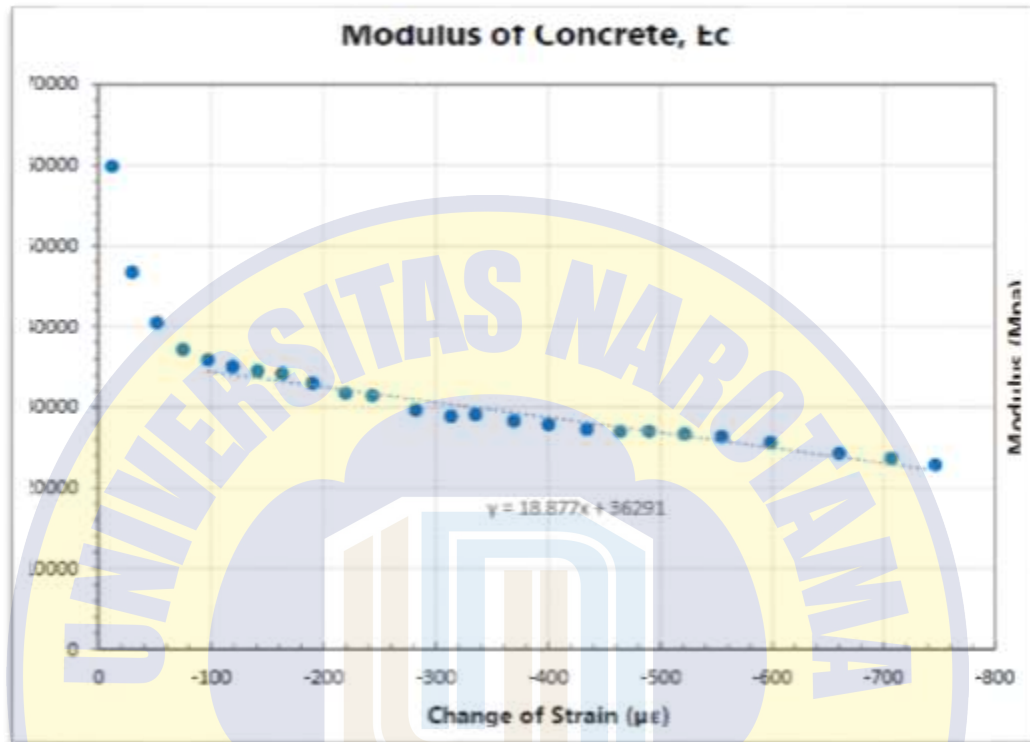
Gambar 4.19 Data Penyelidikan tanah yang terdekat dengan titik TP-02
Sumber: Hasil Analisis.

4.4.4 Analisis

Fondasi tiang bor menggunakan uji pembebanan statik dengan metode tiang reaksi. Uji pembebanan dengan metode tersebut memberikan beban pada kepala tiang sesuai dengan beban rencana. Tegangan yang diterima fondasi tiang akan disalurkan hingga ujung fondasi tiang untuk memobilisasi tahanan selimut atau friksi dan tahanan ujung tiang atau end bearing.

4.4.5 Modulus Tiang

Besarnya Modulus Tiang (E_c) akan dihitung dengan menggunakan data beban dan regangan pada area didekat dongkrak hidrolik. Hasil dari perhitungan ditampilkan pada gambar dibawah ini

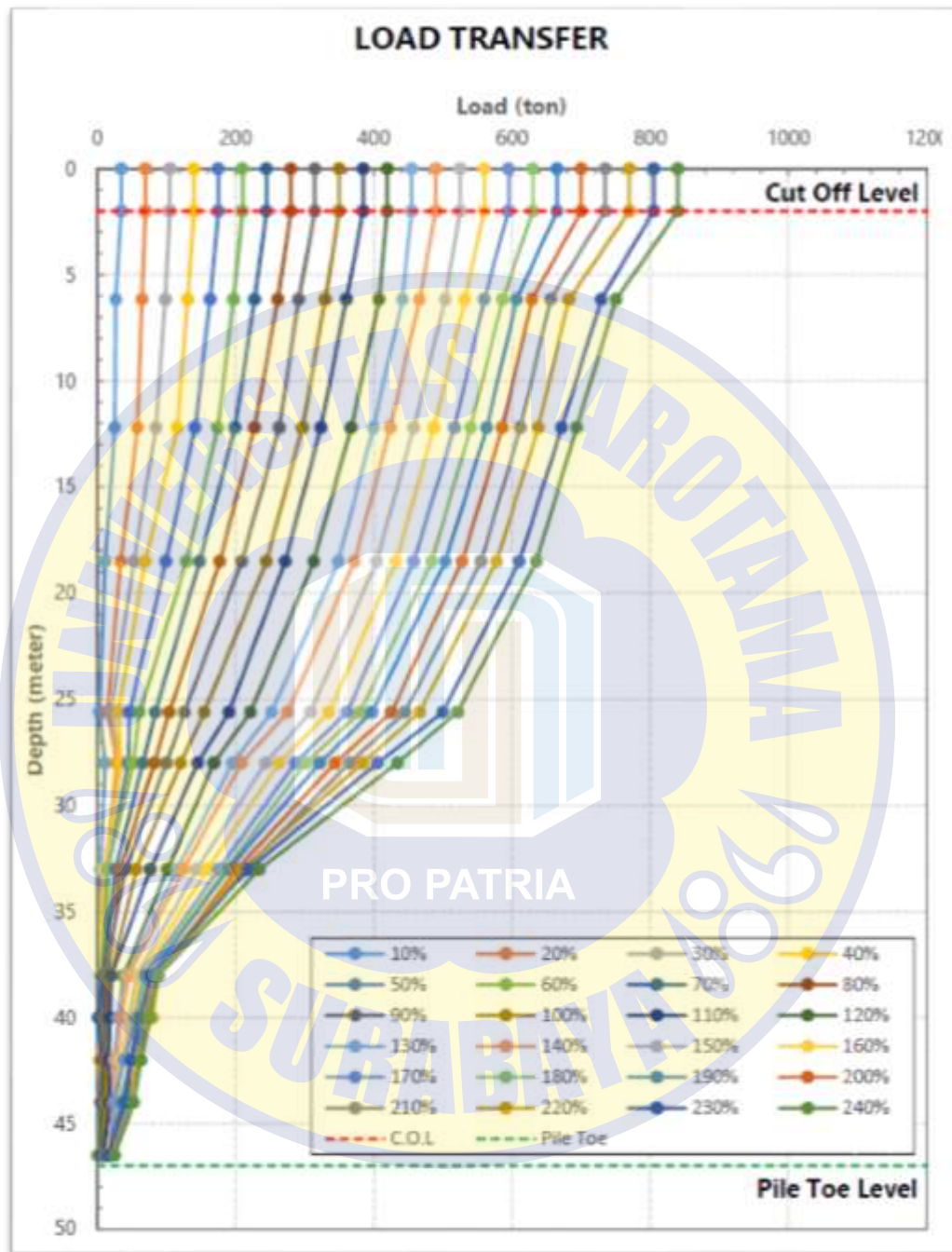


Gambar 4.20 Perhitungan kekakuan tiang TP-02.
Sumber: Hasil Analisis.

4.4.6 Transfer Beban

Berdasarkan hubungan antara modulus beton (E_c), regangan (*strain*), dan tegangan (*stress*) maka dapat dilakukan perhitungan besarnya beban yang disalurkan ke fondasi tiang untuk setiap elevasi yang diinginkan. Tabel perhitungan

transfer beban akan ditampilkan pada lembar lampiran. Sedangkan untuk grafik transfer beban dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



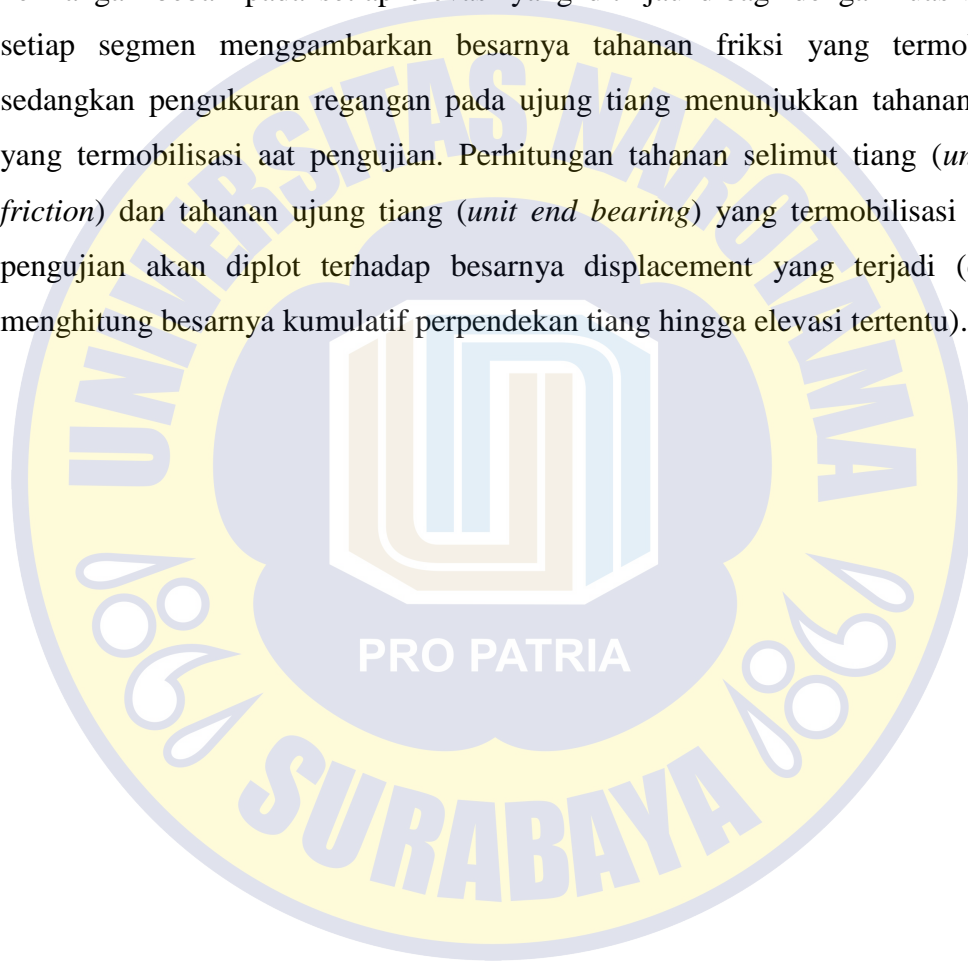
Gambar 4.21 Grafik *Load Transfer* pada tiang TP-02
Sumber: Hasil Analisis.

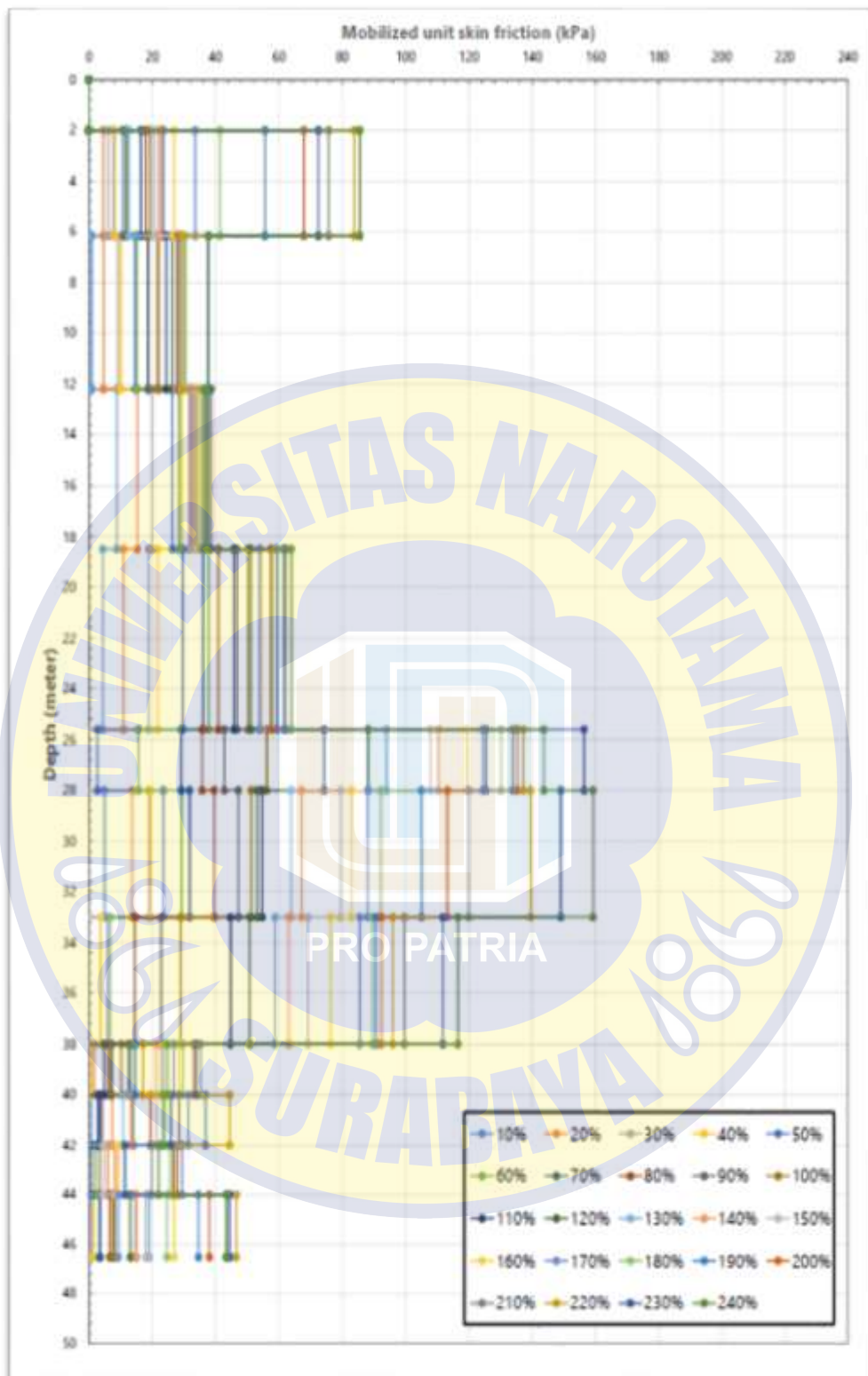
Pada gambar di atas, Dapat dijelaskan hasil Load transfer pada saat pengujian telah mencapai nilai maximum 825 Ton pada kedalaman 46 Meter, Sedangkan disain dari hasil perhitungan data bor didapatkan daya dukung Q_{ult}

1403,3 Ton. Pengujian tidak dapat dilanjutkan dikarenakan tiang uji mengalami penurunan sebesar 25 mm dan dapat di lihat pada gambar 4.24. Hal tersebut tidak di sarankan untuk di lanjutkan berdasarkan pedoman pada SNI 1726:2012 untuk bangunan gedung.

4.4.7 Unit Tahanan Selimut dan Tahanan Ujung Yang Termobilisasi

Berdasarkan analisis transfer beban yang dilakukan sebelumnya, setiap kehilangan beban pada setiap elevasi yang ditinjau dibagi dengan luas selimut setiap segmen menggambarkan besarnya tahanan friksi yang termobilisasi sedangkan pengukuran regangan pada ujung tiang menunjukkan tahanan ujung yang termobilisasi saat pengujian. Perhitungan tahanan selimut tiang (*unit skin friction*) dan tahanan ujung tiang (*unit end bearing*) yang termobilisasi selama pengujian akan diplot terhadap besarnya displacement yang terjadi (dengan menghitung besarnya kumulatif perpendekan tiang hingga elevasi tertentu).





Gambar 4.22 Perhitungan unit tahanan friksi dan tahanan ujung termobilisasi.
 Sumber: Hasil Analisis.

Dari gambar di atas dapat di simpulkan nilai tahanan selimut di tiap-tiap kedalaman dan yang terbesarnya di kedalaman 28 meter hingga 33 meter sebesar 160 kg/cm², Berdasarkan *Vibrating Wire Strain Gauge*.

Pada Tabel di bawah ini merupakan nilai tahanan friction berdasarkn pengujian *Vibrating Wire Strain Gauge* pada setiap kedalaman dengan beban .



Tabel 4.7 Tahanan friksi yang termobilisasi untuk setiap tahapan pembebanan.

	Mobilized Unit Skin Friction (kPa)							
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
2m to 6.16m	7.76	4.56	6.10	8.29	10.73	12.09	16.39	17.92
6.16m to 12.2m	0.99	4.62	9.14	10.15	14.68	15.27	18.70	22.07
12.2m to 18.5m	8.84	15.31	19.89	29.32	26.45	28.43	32.25	31.79
18.5m to 25.6m	4.40	10.99	18.83	21.77	29.72	37.90	36.06	40.97
25.6m to 28m	-12.97	-23.64	-25.10	-6.16	2.80	15.71	29.25	35.79
28m to 33m	4.95	13.73	18.99	19.45	23.52	29.33	31.85	39.60
33m to 38m	-3.11	-5.13	-2.83	3.70	5.90	6.76	14.57	14.49
38m to 40m	7.10	1.77	6.77	1.05	-2.45	6.95	12.58	6.08
40m to 42m	0.88	7.37	-5.90	3.24	3.57	-6.55	-10.50	4.27
42m to 44m	-4.76	5.98	9.20	-8.62	-6.71	2.10	0.90	-3.27
44m to 46.52m	-0.43	-4.51	0.70	1.62	3.40	7.89	3.59	6.60

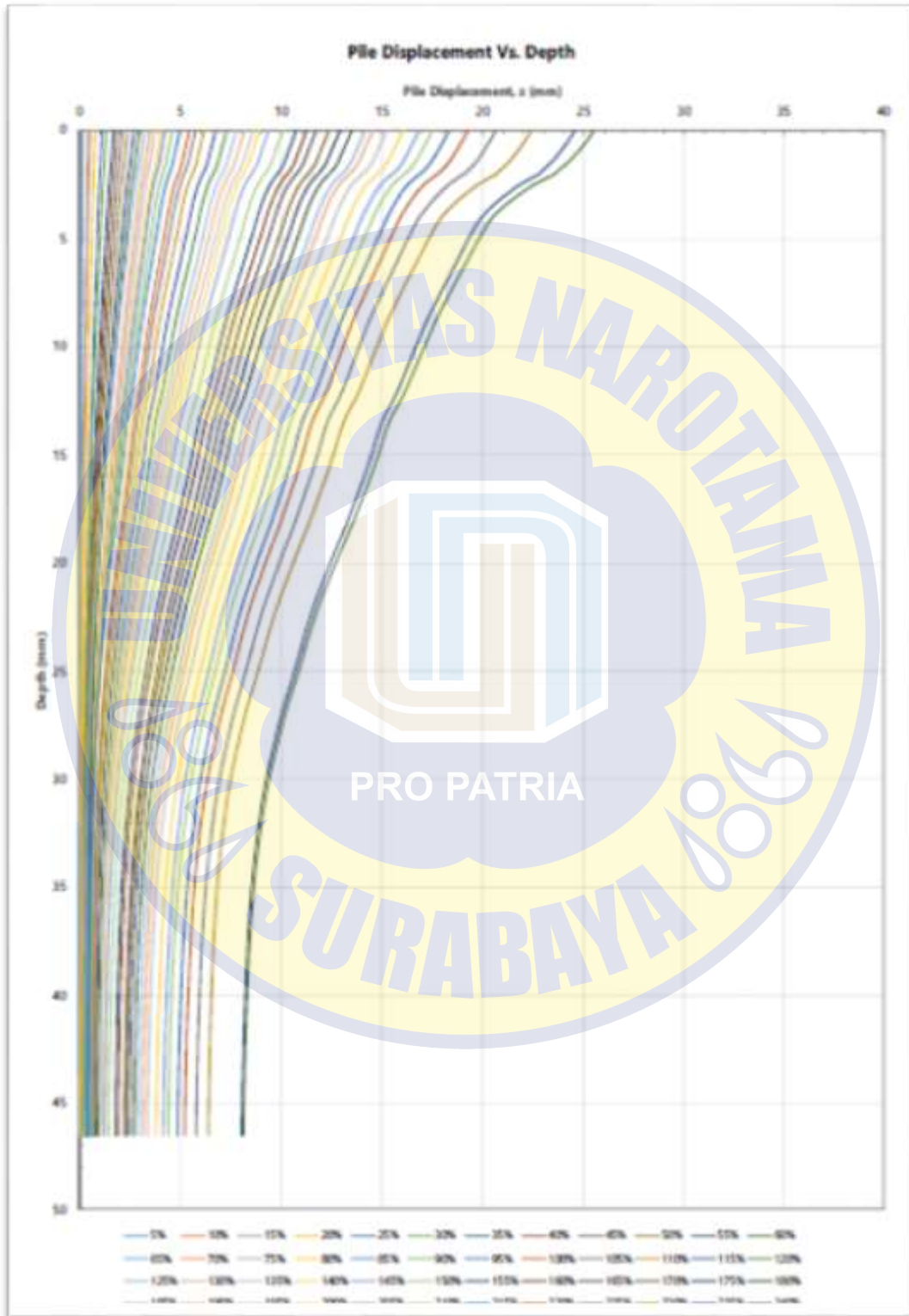
	Mobilized Unit Skin Friction (kPa)							
	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%
2m to 6.16m	22.36	19.22	23.40	11.71	12.72	22.43	20.60	26.98
6.16m to 12.2m	18.64	21.63	24.40	26.43	27.65	27.99	30.09	29.46
12.2m to 18.5m	34.08	33.07	32.43	34.31	32.12	32.71	33.62	34.45
18.5m to 25.6m	46.74	50.33	45.78	51.18	54.05	54.04	53.77	54.47
25.6m to 28m	42.83	56.21	74.36	88.14	94.00	110.33	107.85	119.41
28m to 33m	47.22	51.32	54.75	53.27	63.86	67.17	79.47	82.92
33m to 38m	22.88	28.98	44.77	50.83	58.73	63.13	69.24	76.32
38m to 40m	7.33	10.28	4.85	13.21	23.12	21.34	23.58	28.48
40m to 42m	-9.39	2.99	2.98	13.97	10.83	13.25	21.36	28.45
42m to 44m	-0.32	3.35	-3.06	-0.18	-3.34	8.20	4.62	9.18
44m to 46.52m	8.22	7.66	14.85	13.15	18.99	15.07	17.98	26.94

	Mobilized Unit Skin Friction (kPa)							
	170%	180%	190%	200%	210%	220%	230%	240%
2m to 6.16m	33.59	41.46	55.62	67.91	75.73	83.77	72.48	85.56
6.16m to 12.2m	28.37	30.57	28.54	28.16	28.59	29.37	37.88	37.61
12.2m to 18.5m	37.29	35.43	37.86	36.82	36.13	37.99	38.58	36.81
18.5m to 25.6m	53.94	58.08	59.41	57.34	61.47	62.13	61.90	63.87
25.6m to 28m	124.29	130.11	125.38	135.21	133.85	137.20	156.38	143.61
28m to 33m	88.03	92.16	105.08	113.21	119.97	139.50	149.05	159.20
33m to 38m	85.57	89.49	90.65	92.29	99.58	95.98	111.74	116.53
38m to 40m	26.94	29.76	14.67	33.06	35.23	17.02	33.84	24.79
40m to 42m	31.41	24.12	36.90	19.39	28.58	44.49	25.98	23.42
42m to 44m	29.52	25.67	27.04	28.01	19.74	26.50	11.46	22.02
44m to 46.52m	9.34	24.67	34.64	38.10	43.57	46.52	44.48	43.33

Gambar 4.23 Kumulatif perpendekan tiang.

Sumber: Hasil Analisis.

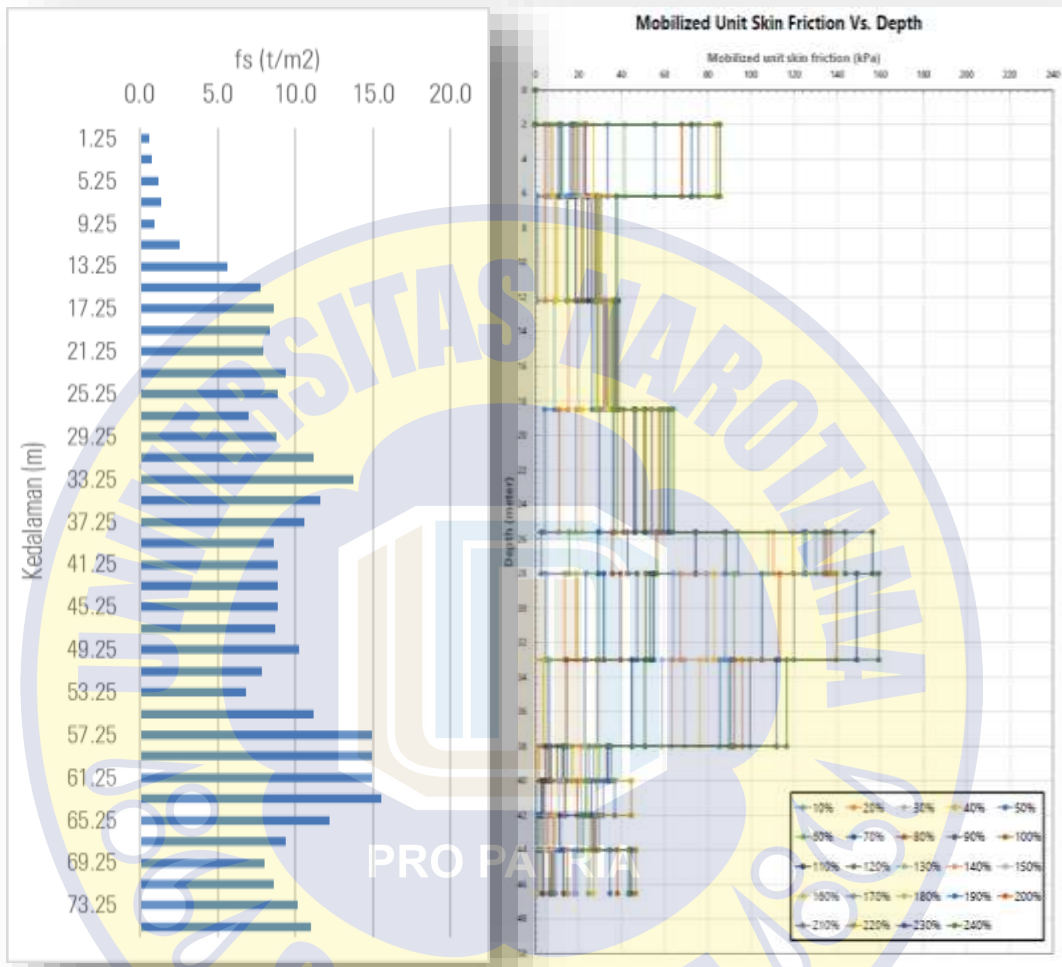
Dari Gambar di atas terlihat pemendekan terbesar pada kedalaman 0-2,5 meter hingga 30 meter. Pemendekan tiang bor diakibatkan terjadinya pembebanan pada saat pengujian.



Gambar 4.24 Displacement (z) untuk setiap elevasi tiang.
Sumber: Hasil Analisis.

Pengertian dari gambar di atas Tiang borpile yang di uji mengalami penurunan terbesar sampai 25mm dari permukaan tanah.

Tabel 4.7 Hasil perhitungan metode Reese & Wright (1977) pada gambar A dan pembacaan fiber optic pada gambar B



Gambar: A

Gambar: B

Sumber: Hasil Analisis (2016)

Dari data di atas dapat disimpulkan ada kesamaan nilai mobilized unit skin friction yaitu pada data perhitungan data tanah bor dengan menggunakan metode Reese & Wright (1977) nilai frictionnya terbesar pada kedalaman 29,25 meter sampai 33,25 meter nilai friction nya sebesar 15.0 t/m². Sedangkan dengan menggunakan alat fiber optik nilai frictionnya terbesar pada kedalaman mulai 28 meter sampai 33 meter.