

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pabrik Dan Peralatan

Ada dua jenis tipe vibro dalam pekerjaan pembangunan yang ada di pelabuhan international Tibar yaitu *Vibroflot* yang berasal dari Beijing dan *Vibrating Tube* yang berasal dari Ruian

Tabel 4. 1 Vibroflot

No	Item	Type	Amount	Remark
1	Vibroflot	BJZC- BFS-400- 180	1	Beijing Vibroflotation Manufactured in 2019 last service date 2019/3/8
2	Loader	3m ³	1	
3	Diesel generator	500KW	1	
4	Diesel compressor	14m ³ /min	1	
5	Diesel compressor	21m ³ /min	1	
6	Diesel water pump	85m ³ /h	2	
7	Crawler crane	300t	1	
8	Lorry-mounted crane	50t	1	
9	SPT equipment		2	

Sumber : Tibar Bay Port Project

Tabel 4. 2 Vibrating Tube

No	Item	Type	Amount	Remark
1	Vibrating Tube Stone Column driver	ZJB-200A-DZ240A	1	Ruian Bada, manufactured in 2019
2	Loader	1,5m ³	1	
3	Excavator	EC210DL	1	
4	Diesel generator	500KW	1	
5	Lorry-mounted crane	50t	1	
6	Dump truck	20m ³	1	
7	SPT equipment	XY-150	1	

Sumber : Tibar Bay Port Project

4.2 Standard Penetration Test (SPT)

SPT adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Uji SPT terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm vertikal. Dalam sistem beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan 9 secara berulang dengan tinggi jatuh 0,76 m. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masing-masing tahap.

4.2.1 Peralatan Pengujian SPT

Perangkat SPT yang digunakan dalam pengujian ini mengacu pada gambar dan tabel dibawah ini :

Tabel 4. 3 Spesifikasi Dari Peralatan SPT

Palu	Palu Massa	Kg	63.5
	Jatuh Tinggi	mm	760
	Landasan diameter	Cm	13.6
	Landasan Massa	Kg	14.0
Pengeboran tongkat	diameter	mm	50
	Jenis	\	Tipe BB Tipe
	Relatif pembengkokan kecepatan	\	<1/1000
Pembuat sampel	Panjangnya	mm	680
	I.D	mm	35.2
	O.D	mm	51.0
	Menyetir sepatu panjangnya	mm	50

Sumber : Tibar Bay Port Project



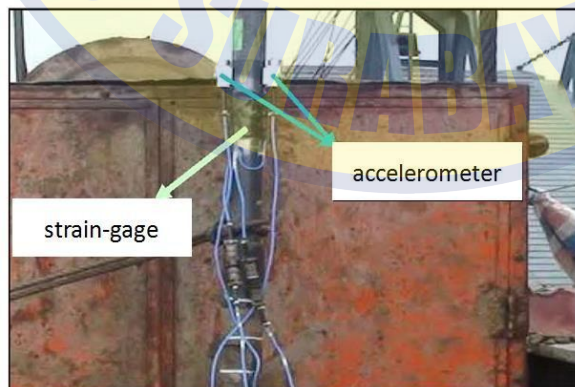
Gambar 4. 1 Peralatan SPT

4.2.2 Penganalisis SPT

Sistem sensor untuk mengukur gaya dan kecepatan dipasang pada batang bor dengan panjang 1,5 m. Pengkondisian sinyal dan unit pemrosesan SPT mencatat ketegangan dan percepatan selama setiap pukulan palu, mengubah regangan dan percepatan menjadi gaya dan kecepatan, catatan dan menampilkan itu kecepatan dan memaksa bentuk gelombang, catatan itu nomor dari palu pukulan, mencatat frekuensi dari pukulan palu.



Gambar 4. 2 Penganalisa SPT



Gambar 4. 3 Batang bor dihubungkan oleh sensor

4.2.3 Metode Pengujian

Menurut metode operasi SPT ASTM D4633-10, Revisi 2010, “Uji Standar Metode Pengukuran Energi Gelombang Tegangan untuk Sistem Pengujian Penetrometer Dinamis”, uji energy analyzer idealnya dilakukan antara 10-50 hitungan SPT untuk 30cm. diameter lubang bor adalah 108mm, diameter pengeboran batang adalah 50mm.



Gambar 4. 4 Analisis sinyal data SPT

4.2.4 Uji Hasil

Untuk uji hasil ini rumus yang digunakan berdasarkan standar ASTM D 4633-05

$$EFV = \max \left[\int F(t)v(t)dt \right]$$

Dimana, EFV = energi yang ditransmisikan ke batang bor dari palu

selama peristiwa tumbukan bertekad oleh itu metode FV,

F(t) = gaya yang diukur pada waktu t

V(t) = kecepatan diukur pada waktu t

Rasio Transfer Energi (ETR) didefinisikan pada energi maksimum yang ditransfer dibagi dengan energi potensial (PE) dari sistem palu SPT seperti yang disajikan berikut :

$$ETR = EFV/pe \times 100\%$$

$$PE = m \times g \times t$$

Dimana,

m = masa dari palu

g = percepatan gravitasi

h = tinggi jatuh palu dengan berat palu

Sebanyak 283 tes pengukuran energi telah dilakukan dengan batang bor berdiameter 50mm. Seperti terlihat pada tabel dibawah ini, nilai rata-rata rasio energi adalah 67,95% dan variabilitasnya rendah.

Tabel 4. 4 Hasil rasio energi SPT

SPT Test	Test counts Each point	ETR/%			ETR Statistic count	ETR Standard deviation
		Average	Max	Min		
1	128	67.95	77.78	61.59	283	3.10
2	30					
3	62					
4	63					

Sumber : Tibar Bay Port Project

4.3 Pekerjaan di Lapangan

4.3.1 Persiapan

a) Penggerak kolom batu

Penggerak kolom batu dilengkapi dengan rangka tiang pancang dan tabung baja dengan ujung katup di bawah, diameter tabung akan sedikit lebih kecil dari diameter desain kolom batu. Sebuah vibro-hammer akan digunakan untuk mendorong tabung baja ke tingkat desain. Sementara tabung turun, tanah di sekitar tabung harus dipadatkan. Batu-batu dapat dikirim ke bagian bawah tabung melalui hopper transfer material. Saat mengangkat ke atas tabung, ujung katup di bagian bawah akan terbuka dan batu-batu akan diisi ke dalam lubang dengan beratnya sendiri. Dengan getaran tabung, batu harus dipadatkan dan masukan ke dalam tanah agar tanah lebih padat. Pekerjaan ini menggunakan vibrating tube kolom batu dari pabrikan bernama Ruian Bada Engineering Machinery Co., Ltd, dan vibroflot dari pabrikan bernama Beijing Vibro-flotation Engineering Machinery Co., Ltd. Jenis vibrating tube kolom batu yang akan digunakan dalam uji coba ini adalah ZJB-200A-DZ240A dan BJZC-BFS-400-180 dari vibroflot, detail tipe dan spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 4. 5 Vibrating Tube dari Ruian Bada (TBPP-PMU)

Tabel 4. 5 Informasi Sistem Rangka Tiang Pancang Ruian Bada

SN	Item	Parameter
1	Mode Bergerak	Tipe Berjalan
2	Langkah Bergerak (mm)	2500
3	Diameter Tabung (mm)	560 dan 760
4	Kedalaman Penetrasi (m)	≤ 27
5	Kekakuan Tarik Kerekan Utama (KN)	100
6	Kecepatan Tarik Kerekan Utama (m/min)	19
7	Gaya Tarik Kerekan Tambahan (KN)	50
8	Kecepatan Menarik Kerekan Tambahan (m/min)	18
9	Tali Kawat Baja	$\Phi 39/\Phi 28/\Phi 24$
10	Tinggi Pile (m)	31
11	Ukuran Keseluruhan (m)	14x6,5x35
12	Berat (kg) tidak termasuk vibro-hammer dan tabung	80000

Sumber : Tibar Bay Port Project



Gambar 4. 6 Vibro-Hammer dari Ruian Bada (TBPP-PMU)

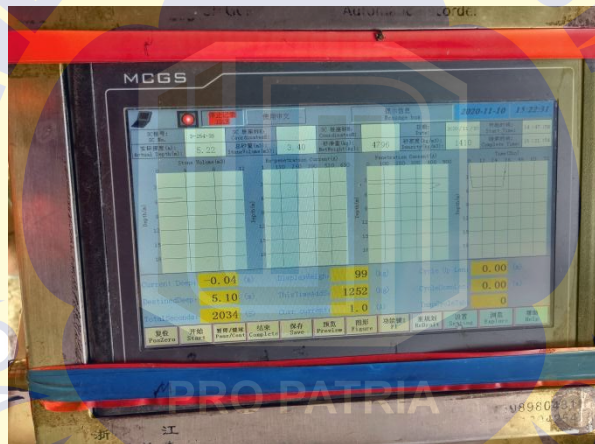
Tabel 4. 6 Informasi Vibro-Hammer Ruian Bada

SN	Item	Parameter
1	Tipe	DZ-240A
2	Mode Mulai	Frekuensi Variabel Mulai
3	Tenaga (KW)	240
4	Frekuensi Getaran (r/min)	0-680
5	Torsi Esentrik	3525
6	Kekuatan Getaran (KN)	0-1822
7	Luas (mm)	0-23,8
8	Berat (kg)	18500

Sumber : Tibar Bay Port Project

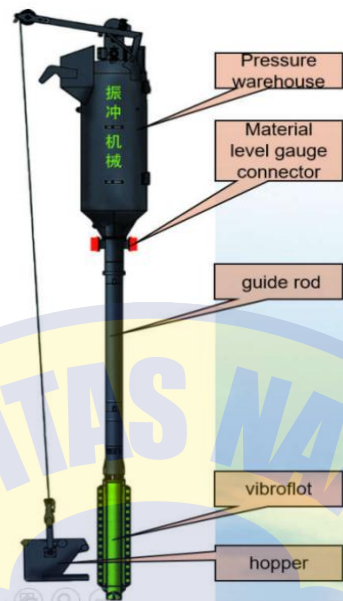


Gambar 4. 7 Katup yang terpasang di bagian bawah tabung (TBPP-PMU)



Gambar 4. 8 Monitor pencatatan secara manual (TBPP-PMU)

Satu monitor kontrol pusat dipasang di ruang operasi dan menyediakan waktu nyata visualisasi dari semua produksi yang relevan dan parameter operasi alat berat untuk operator (termasuk waktu, kedalaman, arus, dll). Karena fungsi mengunduh data dari monitor tidak tersedia saat ini, pencatatan volume kolom batu akan dilakukan secara manual.



Gambar 4. 9 Vibroflot dari Beijing Vibroflotation (TBPP-PMU)

Tabel 4. 7 Informasi Vibroflot dari Beijing Vibroflotation

No	Item	BZJC-BFS-400-180
1	Kekuatan Motor (kW)	180
2	Kekuatan Getar (kN)	20-30
3	Kecepatan Rotasi (rpm)	1200-1800
4	Kapasitas Hopper (m3)	1,2
5	Tekanan Sistem (bar)	6
6	Diameter Tabung Batu (mm)	DN250
7	Ukuran Vibroflot (mm)	2600 x 600 x 700
8	Berat Vibroflot (kg)	2860

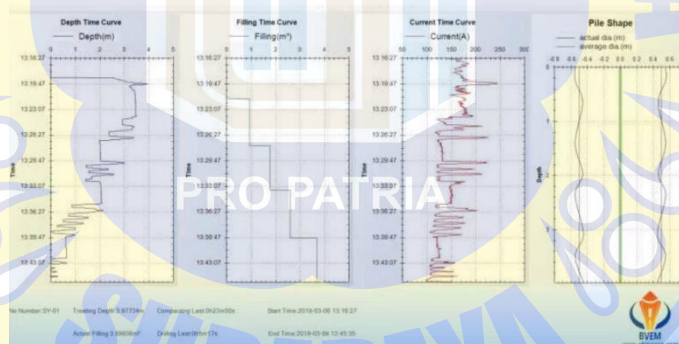
Sumber : Tibar Bay Port Project

Sebagai unit kontrol pusat, monitor yang dipasang di ruang operasi mendukung mesin operator dengan visualisasi waktu yang nyata dari semua produksi yang relevan dan pengoprasian alat berat.



Gambar 4. 10 Monitor di pasang di ruang operasi (TBPP-PMU)

Setelah konstruksi kolom batu data, yang disimpan secara lokal dapat diunduh untuk evaluasi dan dicetak menjadi laporan (termasuk waktu, kedalaman, volume, dll), dan laporan akan dikirim sehari setelah tiang batu dibuat.

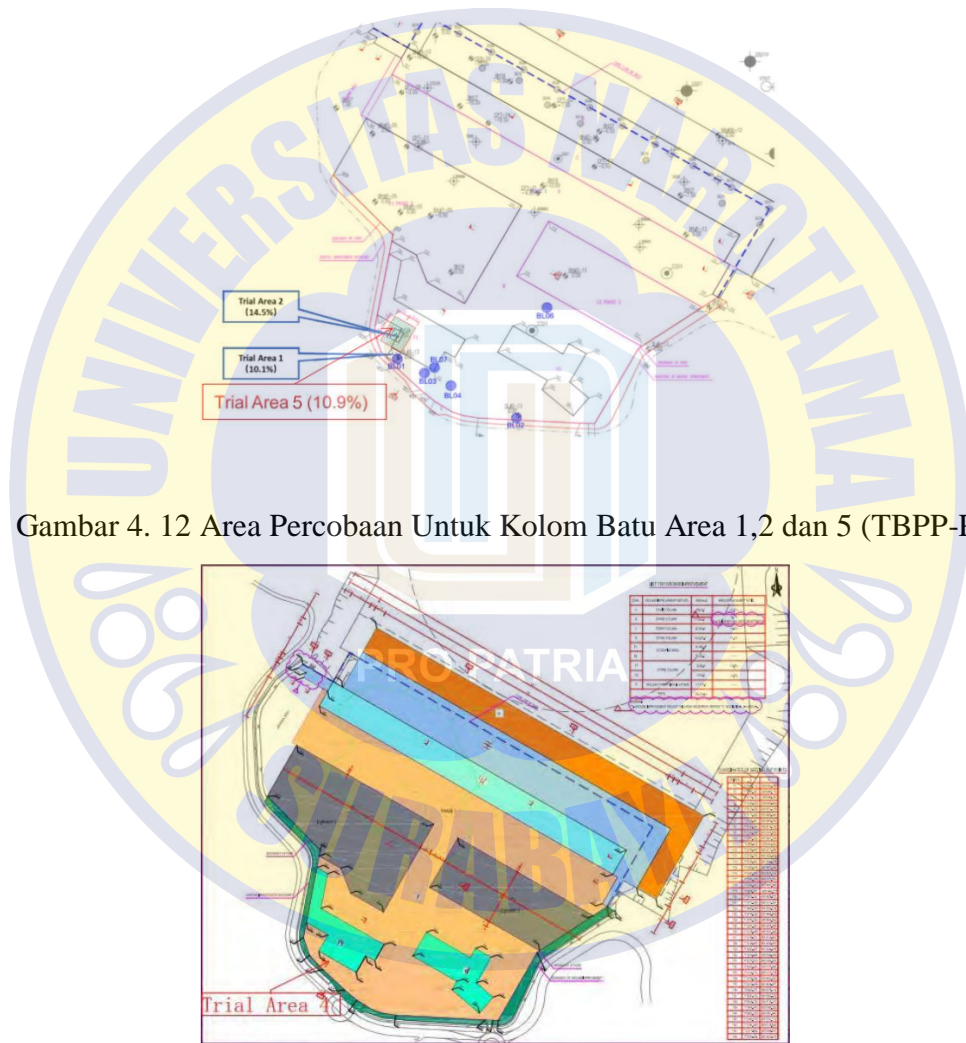


Gambar 4. 11 Laporan grafik dari parameter yang berbeda (TBPP-PMU)

b) Memilih area percobaan

Berdasarkan informasi dari lubang bor di darat yang kami dapatkan, dua area yang ditunjukkan di bawah ini di mana kondisi tanahnya terburuk dan dipilih untuk percobaan kolom batu. Rasio penggantian di area 1 dan 2 adalah 10,1% dan 14,5%, panjang kolom batu adalah 20m dan 20,9m. Area percobaan lain adalah area percobaan 4 dengan

rasio penggantian 10,1% panjang kolom batu 21,29m dan area percobaan 5 dengan rasio penggantian 10,9% dengan diameter 900mm, jarak 2,6m dan panjang kolom batu 20,9m akan dilakukan setelah pembangunan di area percobaan 1 dan 2.



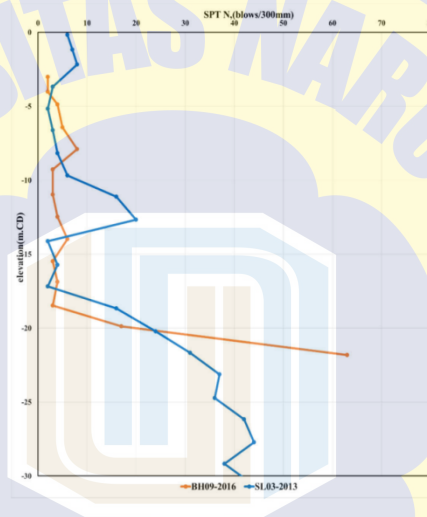
Gambar 4. 12 Area Percobaan Untuk Kolom Batu Area 1,2 dan 5 (TBPP-PMU)

Gambar 4. 13 Area Percobaan Untuk Kolom Batu Area 4 (TBPP-PMU)

Sebelum dan sesudah pemancangan kolom batu, SPT harus dilakukan di atas tanah reklamasi untuk mendapatkan tanah yang padat. Sebagai gambar yang ditunjukkan di bawah ini, titik uji akan menjadi pusat

area percobaan, pusat geometris segitiga sama sisi, $1/2$ titik tepi segitiga dan $1/3$ titik tepi segitiga, yang membentuk kolom batu. Informasi pengujian area percobaan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

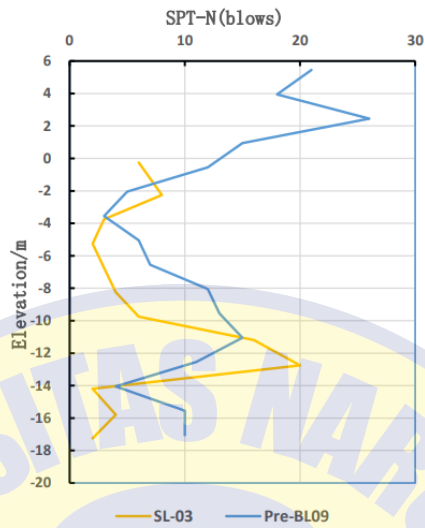
Kondisi tanah dari dua area percobaan mengacu pada lubang bor SL03-2013 dekat area 1 dan BH09-2016 dekat area 2.



Gambar 4. 14 Nilai Kurva SPT dari SL03 (2013) dan BH09 (2016) (TBPP-PMU)

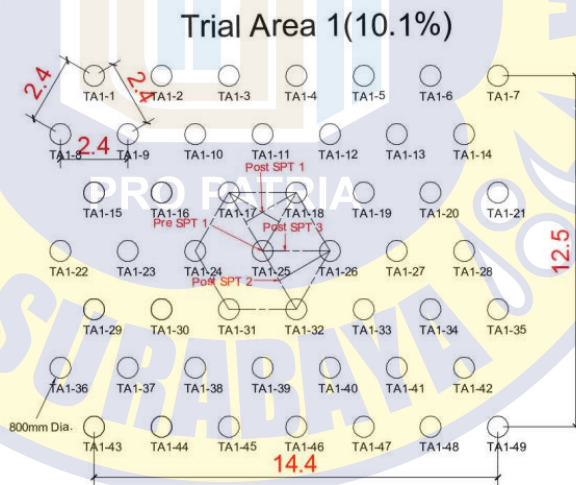
Seperti pada gambar yang ditunjukkan di atas, dan menurut laporan investigasi geoteknik, di atas tingkat 15m lapisan tanah lubang bor SL03-2013 terdiri dari karbonat berpasir dan berkerikil yang memiliki gradasi buruk atau karbonat berlumpur halus sampai pasir yang kasar. Nilai SPT dari SL03-2013 berkisar dari 2 hingga 20.

Pra-BL09 (2019) akan digunakan di area percobaan 4 seperti pada gambar yang di bawah ini.



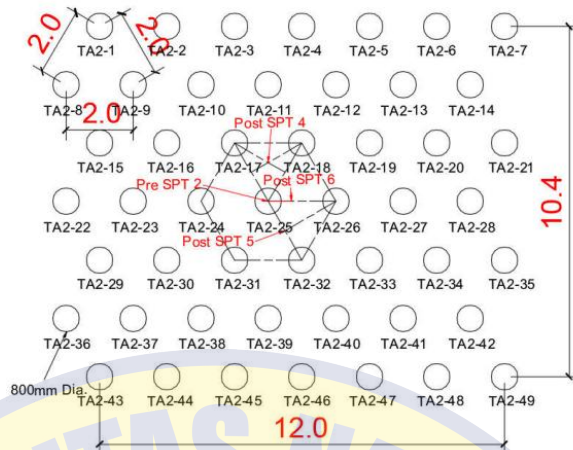
Gambar 4. 15 Nilai Kurva SPT dari SL03 dan Pre-BL09 (TBPP-PMU)

Tata letak dan titik koordinat pengujian SPT ditampilkan pada gambar di bawah ini serta koordinat tercantum di tabel.

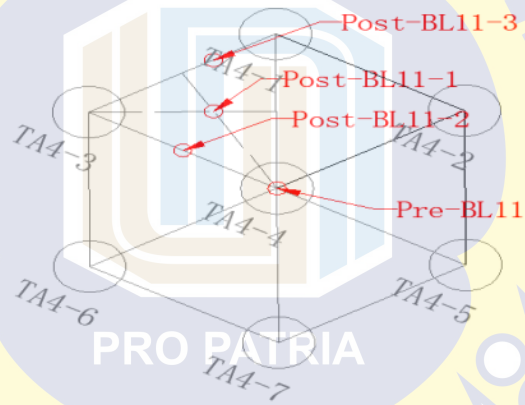


Gambar 4. 16 Area Percobaan 1 (TBPP-PMU)

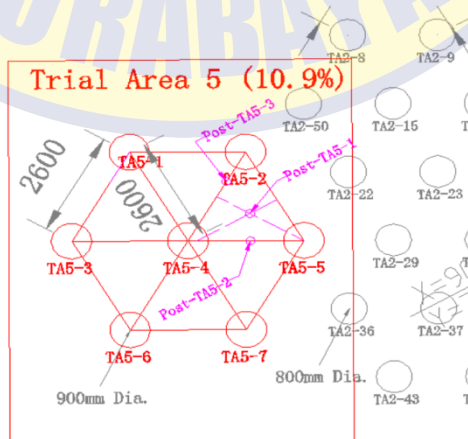
Trial Area 2(14.5%)



Gambar 4. 17 Area Percobaan 2 (TBPP-PMU)



Gambar 4. 18 Area Percobaan 4 (TBPP-PMU)

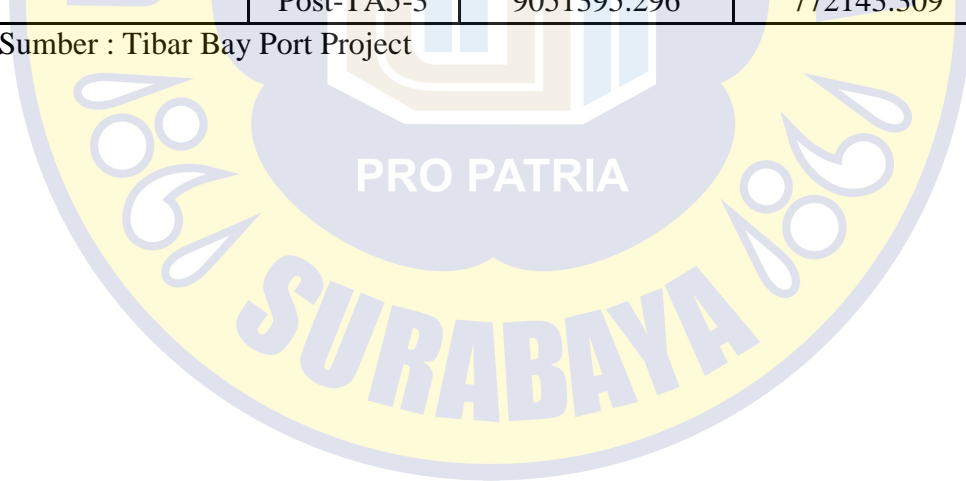


Gambar 4. 19 Area Percobaan 5 (TBPP-PMU)

Tabel 4. 8 Koordinat titik SPT

Koordinat SPT di Area Percobaan					
No	Area	ID of SPT	X	Y	Remark
1	Area Percobaan 1	Pre-BL09	9051362.634	772147.353	
2		Post-BL09-1	9051363.836	772148.042	
3		Post-BL09-2	9051362.236	772148.047	
4		Post-BL09-3	9051361.434	772147.356	
5	Area Percobaan 2	Pre-BL08	9051391.153	772151.000	
6		Post-BL08-1	9051392.155	772151.574	
7		Post-BL08-2	9051390.821	772151.578	
8		Post-BL08-3	9051390.153	772151.003	
9	Area Percobaan 4	Pre-BL11	9051360.2721	772159.8386	
10		Post-BL11-1	9051361.4678	772159.1382	
11		Post-BL11-2	9051360.8656	772158.7956	
12		Post-BL11-3	9051362.2340	772159.0756	
13	Area Percobaan 5	Post-TA5-1	9051394.429	772143.306	
14		Post-TA5-2	9051393.778	772142.938	
15		Post-TA5-3	9051395.296	772143.309	

Sumber : Tibar Bay Port Project



Tabel 4. 9 Koordinat Kolom Batu di Area Percobaan 1

No	ID of SC	X	Y	Remark
1	TA1-1	9051371.028	772145.249	
2	TA1-2	9051369.834	772147.331	
3	TA1-3	9051368.640	772149.413	
4	TA1-4	9051367.447	772151.495	
5	TA1-5	9051366.253	772153.577	
6	TA1-6	9051365.059	772155.659	
7	TA1-7	9051363.866	772157.741	
8	TA1-8	9051369.821	772143.174	
9	TA1-9	9051368.628	772145.256	
10	TA1-10	9051367.434	772147.338	
11	TA1-11	9051366.240	772149.420	
12	TA1-12	9051365.047	772151.502	
13	TA1-13	9051363.853	772153.585	
14	TA1-14	9051362.659	772155.667	
15	TA1-15	9051367.421	772143.181	
16	TA1-16	9051366.228	772145.263	
17	TA1-17	9051365.034	772147.346	
18	TA1-18	9051363.840	772149.428	
19	TA1-19	9051362.647	772151.510	
20	TA1-20	9051361.453	772153.592	
21	TA1-21	9051360.259	772155.674	
22	TA1-22	9051366.215	772141.107	
23	TA1-23	9051365.021	772143.189	
24	TA1-24	9051363.828	772145.271	
25	TA1-25	9051362.634	772147.353	
26	TA1-26	9051361.440	772149.435	
27	TA1-27	9051360.247	772151.517	
28	TA1-28	9051359.053	772153.599	
29	TA1-29	9051363.815	772141.114	
30	TA1-30	9051362.621	772143.196	
31	TA1-31	9051361.428	772145.278	
32	TA1-32	9051360.234	772147.360	
33	TA1-33	9051359.040	772149.442	
34	TA1-34	9051357.847	772151.524	
35	TA1-35	9051356.653	772153.606	

No	ID of SC	X	Y	Remark
36	TA1-36	9051362.609	772139.039	
37	TA1-37	9051361.415	772141.121	
38	TA1-38	9051360.221	772143.203	
39	TA1-39	9051359.028	772145.285	
40	TA1-40	9051357.834	772147.367	
41	TA1-41	9051356.641	772149.450	
42	TA1-42	9051355.447	772151.532	
43	TA1-43	9051360.209	772139.046	
44	TA1-44	9051359.015	772141.128	
45	TA1-45	9051357.822	772143.211	
46	TA1-46	9051356.628	772145.293	
47	TA1-47	9051355.434	772147.375	
48	TA1-48	9051354.241	772149.457	
49	TA1-49	9051353.047	772151.539	

Sumber : Tibar Bay Port Project

Tabel 4. 10 Koordinat Kolom Batu di Area Percobaan 2

No	ID of SC	X	Y	Remark
1	TA2-1	9051398.148	772149.247	
2	TA2-2	9051397.153	772150.982	
3	TA2-3	9051396.158	772152.717	
4	TA2-4	9051395.163	772154.452	
5	TA2-5	9051394.169	772156.187	
6	TA2-6	9051393.174	772157.922	
7	TA2-7	9051392.179	772159.657	
8	TA2-8	9051397.142	772147.518	
9	TA2-9	9051396.148	772149.253	
10	TA2-10	9051395.153	772150.988	
11	TA2-11	9051394.158	772152.723	
12	TA2-12	9051393.163	772154.458	
13	TA2-13	9051392.169	772156.193	
14	TA2-14	9051391.174	772157.928	
15	TA2-15	9051395.142	772147.524	
16	TA2-16	9051394.148	772149.259	
17	TA2-17	9051393.153	772150.994	
18	TA2-18	9051392.158	772152.729	

No	ID of SC	X	Y	Remark
19	TA2-19	9051391.163	772154.464	
20	TA2-20	9051390.169	772156.199	
21	TA2-21	9051389.174	772157.934	
22	TA2-22	9051394.137	772145.795	
23	TA2-23	9051393.142	772147.530	
24	TA2-24	9051392.148	772149.265	
25	TA2-25	9051391.153	772151.000	
26	TA2-26	9051390.158	772152.735	
27	TA2-27	9051389.163	772154.470	
28	TA2-28	9051388.169	772156.205	
29	TA2-29	9051392.137	772145.801	
30	TA2-30	9051391.142	772147.536	
31	TA2-31	9051390.148	772149.271	
32	TA2-32	9051389.153	772151.006	
33	TA2-33	9051388.158	772152.741	
34	TA2-34	9051387.163	772154.476	
35	TA2-35	9051386.169	772156.211	
36	TA2-36	9051391.132	772144.072	
37	TA2-37	9051390.137	772145.807	
38	TA2-38	9051389.142	772147.542	
39	TA2-39	9051388.148	772149.277	
40	TA2-40	9051387.153	772151.012	
41	TA2-41	9051386.158	772152.747	
42	TA2-42	9051385.163	772154.482	
43	TA2-43	9051389.132	772144.078	
44	TA2-44	9051388.137	772145.813	
45	TA2-45	9051387.142	772147.548	
46	TA2-46	9051386.148	772149.283	
47	TA2-47	9051385.153	772151.018	
48	TA2-48	9051384.158	772152.753	
49	TA2-49	9051383.163	772154.489	

Sumber : Tibar Bay Port Project

Tabel 4. 11 Koordinat Kolom Batu di Area Percobaan 4

No	ID of SC	X	Y	Remark
1	TA4-1	9051362.672	772159.824	
2	TA4-2	9051361.485	772161.8909	
3	TA4-3	9051361.459	772157.753	
4	TA4-4	9051360.272	772159.839	
5	TA4-5	9051359.085	772161.925	
6	TA4-6	9051359.059	772157.768	
7	TA4-7	9051357.872	772159.854	

Sumber : Tibar Bay Port Project

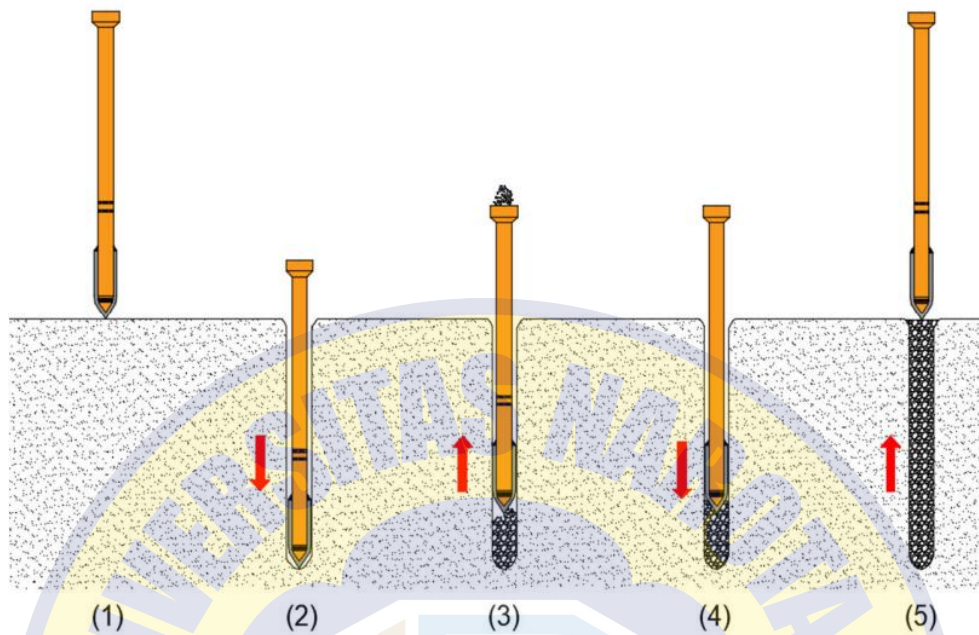
Tabel 4. 12 Koordinat Kolom Batu di Area Percobaan 5

No	ID of SC	X	Y	Remark
1	TA5-1	9051397.025	772141.802	
2	TA5-2	9051395.732	772144.058	
3	TA5-3	9051395.718	772139.555	
4	TA5-4	9051394.425	772141.810	
5	TA5-5	9051393.132	772144.066	
6	TA5-6	9051393.118	772139.562	
7	TA5-7	9051391.825	772141.818	

Sumber : Tibar Bay Port Project

4.3.2 Pengoprasian Stone Column

Bagian ini mendefinisikan operasi yang relevan untuk menggerakkan kolom batu di area percobaan. Sebelum menggerakkan kolom batu, tentukan titik pusat setiap kolom batu berdasarkan tabel 4.5-4.8 oleh peralatan RTK-GPS. Bor tanah akan digunakan untuk mengebor lubang, untuk mempermudah tabung getar membentuk kolom batu. Urutan pengoprasian kolom batu adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 20 Urutan Pengoprasian Kolom Batu (TBPP-PMU)

- (1) Pindahkan tabung getar kolom batu ke area yang sudah di tandai, sejajarkan tabung getar ke titik desain. Tabung getar harus tegak lurus dengan tanah.
- (2) Nyalakan tabung getar, turunkan tabung getar ke dalam tanah dengan kecepatan 1-2m/menit. Monitor akan merekam arus selama penetrasi, dan biasanya nilai yang lebih tinggi akan menunjukan lapisan yang keras dan nilai yang lebih rendah akan menunjukan area yang longgar. Kemudian area yang longgar relatif akan diidentifikasi oleh arus penetrasi. suatu nilai yang rentang akan dipilih untuk identifikasi lapisan untuk konstruksi SC resmi setelah penyelesaian area percobaan.

(3) Muat batu sekitar $1,5\text{m}^3 - 3\text{m}^3$ ke dalam hopper lalu mengirimnya ke bagian atas tabung getar, buka katup tabung dan perlahan-lahan batu yang di dalam hopper dilepaskan dan masuk ke lubang melalui tabung getar. Tetap bergetar selama satu menit, lalu angkat tabung dan terus bergetar.

(4) Untuk memadatkan lapisan tanah hingga kepadatan yang dibutuhkan, tabung getar akan diangkat hingga 1,5m pada setiap langkah dan menembus kembali ke dalam tanah dengan kedalaman 0,6m. Pengangkatan 1,5m akan dibagi menjadi dua sub langkah supaya membebaskan cukup banyak batu yang mengisi lubang. Pengangkatan dengan ketinggian 0,75m dan waktu getar sekitar 10 detik harus dipastikan untuk setiap sub langkah. Ketika dilakukan proses penetrasi ulang, seluruh waktu untuk kedalaman 0,6m sekitar 5-10 detik untuk memastikan pemadatan yang cukup. Ketika arus mencapai nilai yang ditentukan maka kedalaman dianggap padat. Periode waktu dan kedalaman akan direkam oleh monitor secara otomatis.

(5) Ulangi proses (3) dan (4) sampai kolom selesai.

(6) Selama konstruksi SC , periksa panjang SC, diameter SC, volume batu, dengan panduan monitor.

Konstruksi CHEC akan secara ketat mengikuti sistem QA / QC untuk memastikan kolom batu dapat memenuhi semua persyaratan desain, seperti diameter, kedalaman, jarak dan persyaratan lainnya, untuk memastikan kolom batu terawat dengan baik.

4.3.3 Pengujian Inspeksi

Dengan mengacu pada perhitungan perbaikan tanah (TBPP-CON-01-MA-CAL-7001), timbunan reklamasi dan tanah granular yang asli dalam kedalaman kolom batu harus mencapai kepadatan relatif minimal 50%. SPT harus dilakukan untuk memeriksa kepadatan relatif dan kedalaman penetrasi dan ditunjukkan ke tingkat perbaikan bawah tanah.

Merujuk pada Idriss dan Boulanger (2008), rumus yang direkomendasikan untuk menaksir kepadatan relatif dari resistensi penetrasi standar yang diukur SPT ditunjukkan di bawah ini:

$$D_R = \sqrt{\frac{(N_1)_{60}}{46}}$$

$$(N_1)_{60} = N * C_N * C_E * C_B * C_R * C_S$$

Dimana:

N = ketahanan penetrasi terukur standar

CN = faktor untuk menormalkan N

CE = koreksi untuk rasio energi palu

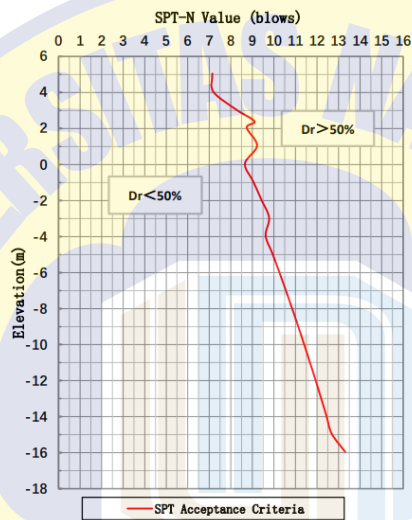
CB = faktor koreksi diameter lubang bor

CR = faktor koreksi untuk panjang batang

CS = koreksi untuk sampler dengan atau tanpa linear

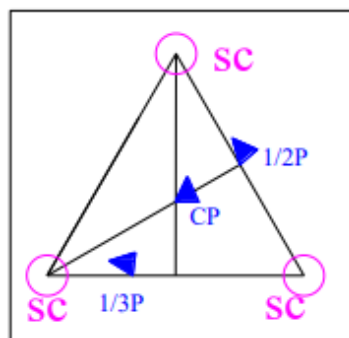
Nilai CE didasarkan pada rasio energi terukur aktual yaitu 67,95% dengan mengacu pada Lampiran E-Sertifikasi Alat Pengeboran dan SPT Laporan Pengukuran Energi.

Persyaratan target SPT untuk berbagai tingkat kolom batu di tampilkan pada Gambar 4.18



Gambar 4. 21 Kurva SPT untuk elevasi 6,05m (TBPP-PMU)

Tiga lokasi paska SPT yang berbeda akan dilakukan untuk menilai dinsipikasi. Lokasi masing-masing paska SPT ditunjukkan pada Gambar 4.17



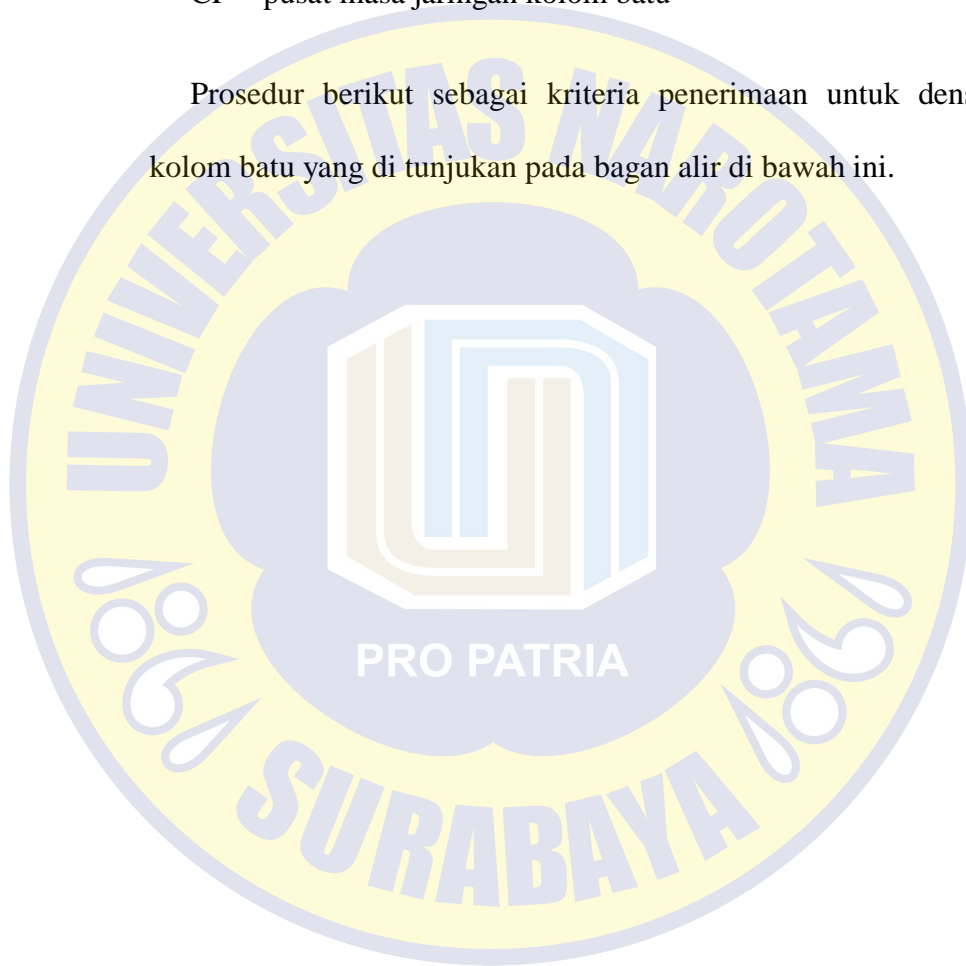
Gambar 4. 22 Skema SPT (TBPP-PMU)

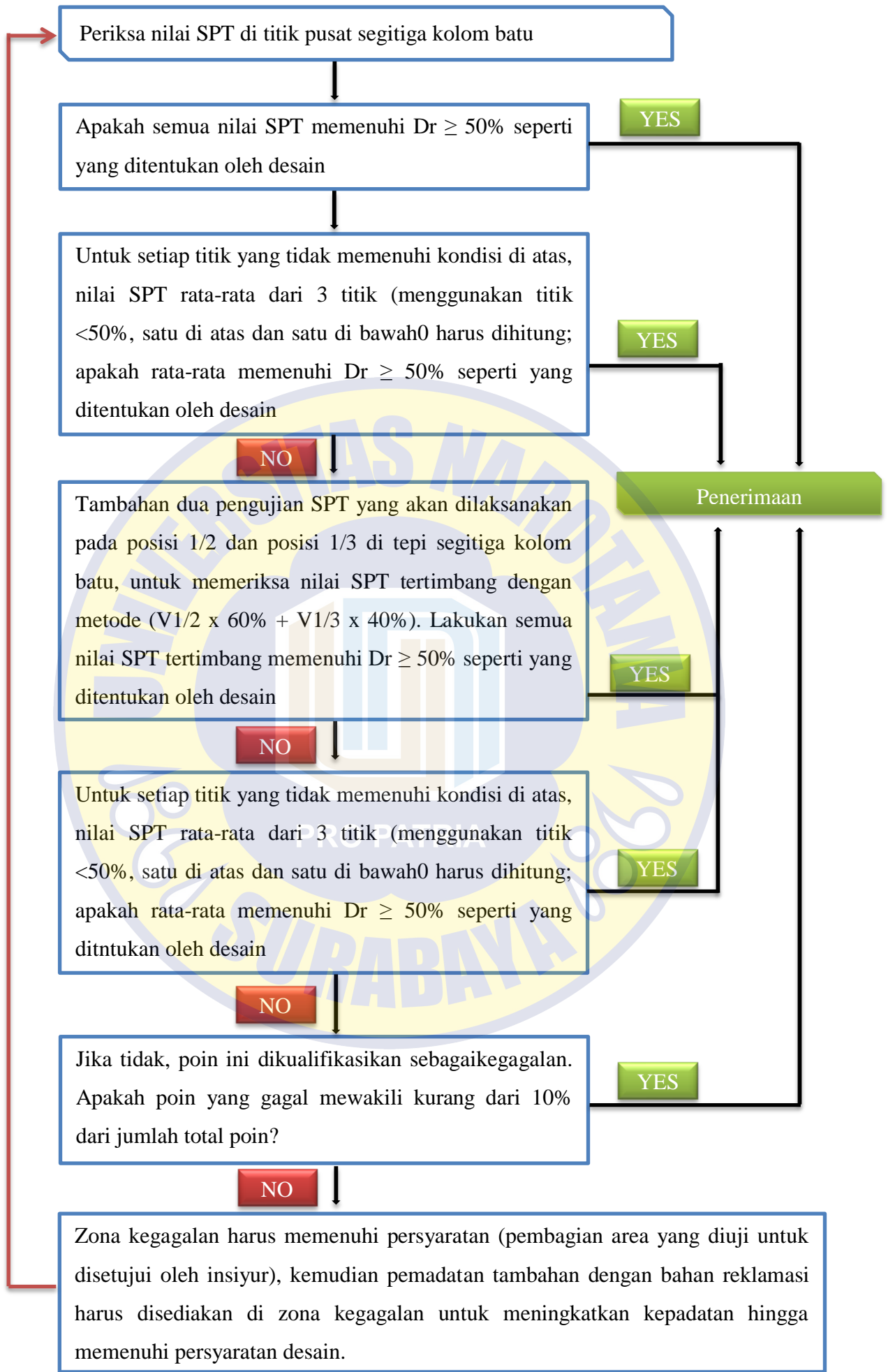
1/2P = pada titik tengah antara kolom batu yang berdekatan

1/3P = pada sepertiga jarak dari kolom batu

CP = pusat masa jaringan kolom batu

Prosedur berikut sebagai kriteria penerimaan untuk densifikasi kolom batu yang di tunjukan pada bagan alir di bawah ini.





Periksa nilai SPT di titik pusat segitiga kolom batu

Apakah semua nilai SPT memenuhi $Dr \geq 50\%$ seperti yang ditentukan oleh desain

YES

Untuk setiap titik yang tidak memenuhi kondisi di atas, nilai SPT rata-rata dari 3 titik (menggunakan titik $<50\%$, satu di atas dan satu di bawah) harus dihitung; apakah rata-rata memenuhi $Dr \geq 50\%$ seperti yang ditentukan oleh desain

YES

NO

Tambahan dua pengujian SPT yang akan dilaksanakan pada posisi 1/2 dan posisi 1/3 di tepi segitiga kolom batu, untuk memeriksa nilai SPT tertimbang dengan metode $(V_{1/2} \times 60\% + V_{1/3} \times 40\%)$. Lakukan semua nilai SPT tertimbang memenuhi $Dr \geq 50\%$ seperti yang ditentukan oleh desain

YES

NO

Untuk setiap titik yang tidak memenuhi kondisi di atas, nilai SPT rata-rata dari 3 titik (menggunakan titik $<50\%$, satu di atas dan satu di bawah) harus dihitung; apakah rata-rata memenuhi $Dr \geq 50\%$ seperti yang ditentukan oleh desain

YES

NO

Jika tidak, poin ini dikualifikasikan sebagai kegagalan. Apakah poin yang gagal mewakili kurang dari 10% dari jumlah total poin?

YES

NO

Zona kegagalan harus memenuhi persyaratan (pembagian area yang diuji untuk disetujui oleh insiyur), kemudian pemadatan tambahan dengan bahan reklamasi harus disediakan di zona kegagalan untuk meningkatkan kepadatan hingga memenuhi persyaratan desain.

Penerimaan

4.4 Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan

4.4.1 Keselamatan dan Kesehatan

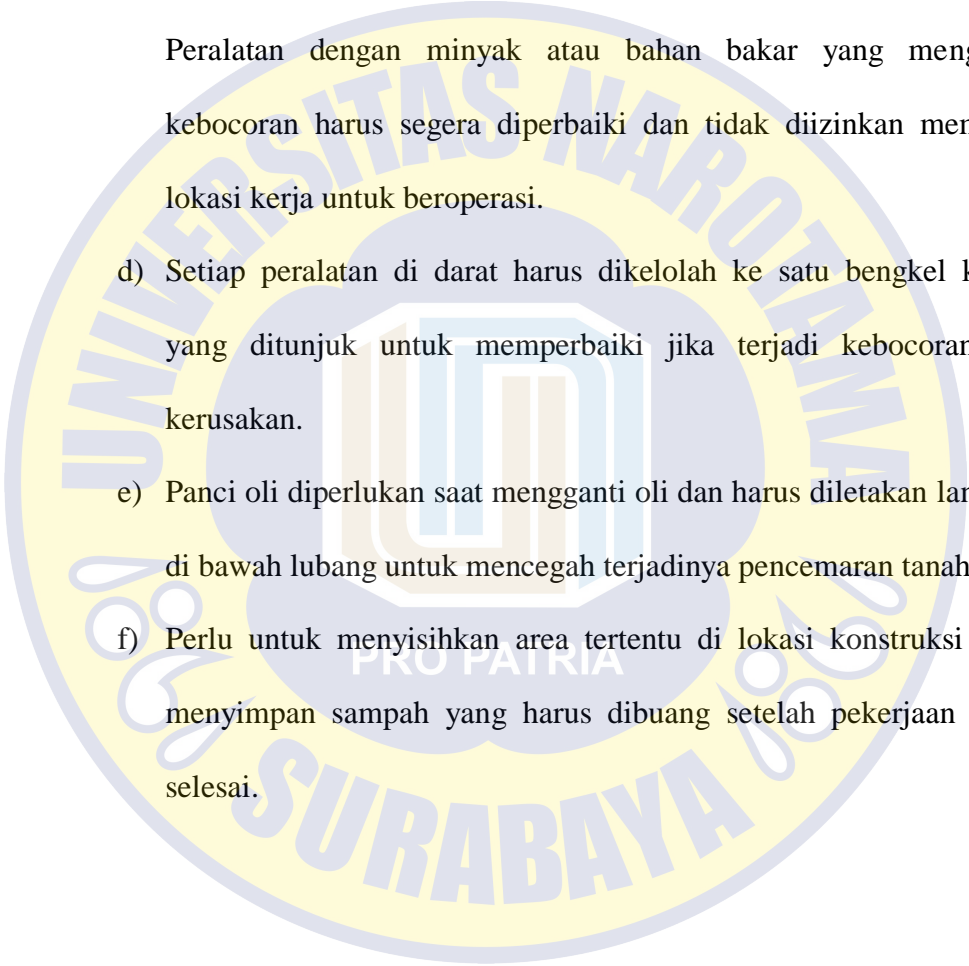
- a) Proyek ini harus dilaksanakan dengan mematuhi semua prosedur keselamatan dan standar seperti yang dipersyaratkan dalam kontrak. Ini termasuk pendirian proyek dan tim keselamatan.
- b) Program kesadaran keselamatan secara berkala harus dilakukan untuk menanamkan budaya keselamatan dan kesadaran di lokasi konstruksi. Proyek ini harus memiliki *safety first* yang fokus pada kebijakan pencegahan.
- c) Seperti yang biasa dilakukan, program induksi keselamatan wajib harus diimplementasikan pada proyek ini. Ini akan menjadi wajib untuk seluruh tenaga kerja yang terlibat dengan proyek ini, untuk menghadiri program sebelum diizinkan berpartisipasi dalam pekerjaan konstruksi.
- d) Pembicaraan kotak peralatan HSE kepada semua tenaga kerja harus dilakukan oleh Mandor/Insinyur dan dibawah pengawasan *Safety Officer* setiap hari sebelum memulai pekerjaan.
- e) Departemen Keselamatan dan Insinyur Lapangan/Mandor harus memeriksa personal alat pelindung diri (APD) sebelum memulai aktivitas.
- f) Departemen Keselamatan harus membuat analisis untuk bahaya yang serius di tempat kerja termasuk sengatan listrik, bahaya kebakaran, jatuh dari ketinggian, titik jepit, macet, bahaya

tersandung, tata graha yang buruk dan *Job Safety Analysis* (JSA) untuk tabung getar kolom batu akan dilakukan sebelum bekerja. Mengembangkan rencana untuk menangani insiden darurat, petugas keselamatan harus melakukan pemeriksaan keselamatan harian di lokasi.

- g) Penanggung jawab grup / mandor / supervisor harus memastikan bahwa semua persyaratan keselamatan telah dipatuhi, termasuk penyediaan alat yang sesuai untuk jenis kerja.
- h) Jika kondisi cuaca menjadi buruk, (angin kencang, hujan lebat, banjir, tsunami, dll), harus ada koordinasi segera dengan Departemen Keselamatan dan Manajemen Konstruksi jika pekerjaan akan dihentikan. Jika dalam hal pengamatan atau pemantauan malam perlu dilakukan memadai, dan pencahayaan harus disiapkan.
- i) Jika bekerja di ketinggian 1,8m maka sabuk pengaman diperlukan.
- j) Menjauh setidaknya 10m dari pekerjaan tabung getar yang sedang berfungsi

4.4.2 Perlindungan Lingkungan

- a) Persyaratan perlindungan lingkungan yang ketat sesuai dengan peraturan dan hukum nasional yang harus dipatuhi selama pelaksanaan proyek. Bahan berbasis minyak harus disimpan dan ditangani dengan benar untuk mencegah kebocoran dan pencemaran air.

- 
- b) Sampah dan limbah dari kegiatan konstruksi yang ada di pantai harus teratur dipindahkan ke tempat pembuangan di darat yang telah disetujui.
- c) Memperkuat perbaikan, pemeliharaan dan pemeriksaan mesin dan peralatan. Melakukan registrasi perawatan peralatan harian. Peralatan dengan minyak atau bahan bakar yang mengalami kebocoran harus segera diperbaiki dan tidak diizinkan memasuki lokasi kerja untuk beroperasi.
- d) Setiap peralatan di darat harus dikelola ke satu bengkel khusus yang ditunjuk untuk memperbaiki jika terjadi kebocoran atau kerusakan.
- e) Panci oli diperlukan saat mengganti oli dan harus diletakan langsung di bawah lubang untuk mencegah terjadinya pencemaran tanah.
- f) Perlu untuk menyisihkan area tertentu di lokasi konstruksi untuk menyimpan sampah yang harus dibuang setelah pekerjaan harian selesai.