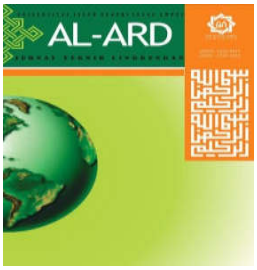


AL-ARD: JURNAL TEKNIK LINGKUNGAN
Vol.3 No.1 - September 2017(27-32)

AL-ARD
JURNAL
TEKNIK LINGKUNGAN

www.al-ard.uinsby.ac.id

ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG KERUCUK PADA BANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN LUMPUR TINJA KABUPATEN SIAK

Arqowi Pribadi[(1)]
[(1)]Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya, Indonesia
arqowi.pribadi@uinsby.ac.id

Abstract
IPLT of siak district is installation mud feces built in the district siak riau that launcher to serve around more or less 100.000 soul. The district siak generally soil structure consisting of land podsolik red yellow of rock and alluvial and tanah organosol and gley humus in the form of rawa-rawa or moist soil and building planned to be supplied bracing the ground as the kerucuk. This study aims to analyze the foundation of the kerucuk at every stage IPLT processing. Discharging from pillars foundation kerucuk is created one alternative for bracing of the ground at the land of pulpy/of land the wetness of ground a bog that are requisite and suited to increase carrying capacity of the land or reducing the incidence of of land subsidence related as a result of the construction of units liquid waste processing installations mud fecal matter kabupaten siak. Calculation a power capacity of support pillars foundation kerucuk performed on stage IPLT processing units siak district riau namely anaerobic ponds, the pool facultative, the pool maturasi, the pool solid separation chamber (SSC) and ponds in which a drying sludge bed (SDB). The analysis shows that the capacity of permission to one piece the foundation a wooden pole kerucuk with long in the depths of 12 ft 8 m from the surface of the native land of 4,648 tons.
Keywords : mud feces, IPLT, kerucuk pilar foundation.

Abstrak
IPLT Kabupaten Siak adalah Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja dibangun di wilayah Kabupaten Siak Provinsi Riau yang dioperasionalkan untuk melayani sekitar kurang lebih 100.000 jiwa. Wilayah Kabupaten Siak pada umumnya struktur tanah terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan dan alluvial serta tanah organosol dan gley humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah sehingga bangunan yang direncanakan harus diberikan perkuatan tanah seperti tiang kerucuk. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan jumlah pondasi tiang kerucuk pada setiap tahapan pengolahan IPLT. Pemakaian dari pondasi tiang kerucuk merupakan salah satu alternatif perkuatan tanah pada tanah lembek/tanah basah/tanah rawa yang berguna untuk meningkatkan daya dukung tanah atau mengurangi adanya penurunan tanah akibat pembangunan unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Siak. Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang kerucuk dilakukan pada unit-unit tahapan pengolahan IPLT Kabupaten Siak Provinsi Riau yaitu kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam *solid separation chamber* (SSC) dan kolam s*ludge drying bed* (SDB). Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas izin untuk satu buah pondasi tiang kayu kerucuk dengan panjang 4 m di kedalaman 8 m dari Permukaan tanah asli sebesar 4,648 ton.
Kata Kunci : Lumpur tinja, IPLT, pondasi tiang kerucuk.

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Kabupaten Siak terdiri dari dataran rendah di bagian timur dan sebagian dataran tinggi di sebelah barat. Pada umumnya struktur tanah terdiri dari tanah podsolik merah kuning dari batuan, dan alluvial serta tanah organosol dan gley humus dalam bentuk rawa-rawa atau tanah basah. Daerah ini beriklim tropis dengan suhu udara berkisar 25^0–32^0 Celsius. Bentuk topografi wilayah Kabupaten Siak meliputi permukaan bergelombang di daerah sebelah Barat dan Selatan dengan kondisi kemiringan lereng antara 5–15%, sedangkan sebelah Utara dan

Timur merupakan daerah yang datar dengan kondisi kemiringan lereng antara 0–5%.

Pembangunan IPLT merupakan salah satu cara untuk mencapai target 100-0-100 RPJMN Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum tahap akhir (2015-2019) yaitu pencapaian 100% akses air minum, 0% permukiman kumuh dan 100% akses sanitasi di seluruh Indonesia. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) juga merupakan salah satu sistem pengolahan tinja di Indonesia. Indonesia mempunyai 150 IPLT yang tersebar di seluruh kota. IPLT adalah suatu instalasi pengolahan air limbah yang dirancang hanya menerima dan mengolah lumpur tinja yang diangkut dengan mobil tinja. Lumpur tinja diambil dari unit pengolah limbah tinja.

Umumnya, permasalahan yang timbul pada konstruksi di atas tanah lunak adalah geseran (*shearing*). Mekanisme hilang keseimbangan dapat terjadi pada tanah dengan daya dukung rendah, diakibatkan dari beban berat tanah itu sendiri. Permasalahan lain biasanya berupa tolakan ke atas (*uplift*) yang banyak terjadi pada lapisan lempung *(clay)* dan lanau *(silt*) akibat perbedaan tekanan air dan juga sering terjadinya penurunan permukaan (*settlement*) juga permasalahan yang sering terjadi. Hal ini umumnya disebabkan oleh beratnya beban yang harus ditanggung oleh tanah lunak.

Lempung adalah agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dansubmikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaam kering sangat keras dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah. Istilah "*gumbo*" digunakan, khususnya di Amerika bagian barat, Untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin, serta amat keras. Pada kadar air yang lebih tinggi (basah) lempung tersebut bersifat lengket (Terzaghi, 1987).

Dalam kaitannya perkuatan tanah dengan pemakaian tiang untuk mendistribusikan beban secara vertikal (lewat tahanan lekat) di dalam lapisan atau dengan mentransfer beban menjadi material yang buruk sampai didukung oleh tanah yang cukup kuat (tahanan ujung). Dalam hal ini mungkin dipergunakan *Friction Pile* yaitu tiang yang tertahan oleh pelekatan antara tiang dengan tanah. Tiang semacam ini disebut juga tiang terapung (*Floating Piles*). Istilah *floating pile* dipakai untuk pondasi di atas tanah lembek dimana berat bangunan diatur supaya kurang lebih sama dengan berat tanah yang digali (Suroso dkk, 2008).

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1999) pemakaian pondasi tiang cerucuk memiliki beberapa bertujuan, antara lain :

1. Meningkatkan daya dukung tanah
2. Mengurangi terjadinya fenomena dari penurunan pondasi
3. Menghindari terjadinya gelinciran, karena cerucuk dapat menahan gaya geser lebih besar daripada tanah, selain itu cerucuk merupakan suatu tulangan penguat sehingga akan mampu menahan gerakan-gerakan tersebut.

Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang konstruksi, pemakaian cerucuk juga disesuaikan dengan kebutuhan aktualnya juga. Berbagai inovasi berdasarkan pada sistem ini banyak bermunculan, dari hal memadukannya dengan bambu, kayu maupun matras beton. Jadi, mengingat pentingnya pembangunan IPLT untuk mencegah terjadinya dampak lingkungan yang serius seiring perkembangan penduduk Kabupaten Siak, maka pondasi tiang kerucuk sangat diperlukan sekali untuk memperpanjang masa layan bangunan unit Instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) di wilayah Kabupaten Siak.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi yang akan digunakan sebagai bahan penelitian adalah Bangunan Unit Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Siak Provinsi Riau. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung lokasi dilapangan yang meliputi pengamatan kondisi topografi, kondisi bentuk geologi tanah setempat secara langsung; sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur (buku, diktat, jurnal, tugas akhir, laporan akhir perencanaan), data tanah (uji sondir), data curah hujan setempat dan data pendukung lainnya.

Analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang kerucuk akan dilakukan pada unit-unit tahapan pengolahan bangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Siak Provinsi Riau yaitu kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam *solid separation chamber* (SSC) dan kolam s*ludge drying bed* (SDB).

Gambar 1. Orientasi Kabupaten Siak Terhadap Provinsi Riau

TAHAPAN ANALISIS

Dalam upaya menunjang kegiatan dalam menganalisis kapasitas daya dukung pondasi tiang kerucuk, maka pemerintah melalui Departemen Pekerjaan Umum telah selesai menerbitkan pedoman teknis mengenai "Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Kerucuk Kayu di Atas Tanah Lembek dan Tanah Gambut" No. 029/T/BM1999 Lampiran No. 6 Keputusan Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 76/KPTS/Db/1999 Tanggal 20 Desember 1999.

SPESIFIKASI ANALISIS

Spesifikasi analisis teknis bangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Siak Provinsi Riau adalah kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam *solid separation chamber* (SSC) dan kolam *sludge drying bed* (SDB).

Jenis pondasi	:	Pondasi tiang kayu kelas I
Diameter pondasi tiang	:	100 mm
Panjang pondasi tiang	:	4000 mm
Titik kedalaman tiang	:	8000 mm

A. Kolam Anaerobik

Dimensi bentang panjang	:	5200 mm
Dimensi bentang pendek	:	2500 mm
Kedalaman dinding	:	3650 mm
Ketebalan dinding beton	:	300 mm
Berat jenis beton	:	2,4 ton/m^3

B. Kolam Fakultatif

Dimensi bentang panjang	:	18400 mm
Dimensi bentang pendek	:	9200 mm
Kedalaman dinding	:	2650 mm
Ketebalan dinding beton	:	300 mm
Berat jenis beton	:	2,4 ton/m^3

C. Kolam Maturasi

Dimensi bentang panjang	:	8800 mm
Dimensi bentang pendek	:	4400 mm
Kedalaman dinding	:	1650 mm
Ketebalan dinding beton	:	300 mm
Berat jenis beton	:	2,4 ton/m^3

D. Kolam *Solid Separation Chamber* (SSC)

Dimensi bentang panjang	:	12400 mm
Dimensi bentang pendek	:	9600 mm
Kedalaman dinding	:	1900 mm
Ketebalan dinding beton	:	300 mm
Berat jenis beton	:	2,4 ton/m^3

E. Kolam *Sludge Drying Bed* (SDB)

Dimensi bentang panjang	:	8200 mm
Dimensi bentang pendek	:	7400 mm
Kedalaman dinding	:	1000 mm
Ketebalan dinding beton	:	300 mm
Berat jenis beton	:	2,4 ton/m^3

ANALISIS KAPASITAS TIANG KERUCUK

Kerucuk biasanya banyak dipakai untuk meningkatkan daya dukung pondasi dan dapat mengurangi penurunan yang akan terjadi. Salah satu alternatif pemakaian kerucuk ialah karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain : biaya yang relatif murah, bahan mudah didapat, pelaksanaannya sederhana, mudah

dikontrol dan waktu pelaksanaannya yang relatif lebih singkat. Daya dukung ijin pondasi tiang kerucuk berdasarkan data sondir (q_c dan JHP) Sondir yang digunakan merek Geonor berkapasitas 16 kg/cm^2, konus tipe tunggal yang hanya bisa mengukur perlawanan konus, dipasang diujung stang, dipasang manometer diatas stang, kemudian ditekan kebawah dan dibaca setiap 20 cm, diukur perlawanan konus hingga mencapai kedalaman 10 m atau hingga perlawanan konus 200 kg/cm^2.

Berdasarkan data sondir yang didapat daya dukung tanah dihitung menurut persamaan berikut ini.

$$Qa = Qa_1 + Qa_2 \quad (1)$$

$$Qa_2 = \frac{JHP \times U}{Fk_2} \quad (2)$$

$$Qa_1 = \frac{q_c \times Ab}{Fk_1} \quad (3)$$

Dimana :

Qa = Daya dukung ijin satu buah pondasi tiang (kg)
Qa_1 = Daya dukung ijin friksi tiang
Qa_2 = Daya dukung ijin ujung tiang
JHP = Jumlah hambatan pelekat (*total friction*) adalah penjumlahan *sleeve friction* konus sondir mulai ujung tiang bagian atas hingga kedalaman tertentu (kg/cm^2)
U = Keliling penampang tiang (cm)
Ab = Luas dasar tiang (cm^2)
q_c = Tahanan ujung konus pada level dasar tiang (kg/cm^2)
Fk = Faktor keamanan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil data pengamatan secara langsung dilapangan dan mempertimbangkan hasil uji sondir tanah di daerah Kabupaten Siak Provinsi Riau, maka analisis kapasitas daya dukung pondasi satu buah tiang kerucuk dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini.

Jenis pondasi : Pondasi tiang kayu kelas I
Diameter pondasi tiang : 100 mm
Panjang pondasi tiang : 4000 mm
Titik kedalaman tiang : 8000 mm

JHP = Jumlah hambatan pelekat (*total friction*) adalah penjumlahan *sleeve friction* konus sondir mulai ujung tiang bagian atas hingga kedalaman tertentu (kg/cm^2)
JHP = 206,335 kg/cm^2 (Hasil Pengujian Tanah Sondir)
U = Keliling penampang tiang (cm)
U = 31,4159 cm
Ab = Luas dasar tiang (cm^2)
Ab = 78,5398 cm^2
q_c = Tahanan ujung konus pada level dasar tiang (kg/cm^2)
q_c = 95 kg/cm^2 (Hasil Pengujian Tanah Sondir)
Fk = Faktor keamanan
Fk = 3

$$Qa_1 = \frac{q_c \times Ab}{Fk_1} = \frac{95 \times 78{,}5398}{3}$$

Qa_1 = 2,48709 ton

$$Qa_2 = \frac{JHP \times U}{Fk_2} = \frac{206{,}335 \times 31{,}4159}{3}$$

Qa_2 = 2,16074 ton

$Qa = Qa_1 + Qa_2 = 2{,}48709 + 2{,}16074$

Qa = 4,64783 ton

Jadi kapasitas izin untuk satu buah tiang kayu kerucuk dengan panjang 4 m pada kedalaman 8 m dari permukaan tanah asli setempat sebesar 4,648 ton.

Analisis jumlah kebutuhan pondasi tiang kerucuk pada unit-unit tahapan pengolahan bangunan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Kabupaten Siak Provinsi Riau yaitu kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, kolam *solid separation chamber* (SSC) dan kolam s*ludge drying bed* (SDB) bisa dijabarkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Jumlah kebutuhan pondasi tiang kerucuk pada tiap unit pengolahan IPLT Kabupaten Siak

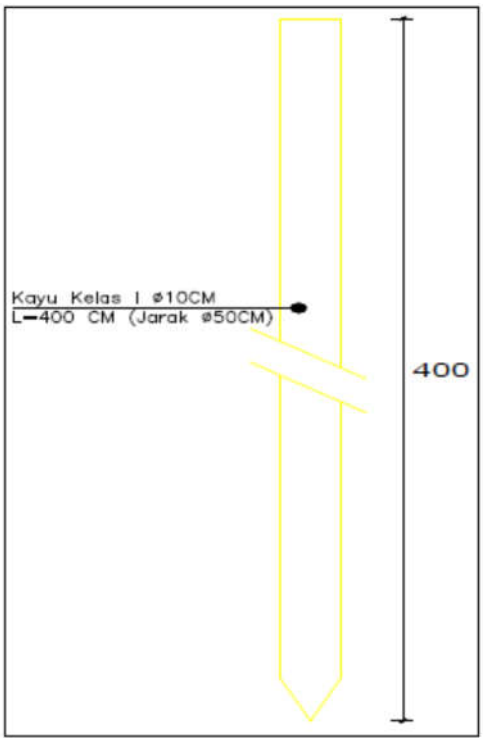
No.	Jenis Perhitungan	Kolam Anaerobik	Kolam Fakultatif	Kolam Maturasi	Kolam SSC	Kolam SDB
1.	Dimensi bentang panjang	5200 mm	18400 mm	8800 mm	12400 mm	8200 mm
2.	Dimensi bentang pendek	2500 mm	9200 mm	4400 mm	9600 mm	7400 mm
3.	Kedalaman dinding	3650 mm	2650 mm	1650 mm	1900 mm	1000 mm
4.	Ketebalan dinding beton	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm
5.	Berat struktur dinding beton bertulang pada arah bentang panjang	13,6656 ton	35,1072 ton	10,4544 ton	16,9632 ton	5,904 ton
6.	Berat struktur dinding beton bertulang pada arah bentang pendek	6,57 ton	17,5536 ton	5,2272 ton	13,1328 ton	5,328 ton
7.	Jumlah kebutuhan pondasi tiang kayu kerucuk pada arah bentang panjang	3 buah	8 buah	3 buah	4 buah	2 buah
8.	Jumlah kebutuhan pondasi tiang kayu kerucuk pada arah bentang pendek	2 buah	4 buah	2 buah	3 buah	2 buah

(*Sumber : Laporan akhir perencanaan teknis instalasi pengolahan lumpur tinja kabupaten siak, 2015*)

Hasil analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang kerucuk berdasarkan pada pengamatan visual secara langsung kondisi dilapangan dan mempertimbangkan hasil pengujian sondir tanah di daerah Kabupaten Siak Provinsi Riau dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

Jenis pondasi : Pondasi tiang kayu kelas I
Diameter pondasi tiang : 100 mm
Panjang pondasi tiang : 4000 mm
Titik kedalaman tiang : 8000 mm

Analisis kapasitas izin satu buah tiang kayu kerucuk dengan panjang 4 m pada kedalaman 8 m dari permukaan tanah asli diperoleh sebesar 4,648 ton.



Gambar 2. Detail pondasi tiang kayu kerucuk

4. KESIMPULAN

Hasil analisis dapat diambil kesimpulan bahwa kapasitas daya dukung izin satu buah tiang kayu kerucuk dengan panjang 4 m pada kedalaman 8 m dari permukaan tanah asli diperoleh sebesar 4,648 ton. Jumlah kebutuhan pondasi tiang kerucuk pada unit pengolahan IPLT Kabupaten Siak paling banyak ada di unit kolam fakultatif sejumlah 8 buah, sedangkan paling kecil ada di unit s*ludge drying bed* (SDB) sejumlah 2 buah.

5. DAFTAR PUSTAKA

Affandi, Diah. 2009. *Pengkajian Kapasitas Daya Dukung Tanah Gambut Di Daerah Pengembangan Irigasi Di Kalimantan Tengah*. Jurnal JAI Vol 5 No 2. 2009.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999. *Tata Cara Pelaksanaan Pondasi Cerucuk Kayu Di atas Tanah Lembek dan Tanah Gambut. Pedoman Teknik*. Jakarta : PT. Medisa.

Pribadi, A. 2015. *Perencanaan Teknis Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kabupaten siak Provinsi Riau*. Laporan akhir, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya.

Suroso, Dkk. 2008. *Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (Soft Clay) Menggunakan Cerucuk Dengan Variasi Panjang Dan Diameter Cerucuk*. Jurnal Rekayasa Sipil Vol 2 No 1. 2008.

Terzaghi, karl. 1987. *Mekanika Tanah dalam praktek rekayasa Jilid I Edisi Kedua,* Jakarta : Erlangga.