INVESTIGASI TANAH LOKASI PEMBANGUNAN REAKTOR PLTBG DI PKS SEI PAGAR, PTPN 5

Soil Investigation of Biogas Plant Reactor Construction Site in Sei Pagar Palm Oil Mill, PTPN 5

Dwi Lukman Hakim, Novio Valentino, dan Ade Syafrinaldy
Pusat Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Gedung 625 Kawasan PUSPIPTEK Serpong - Tangerang Selatan 15314
Email: dwi.lukman@bppt.go.id

Abstract

The first step in the construction of a biogas power plant (PLTBg) is location planning. The ideal location is the area close to the feedstock and electricity network to ensure that the electricity generation can be distributed to the grid. The availability of sustainable and reliable feedstock, i.e. POME (Palm Oil Mill Effluent) is an important aspect for biogas projects because the volume of waste supply can vary throughout the year. Characteristics and supply of POME can be obtained from surveys and waste sampling. Biogas power plant is located in PKS (Palm Oil Mill) Sei Pagar, PTPN 5, Riau. This study is focused on the soil investigation by soil sampling (using a drill) and analysis of soil samples. Soil investigation aims to evaluate the condition of the existing soil layer, to find out the location of hard soil depth and to obtain soil parameter data that will be used as the basis for calculation in design of CSTR reactor structure. In addition, it is also to find out the physical and technical properties of the soil which will affect the design and construction methods of the CSTR reactor and the biogas power plant as a whole. Based on the analysis of soil bearing capacity and the results of the standard penetration test (SPT), the piling calculation needs to be carried out to a depth of 12.00 meters below the ground level with pile diameter above 60 cm. Moreover, based on foundation calculation, BH.02 point has inconsistent soil carrying capacity so that it is indicated as embankment. Therefore, it is necessary to revise the biogas plant layout.

Keywords: soil investigation, soil test, biogas power plant, POME

Abstrak

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam pembangunan pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) adalah perencanaan lokasi. Lokasi yang ideal adalah lokasi yang dekat dengan bahan baku dan harus dekat dengan daerah yang memiliki jaringan listrik untuk memastikan bahwa listrik yang dihasilkan dapat disalurkan. Ketersediaan bahan baku limbah cair POME (*Palm Oil Mill Effluent*) yang berkelanjutan dan dapat diandalkan merupakan aspek penting bagi proyek biogas karena volume pasokan limbah bisa bervariasi sepanjang tahun. Karakteristik limbah cair POME, dan kondisi pasokan dapat diperoleh dari survei dan pengambilan sampel limbah. Pembangunan PLTBg ditetapkan berlokasi di PKS (Pabrik Kelapa Sawit) Sei Pagar, PTPN 5, Riau. Kegiatan perencanaan lokasi ini ditekankan pada penyelidikan tanah dengan cara sondir dan pengambilan sampel tanah menggunakan alat bor serta analisis sampel tanah. Analisis kondisi tanah bertujuan untuk mengevaluasi kondisi lapisan tanah yang ada di lokasi dan mengetahui letak kedalaman tanah keras serta untuk mendapatkan data parameter tanah yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan pondasi dan design infrastruktur perencanaan pembangunan reaktor CSTR. Berdasarkan analisis daya dukung tanah dan hasil *standard penetration test* (SPT) diperoleh perhitungan pemancangan perlu dilakukan sampai kedalaman 12,00 meter di bawah muka tanah dengan diameter tiang pancang diatas 60 cm. Selain itu, dari perhitungan daya dukung pondasi diketahui titik BH.02 memiliki daya dukung tanah yang tidak konsisten sehingga terindikasi merupakan tanah hasil timbunan. Oleh karena itu perlu dilakukan revisi *lay-out* biogas plant.

Kata kunci: investigasi tanah, uji tanah, pembangkit listrik tenaga biogas, POME

1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif yang banyak diteliti dan dikembangkan saat ini. Salah satu sumber biogas adalah POME (*Palm Oil Mill Effluent*) atau limbah cair dari proses pengolahan kelapa sawit. Biogas dari POME dapat dimanfaatkan salah satunya untuk pembangkit listrik tenaga biogas/ PLTBg (Choong, *et.al*, 2018). Pembangunan PLTBg memiliki banyak manfaat, seperti meningkatkan profitabilitas pabrik kelapa sawit (PKS) dari penjualan tenaga listrik yang diproduksi, mengatasi masalah polusi udara dan air, serta menurunkan emisi gas rumah kaca dari gas metana yang dilepaskan limbah kelapa sawit ke atmosfer (Iskandar, *et.al*, 2018). Manfaat lainnya adalah meningkatkan kegiatan ekonomi masyarakat di sekitar pabrik dengan adanya penambahan pasokan listrik serta mendukung pemerintah dalam mewujudkan ketahanan energi melalui peningkatan kontribusi energi baru dan terbarukan (KESDM, 2011).

Langkah awal dalam pembangunan PLTBg adalah mengidentifikasi lokasi yang sesuai. Lokasi yang ideal adalah lokasi yang dekat dengan bahan baku atau POME dan harus dekat dengan daerah yang memiliki jaringan listrik untuk memastikan bahwa listrik yang dihasilkan dapat diserap. Pemilihan lokasi yang sesuai dengan rencana pembangunan pemerintah dan PLN (Perusahaan Listrik Negara) dapat meningkatkan kemungkinan disetujuinya pembelian listrik oleh PLN jika listrik yang dihasilkan hendak dijual ke PLN (Rahayu, dkk, 2015). Selain dijadikan listrik dan dijual ke PLN, terdapat dua alternatif lain pemanfaatan biogas yaitu sebagai bahan bakar boiler dan *bottling* biogas menjadi BioCNG (JIE, 2008).

Pada tahap perencanaan lokasi ini, diputuskan bersama dengan mitra PTPN 5, lokasi yang dipilih sebagai tempat pembangunan PLTBg adalah PKS Sei Pagar. Pertimbangan pemilihan yaitu lokasi dekat dengan kota Pekanbaru, terdapat jaringan listrik di dekat pabrik, serta ada peluang pasar untuk penjualan cangkang (jika biogas dipakai sebagai pengganti bahan bakar *boiler*).

Tabel 1. Limbah yang dihasilkan PKS Sei Pagar (Sumber: Anonim, 2018).

Jenis	Uraian	Produksi/hari (ton)	Pemanfaatan
Limbah padat	Tandan kosong	± 154	Mulsa/bakar
	Serabut/fiber	± 84	Bahan bakar/jual
	Cangkang	± 49	Bahan bakar/jual
	Abu/kerak boiler	± 0,05	Domestik
	Abu insinerator	± 0,77	Jual
Limbah cair	POME	± 280 m ³	Land Application

POME atau limbah cair dari PKS Sei Pagar saat ini belum dimanfaatkan, hanya diolah menggunakan kolam-kolam terbuka sebagai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) agar memenuhi syarat baku mutu lingkungan untuk dibuang ke lingkungan sekitar. POME yang diolah di kolam terbuka tersebut menghasilkan gas metana yang

menjadi emisi gas rumah kaca. POME inilah yang nantinya diolah sebagai bahan baku PLT Biogas. Potensi limbah cair POME di PKS Sei Pagar berfluktuasi mengikuti jumlah TBS yang diolah di PKS. Limbah cair POME yang dihasilkan sebesar sekitar 60% dari TBS olah. Besaran limbah yang dihasilkan oleh PKS Sei Pagar dapat dilihat pada Tabel 1.

Dalam tahap evaluasi/pemilihan lokasi pembangunan PLTBg, maka dilakukan pengumpulan informasi dan data yang diperlukan untuk melakukan kajian pustaka yang komprehensif. Dilanjutkan dengan survei ke lokasi untuk melakukan verifikasi terhadap hasil tinjauan pustaka. Dalam tahap perencanaan lokasi, data-data yang harus dikumpulkan antara lain: bahan baku biogas, kapasitas pasokan, dan kualitas bahan baku, topografi lokasi, kondisi tanah. Kondisi tanah dianalisis melalui investigasi tanah melalui sondir dan analisis tanah di laboratorium.

Setelah tahap perencanaan lokasi maka dilanjutkan tahap metode konstruksi. Tahap ini merupakan proses yang digunakan untuk membuat pelaksanaan proyek menjadi lebih tepat waktu, hemat biaya, dan terarah. Metode konstruksi yang digunakan pada setiap proyek bisa berbeda karena ditentukan oleh keadaan sekitar proyek yang berkaitan, misalnya luas ruang bebas, akses menuju lokasi, dan lingkungan sekitar proyek.

Kegiatan investigasi penyelidikan tanah lokasi pembangunan PLTBg di PKS Sei Pagar ini dilakukan dengan tujuan untuk:

- mengevaluasi kondisi lapisan tanah yang ada di lokasi dan mengetahui letak kedalaman tanah keras serta untuk mendapatkan data parameter tanah yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan pondasi dan desain infrastruktur
- mengetahui sifat teknis dan mekanis dari masing-masing sampel tanah. Hasil penelitian ini akan menjadi rekomendasi dan sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan pondasi dan design infrastruktur PLTBogas kapasitas setara 700 kW.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Dasar Teori Investigasi Tanah

Besarnya daya dukung tanah yang diizinkan menjadi acuan dasar dalam bidang perencanaan suatu pondasi baik bangunan gedung, jembatan, dermaga, atau bangunan sipil lainnya (Bowles, 1992). Perhitungan nilai daya dukung ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah tanah yang bersangkutan cukup kuat untuk menahan beban pondasi suatu bangunan tanpa terjadinya keruntuhan akibat penggeseran lapisan tanah (*shearing failure*) (Das, 1988). Secara garis besar teknik pondasi dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu pondasi dangkal, sumuran dan pondasi dalam (Bowles, 1989). Untuk menghitung besarnya nilai daya dukung dapat menggunakan persamaan-

persamaan sebagai berikut:

2.1.1. Daya Dukung Pondasi Dangkal

Untuk menentukan nilai daya dukung pondasi dangkal yang diizinkan dapat digunakan persamaan Terzaghi sebagai berikut:

Tabel 2. Rumus kapasitas daya dukung (Sumber: Terzaghi, 1943)

Tipe pondasi	Kapasitas daya dukung	
	General shear	Local shear
Menerus	$\sigma_{ult} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma N_\gamma$	$\sigma_{ult} = c' \cdot N_c' + q' \cdot N_q' + 0,5 \cdot B \cdot \gamma N_\gamma'$
Persegi	$\sigma_{ult} = 1,3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,4 \cdot B \cdot \gamma N_\gamma$	$\sigma_{ult} = 1,3 \cdot c' \cdot N_c' + q' \cdot N_q' + 0,4 \cdot B \cdot \gamma N_\gamma'$
Lingkar	$\sigma_{ult} = 1,3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,3 \cdot B \cdot \gamma N_\gamma$	$\sigma_{ult} = 1,3 \cdot c' \cdot N_c' + q' \cdot N_q' + 0,3 \cdot B \cdot \gamma N_\gamma'$

dengan

c: nilai kohesi tanah

q: dalam pondasi $\times$ berat isi

B: lebar pondasi

N_c, N_q, N_γ : koefisien daya dukung tanah

2.1.2. Daya Dukung Pondasi Sumuran

Untuk menentukan nilai daya dukung pondasi sumuran yang diizinkan berdasarkan data DCPT dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Sudarsono, dkk, 1990):

$$Q_b = A_h \cdot q_c \dots\dots\dots(1)$$

$$Q_s = A_s \cdot F_s \dots\dots\dots(2)$$

$$F_s = 0,012 \cdot q_c \dots\dots\dots(3)$$

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s \dots\dots\dots(4)$$

$$Q_{all} = Q_{ult} / S_f \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

Q_b = Daya dukung ujung (ton)

Q_s = Daya dukung selimut (ton)

A_h = Luas penampang (m^2)

A_s = Luas Selimut (m^2)

F_s = Tahanan Dinding (kg/cm^2)

S_f = Faktor keamanan

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung tiang (ton)

Q_{all} = Kapasitas daya dukung total tiang (ton)

2.1.3. Daya Dukung Pondasi Dalam

Untuk pondasi yang memikul beban cukup besar digunakan pondasi dalam yaitu pondasi *borepile* atau tiang pancang berbentuk penampang lingkaran atau bujur sangkar. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus daya dukung tiang (Sudarsono, dkk, 1990):

$$q_{izin} = q_c \cdot A/3 + J_{HP} \cdot O/5 \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

q_{izin} = daya dukung izin tiang,

q_c = nilai konus,

J_{HP} = total friksi,

A = luas penampang tiang,

O = keliling tiang, angka 3 dan 5 = faktor keamanan

Apabila digunakan tidak tunggal maka daya dukung tiang pancang kelompok harus memperhitungkan faktor efisiensi tiang yang didapatkan tiang dengan rumus (Sudarsono, dkk, 1990):

$$E = 1 - \{[\arctg(D/S)/90] \cdot \{(m-1) \cdot n + (n-1) \cdot m\} / (m \cdot n)\} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

m = jumlah tiang arah x,

n = jumlah tiang arah y,

D = sisi tiang,

S = jarak antara tiang.

2.2. Metode Penyelidikan Tanah

Metode pelaksanaan penyelidikan tanah lokasi rencana pembangunan PLTBg di PKS Sei Pagar dilakukan dengan empat metode:

- pengamatan dan pengukuran topografi
- penyelidikan tanah dengan menggunakan alat sondir
- penyelidikan tanah dengan menggunakan *Standard Penetration Test* (SPT) dan uji laboratorium sampel tanah dengan standar ASTM
- analisis daya dukung pondasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Topografi

PLTBg ini akan dibangun di lahan PKS Sei Pagar PTPN 5 yang berlokasi di Desa Pantai Raja, Kecamatan Perhentian Raja, Kabupaten Kampar. Hasil survei pengukuran di lapangan menunjukkan PKS berada pada geo-koordinat $0^\circ 19' 40''$ LU dan $101^\circ 21' 8''$ BT, dan aksesibilitas jalan yang baik di sekitar 27 km dari kota Pekanbaru yang bisa dicapai sekitar 1 jam perjalanan darat. Luas PKS $\pm 6,50$ ha, *existing pond* $\pm 3.200 m^3$, dan jarak PKS (*fatpit*) ke *pond* adalah ± 25 m. Jaringan tegangan menengah PLN terletak dekat pabrik.

Gambar 1. Topografi kabupaten Kampar (Sumber: BNPB, 2010)

Gambar 2. Lay-out PKS Sei Pagar

Topografi kabupaten Kampar sebagian besar merupakan daerah perbukitan yang berada di sepanjang Bukit Barisan yang berbatasan dengan provinsi Sumatera Barat dengan ketinggian 0-500 meter dari permukaan laut dan kemiringan 0-40%. Topografi wilayah ini umumnya datar, landai, hingga sangat curam. Wilayah bagian barat ke arah pantai, terbentuk dari formasi geologi batuan metamorfosis, batuan sedimen, sedangkan wilayah timur terbentuk dari batuan sedimen. Wilayah Kampar juga dilalui oleh sesar membujur dari timur laut ke arah tenggara, terdapat di wilayah bagian barat (perbatasan dengan Provinsi Sumatera Barat) di kawasan Batu Bersurat (BNPB, 2010).

Gambar 3. Lay-out PLTBg di PKS Sei Pagar

3.2. Hasil Pengujian Berdasarkan Data Sondir

Lokasi rencana PLTBg berada diantara koordinat E:101.35221 N:00.32817, E:101.35224 N:00.32772, E:101.35283 N:00.32772, dan E:101.35281 N:00.32818. Titik sondir dan titik pengambilan sampel tanah dibuat mengacu dari lay-out PLTBg di PKS Sei Pagar seperti terlihat pada Gambar 2 dan 3. Evaluasi kondisi lapisan tanah lokasi dilakukan berdasarkan data hasil uji sondir 5 titik. Uji sondir dilakukan dengan menggunakan alat sondir. Data hasil pengujian sondir disajikan dalam bentuk Tabel 3 dan dalam bentuk kurva hubungan kedalaman dengan nilai konus (q_c) dan nilai kumulatif total friksi (T_f) seperti ditunjukkan Gambar 4-8.

Berdasarkan data hasil uji sondir selanjutnya dapat diperkirakan karakteristik lapisan tanah yang ada di lokasi pengujian. Lapisan tanah tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan nilai rata-rata q_c seperti ditunjukkan pada tabel 4. Kedalaman tanah keras pada masing-masing titik pengujian sondir dapat dilihat pada Gambar 4-8.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji sondir

TitikSo	Max	Penetro-		Resistance		T.Friction	Rasio(
ndir	Depth	meter		(kg/cm ²)		Comulatif	F _s /q _c)(
		(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	%)
		M ₁	M ₂	q _c	F _s		
S.1	9,20	220	225	220	0,5	724,0	0,23
S.2	8,80	210	215	210	0,5	746,0	0,24
S.3	12,40	210	215	210	0,5	1510,0	0,24
S.4	12,40	215	220	215	0,5	1370,0	0,23
S.5	11,20	200	205	200	0,5	1134,0	0,25

Tabel 4. Karakteristik tanah berdasarkan nilai q_c

Nilai q_c (kg/cm ²)	Karakteristik tanah
0 – 10	lunak (<i>soft</i>)
10 – 20	sedang (<i>medium stiff</i>)
20 – 50	kaku (<i>stiff</i>)
50 – 100	sangat kaku (<i>very stiff</i>)
>100	keras (<i>hard</i>)

Gambar 4. Grafik hubungan kedalaman tanah dengan nilai konus (q_c) dan nilai kumulatif total friksi (T_f) pada titik sondir 1 (S.1)

Gambar 5. Grafik hubungan kedalaman tanah dengan nilai konus (q_c) dan nilai kumulatif total friksi (T_f) pada titik sondir 2 (S.2)

Gambar 6. Grafik hubungan kedalaman tanah dengan nilai konus (q_c) dan nilai kumulatif total friksi (T_f) pada titik sondir 3 (S.3)

Gambar 7. Grafik hubungan kedalaman tanah dengan nilai konus (q_c) dan nilai kumulatif total friksi (T_f) pada titik sondir 4 (S.4)

Gambar 8. Grafik hubungan kedalaman tanah dengan nilai konus (q_c) dan nilai kumulatif total friksi (T_f) pada titik sondir 5 (S.5)

Gambar 9. Grafik hubungan kedalaman tanah dan daya dukung pondasi pada titik BH.01.

3.3. Hasil Pengujian Berdasarkan Data SPT

SPT dilakukan menggunakan mesin bor. SPT dilakukan untuk mengambil sampel tanah pada titik BH.01 dan BH.02. Hasil pengambilan sampel tanah yang diperoleh dari pengeboran di lapangan selanjutnya diuji dilaboratorium. Adapun hasil analisis pengujian laboratorium sampel tanah titik BH.01 dan BH.02 dapat dilihat pada tabel 7-8. Identitas serta letak kedalaman sampel tanah yang diuji dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 5. Nilai daya dukung tanah titik BH.01

Diameter <i>pile</i> (cm)	Daya dukung tanah (ton)
20	8,15 - 49,71
25	14,47 - 88,88
30	23,34 - 144,12
40	50,38 - 315,57
50	92,60 - 579,58
60	153,35 - 963,66

Tabel 6. Nilai daya dukung tanah titik BH.02

Diameter <i>pile</i> (cm)	Daya dukung tanah (ton)
20	8,69 - 43,68
25	15,43 - 78,34
30	24,89 - 127,34
40	53,73 - 278,03
50	98,78 - 515,11
60	163,57 - 857,96

Gambar 10. Grafik hubungan kedalaman tanah dan daya dukung pondasi pada titik BH.02

Tabel 7. Hasil analisis pengujian laboratorium sampel tanah titik BH.01

Parameter	Metode Uji	Kedalaman sampel tanah (m)			Satuan	
		2,5 - 3	7 - 7,5	17 - 17,5		
Moisture content	ASTM D 2216 -98	14,9	12,8	23,7	%	
Spesific gravity	ASTM D 854 - 02	2,644	2,644	2,659		
Unit weight	ASTM D 2937	17,8	19,2	-	kN/m ³	
Consolidation	ASTM D 2435 - 98	0,021	0,010	-		
Sieve analysis	ASTM D 136	Gravel	0,0	0,8	0,0	%
		Sand	11,7	23,2	8,1	%
		Silt & clay	88,3	76,0	91,9	%
Atterberg limit	ASTM D 4318 - 00	Liquid Limit	25,0	22,9	Non-Plastic	%
		Plastic Limit	15,6	13,8	Non-Plastic	%
		Plasticity Index	9,4	9,1	Non-Plastic	%
Direct shear	ASTM D 3080 - 11	Cohesion	-	-	0,24	kg/cm ²
		Angle of internal	-	-	53,60	°
Triaxial	ASTM 4767 - 95	Cohesion	0,987	0,311	-	kg/cm ²
		Angle of internal	9,276	9,432	-	°

Tabel 8. Hasil analisis pengujian laboratorium sampel tanah titik BH.02

Parameter	Metode Uji	Kedalaman sampel tanah (m)			Satuan	
		4,5 - 5	9 - 9,5	14,5 - 15		
Moisture content	ASTM D 2216 -98	19	15,9	21,7	%	
Spesific gravity	ASTM D 854 - 02	2,645	2,642	2,652		
Unit weight	ASTM D 2937	19,4	-	-	kN/m3	
Consolidation	ASTM D 2435 - 98	0,011	-	-		
Sieve analysis	ASTM D 136	Gravel	0,0	0,0	0,0	%
		Sand	18,3	12,8	41,3	%
		Silt & clay	81,7	87,2	58,7	%
Atterberg limit	ASTM D 4318 - 00	Liquid Limit	25,0	Non-Plastic	Non-Plastic	%
		Plastic Limit	15,6	Non-Plastic	Non-Plastic	%
		Plasticity Index	9,4	Non-Plastic	Non-Plastic	%
Direct shear	ASTM D 3080 - 11	Cohesion	-	0,538	0,016	kg/cm²
		Angle of internal	-	50,804	57,806	°
Triaxial	ASTM 4767 - 95	Cohesion	0,9614	-	-	kg/cm²
		Angle of internal	9,217	-	-	°

Tabel 9. Identitas sampel tanah dan lokasi pengambilan

Kode Titik	Kedalaman (m)	Deskripsi	Tebal Lapisan (m)	N-SPT blow/ft
BH.01	0,00 - 1,00	(<i>Top Soil</i>) Lempung sedikit bercampur organik Warna coklat kehitaman	1.00	0 - 49
	1,00 - 8,00	Tanah lempung, sedikit kandungan pasir Warna merah	7.00	0 - 49
	8,00 - 10,00	Tanah lempung dengan konsistensi padat Warna abu-abu cerah	2.00	0 - 49
	10,00 - 16,00	Pasir berbutir halus, dengan konsistensi padat Warna abu-abu	6.00	> 50
	16,00 - 20,00	Pasir dengan butiran kasar, sangat padat Warna putih pekat	4.00	> 50
BH.02	0,00 - 1,00	(<i>Top Soil</i>) Lempung sedikit bercampur organik Warna coklat kehitaman	1.00	0 - 49
	1,00 - 3,00	Tanah lempung, sedikit kandungan pasir Warna merah	2.00	0 - 49
	3,00 - 9,00	Tanah lempung dengan sedikit kandungan pasir Warna coklat	6.00	0 - 49
	9,00 - 11,00	Pasir berbutir halus, dengan kondisi sedikit lempung, Warna coklat	2.00	0 - 49
	11,00 - 15,00	Pasir berbutir halus, dengan konsistensi padat Warna coklat muda	4.00	0 - 49
	15,00 - 20,00	Pasir, dengan konsistensi sangat padat Warna putih	5.00	> 50

3.4. Analisis Daya Dukung Pondasi

Dalam menentukan daya dukung pondasi tiang selain berdasarkan daya dukung hasil uji sondir, perlu juga dilakukan kontrol keamanan tiang pancang berdasarkan daya dukung izin penampang beton yang memikul beban aksial sesuai mutu beton yang digunakan. Dari data *Standard Penetration Test* (SPT) diperoleh hasil perhitungan nilai daya dukung tanah seperti ditunjukkan pada Tabel 5 dan 6. Nilai daya dukung tanah ini berlaku untuk kedalaman tanah 2-20 meter pada variasi diameter *pile* (tiang pancang). Perhitungan daya dukung pondasi dilakukan dengan menggunakan persamaan 1-7. Dari Tabel 5-6 dapat dilihat bahwa untuk beban reaktor biogas yang sebesar 2.000 ton, maka perlu diameter tiang pancang di atas 60 cm.

4. KESIMPULAN

Data dan analisis hasil penyelidikan tanah pada prinsipnya digunakan untuk perencanaan konstruksi pondasi suatu bangunan dalam hal ini adalah pondasi reaktor PLTBg. Data maupun analisis data geoteknik (uji sondir) yang memberikan gambaran kondisi tanah dasar pada lokasi proyek digunakan sebagai bahan pertimbangan dan atau evaluasi dalam pilihan tipe pondasi bangunan serta posisi kedalaman pondasi yang lebih sesuai dengan beban struktur bangunan yang direncanakan.

Dengan beban reaktor sebesar lebih dari 2.000 ton, maka dari hasil uji sondir dan SPT diperoleh rekomendasi jenis pondasi dalam menggunakan tiang pancang dengan kedalaman sampai 12,0 meter dari muka tanah dan diameter tiang pancang di atas 60 cm. Selain itu, berdasarkan hasil analisis tanah pada gambar 9-10 menunjukkan bahwa pada titik BH.02 memiliki daya dukung tanah yang tidak konsisten sehingga terindikasi merupakan tanah hasil timbunan. Tanah hasil timbunan tidak cocok untuk tapak reaktor yang memiliki beban

diatas 2.000 ton. Oleh karena itu perlu dilakukan revisi *lay-out* reaktor biogas PLTBg. Dari data sondir maka direkomendasikan perubahan posisi reaktor pada titik BH.02 digeser ke arah selatan dari titik BH.01.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2018). *Flyer Profil PKS Sei Pagar PTP Nusantara V*.
- BNPB, (2010). *Peta Topografi Kabupaten Kampar*.
- Bowles, Joseph E., (1989). *Foundation Analysis and Design*. 4th.Ed., Mc. Graw-Hill, New York.
- Bowles, Joseph E., (1992). *Engineering Properties of Soils and Their Measurements*. 4th.Ed., Mc. Graw-Hill, New York.
- Choong, Y.Y., Chou, K.W., Norli, I., (2018). *Strategies for Improving Biogas Production Of Palm Oil Mill Effluent (POME) Anaerobic Digestion: A Critical Review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, No. 82, Elsevier.
- Das, Braja M., (1988). *Principles of Foundation Engineering*. 3rd.Ed., Brooks Eng. Div. Monterey, California.
- Iskandar, M.J.; Baharum, A.; Anuar, F.H.; Othaman, R., (2018). *Palm Oil Industry in South East Asia and The Effluent Treatment Technology - A Review*, Environmental Technology & Innovation, No. 9, Elsevier.
- JIE, (2008). *Buku Panduan Biomassa Asia: Panduan untuk Produksi dan Pemanfaatan Biomassa*. The Japan Institute of Energy.
- KESDM, (2011). *Peluang Investasi Sektor ESDM*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Sudarsono, Sosro, Kazuto Nakazawa, (1990). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi (Soil Mechanics and Foundation Engineering)*. 5thd.Ed., PT. Pradnya Paraminta, Jakarta.
- Rahayu, A.S, Karsiwulan, D., Yuwono, H., Paramita, V., (2015). *Konversi POME Menjadi Biogas: Pengembangan Proyek di Indonesia*, Winrock International.
- Terzaghi, K., (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. John Wiley and Sons, New York.