

PERANCANGAN TEMPAT PENYIMPANAN SPUN PILE DAN MINI PILE DI LOKASI PADAT AKTIVITAS (STUDI KASUS GEDUNG LABORATORIUM UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK)

Nurul Asnah¹, Endang Mulyani², Rafie²

¹Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

²Dosen Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

ABSTRAK

Penempatan pile dirancang dengan kondisi tanah lempung yang sebagian besar ada di daerah Pontianak. Digunakan variabel fungsi objektif *Traveling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI) seminimal mungkin dari skenario yang dibuat. Pemindahan tata letak dilakukan sebanyak tiga skenario. Selain penentuan tata letak yang optimal, dilakukan juga penyesuaian terhadap situasi dan kondisi terhadap tanah yang ada dilokasi perletakan. Penyesuaian kondisi tanah meliputi material yang digunakan untuk permukaan tanah, luasan yang diperlukan dan site plan keseluruhan dari pelabuhan menuju lokasi proyek. Dari ketiga skenario didapat hasil nilai TD minimum sebesar 4079 meter dan nilai (SI) minimum sebesar 161,44 meter yang ada pada skenario 3 dengan mengalami penurunan 0,48% untuk TD dan 29,58% untuk SI dari kondisi eksisting. Material tambahan pelapis pile digunakan *geotextile* sebanyak 3 lembar dengan luas 48 m² dan balok kayu persegi sebanyak 6 batang. Selisih pekerjaan pondasi dan kedatangan pile adalah 146 hari dan juga termasuk lama pile di penyimpanan sebelum dipancang.

Kata kunci: *site facility, Traveling Distance, Safety Index, situasi perletakan, kondisi tanah, waktu pekerjaan pondasi.*

ABSTRACT

The placement of the pile is designed to condition the soil clays that mostly exist in the area of Pontianak. Used objective function variable *Traveling Distance* (TD) and the *Safety Index* (SI) minimal possible scenarios are created. Transfer of layout is done as many as three scenarios. In addition to the determination of the optimal layout, done well adjustments towards the situation and condition of the existing soil against what they saw. Adjustment of soil conditions includes materials that are used for the surface of the ground, the area required and the overall site plan of the Harbour to the location of the project. The third scenario results obtained From the value of BP 4079 meters and a minimum of values (SI) minimum of 161.44 meters in scenario 3 with decreased 0.48% for TD and 29.58% from the existing conditions for SI. Additional material upholstery *geotextile* used pile as much as 3 sheets with an area of 48 m² and square beams as 6 rods. The difference in the work of the Foundation and the arrival of the pile was 146 days and also including long pile in storage before stake.

Keywords: *site facility, Traveling Distance, Safety Index, they saw the situation, soil conditions, the time of work of the Foundation.*

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan kegiatan konstruksi pada dasarnya menggunakan material tertentu untuk setiap tahap pengerjaan suatu gedung, jembatan, maupun infrastruktur lainnya yang menunjang kehidupan manusia. Material merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek, lebih dari separuh biaya proyek diperuntukkan untuk material yang digunakan (Nugraha, 1985).

Ada beberapa spesifikasi perbedaan material yang digunakan pada setiap tahap pekerjaan konstruksi

seperti pekerjaan pondasi, pekerjaan lantai, pekerjaan dinding sampai pekerjaan finising. Material yang digunakan untuk pekerjaan pondasi juga sangat penting untuk diperhitungkan mutu dan kualitasnya karena kekuatan yang menampung seluruh beban konstruksi adalah struktur pondasi itu sendiri.

Dalam rangka mengatur dan mengontrol arah jalannya suatu proyek tersebut harus memulai tahap perencanaan, pelaksanaan maupun sampai pada tahap pengawasan. Namun pada kenyataannya ada hal lain yang akan dihadapi, yaitu bagaimana cara menempatkan material apabila lokasi penempatan material berada pada lokasi padat aktivitas yang ada

didalam kota dan didaerah pendidikan seperti pembahasan penelitian ini, maka akan sangat mempengaruhi proses atau jalannya pekerjaan konstruksi dalam segi waktu ataupun biaya.

Saat ini Universitas Tanjungpura sedang melaksanakan pembangunan beberapa gedung tambahan untuk kelancaran kegiatan pendidikan di universitas tersebut. Ada lima penambahan gedung baru dan kegiatan ini dinamakan proyek 7 in 1 yang dilaksanakan merata bagi tujuh perguruan tinggi yang tersebar diwilayah Indonesia. Proyek ini dimulai bulan Juli 2017 dan jadwal selesai bulan September 2018 dengan rentang waktu sekitar 60 minggu. Akan tetapi, pelaksanaan proyek ini berlangsung saat kegiatan aktivitas akademik berjalan seperti biasa. Pada jam sibuk, aktivitas di lokasi Universitas ini cukup padat karena tempat lalu lintas civitas akademik yaitu mahasiswa, dosen, maupun karyawan.

Pembahasan penelitian ini hanya pada sebuah gedung Laboratorium dikarenakan gedung tersebut mengalami keterlambatan tahap pekerjaan dilapangan dari gedung lainnya dan terjadi pemindahan posisi perletakan material spun pile dan mini pile dari pertama kali kedatangan material tersebut sampai pekerjaan pondasi dilaksanakan. Terjadi 2 kali perbedaan posisi letak spun pile dan mini pile dan juga terjadi 3 kali perbedaan lokasi pintu keluar masuk untuk pekerjaan proyek gedung Laboratorium. Gudang penyimpanan material yang dirancang yaitu jenis gudang terbuka dan bahan yang akan digunakan untuk gudang terbuka tersebut tidak membuat waste material tambahan dan tetap mempertahankan kualitas mutu beton itu sendiri.

Fokus penelitian yang dibahas tentang perancangan tempat penyimpanan spun pile dan mini pile di lokasi padat aktivitas proyek gedung Laboratorium Ilmu Dasar Universitas Tanjungpura Pontianak yang berada dikawasan jalan DR. Hadari Nawawi Pontianak.

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Lokasi dan Waktu Penelitian

Proyek yang diteliti sebagai sumber data dalam penelitian adalah pekerjaan pondasi, waktu masuknya material di lokasi dan lokasi penempatan material di lapangan. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan sebagai berikut :

- Nama proyek : Pembangunan Laboratorium Universitas Tanjungpura
- Alamat Proyek : Jl.Prof.Dr.H.Hadari Nawawi, Bansir Laut, Pontianak
- Type Bangunan : Gedung Laboratorium
- Penanggung Jawab : PT. PP-Jaya Konstruksi

Metode yang digunakan yaitu menggunakan variabel fungsi objektif sebagai sebagai objek pertimbangan untuk melakukan perletakan yang optimum. variabel fungsi objektif yang digunakan berupa Traveling Distance (TD) dan Safety Index

(SI). Letak penempatan yang optimum dapat dicari dengan meminimalkan jarak TD dan juga meminimalkan SI. Selain tempat penyimpanan tiang pancang, di lokasi proyek juga mempunyai beberapa fasilitas sementara yang memiliki hubungan secara langsung dengan aktifitas fisik pengerjaan proyek dilapangan. Untuk mencari nilai TD dan SI diperlukan analisa beberapa fasilitas lainnya yang menunjang pekerjaan pondasi.

Dalam penelitian ini, penulis membuat pemindahan lokasi skenario hanya pada tempat stok spun pile dan mini pile sesuai pembahasan utama. Skenario pemindahan lokasi penyimpanan spun pile dan mini pile dilakukan sebaiknya dengan angka ganjil, oleh karena itu penelitian ini digunakan tiga kali pemindahan untuk melihat perbandingan angka paling minimum. Selain posisi perletakan pile yang optimum, dianalisa juga kondisi tanah diatas timbunan dan shedule kedatangan pile untuk mengetahui berapa lama pile terakhir yang akan digunakan dari kedatangan sampai selesai digunakan keseluruhan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Yang Digunakan

Untuk menentukan posisi lokasi tempat perletakkan material tiang pancang yang optimum digunakan variabel fungsi objektif *Traveling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI). Letak penempatan yang optimum dapat dicari dengan meminimalkan jarak TD dan juga meminimalkan SI.

Dalam perhitungan TD dan SI diperlukan data pengukuran jarak antar fasilitas dan frekuensi perjalanan pekerja. Angka *Safety* didapat dari perhitungan menggunakan rumus proporsi jarak (Eko Pramana, 2014).

$$\text{Nilai Safety} = \left(\frac{a}{d} \times e\right) + \left(\frac{b}{d} \times e\right) + \left(\frac{c}{d} \times e\right) + \dots$$

Dimana :

- a : Total perjarak ke zona 1 (m)
- b : Total perjarak ke zona 2 (m)
- c : Total perjarak ke zona 3 (m)
- d : Total jarak keseluruhan antar fasilitas (m)
- e : Nilai *Safety* index (1, 2, 3,...)

Selanjutnya menghitung besarnya jarak hubungan antara jarak dengan frekuensi pemindahan fasilitas, *Traveling Distance* (TD), dengan menggunakan rumus berikut :

Dimana :

- TD : hubungan antara jarak tempuh dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas
- n : jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)
- d_{ij} : jarak aktual antara fasilitas I dan j
- F_{ij} : frekuensi perpindahan antar fasilitas I dan j

Selain itu, juga dihitung besarnya hubungan antara tingkat safety dengan frekuensi perpindahan

antar fasilitas, Safety Index (SI), menggunakan rumus berikut :

$$Safety\ Index\ (SI) = \sum_{i,j=1}^n s_{ij} \times F_{ij}$$

Dimana :

- SI : hubungan antara tingkat keamanan dan keselamatan dengan frekuensi perpindahan
- n : jumlah fasilitas (*nonfixed facilities* dan *fixed facilities*)
- s_{ij} : tingkat keamanan dan keselamatan (*safety*) antar fasilitas i dan j
- F_{ij} : frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

Setelah dilakukan perhitungan terhadap beberapa skenario pemindahan, Selanjutnya menggambarkan diagram *Multi-Objectives Function* yang didapat dari gabungan hasil perhitungan *Traveling Distance* (TD) optimum dengan *Safety Index* (SI) optimum. Kemudian diplotkan ke dalam diagram. Dari gambar diagram dapat dilihat bahwa sumbu X merupakan fungsi objektif dari *Traveling Distance* dan sumbu Y merupakan fungsi objektif *Safety Index*.

Hasil Pengumpulan Data dan Identifikasi Lokasi

Ada beberapa fasilitas sementara yang memiliki hubungan secara langsung dengan aktifitas fisik pengerjaan proyek dilapangan. Fasilitas yang ada pada proyek diidentifikasi dengan cara wawancara secara langsung pengawas proyek (PP) dan beberapa pekerja. Beberapa fasilitas sementara (*temporary facilities*) di lokasi yaitu:

Tabel 1 List Fasilitas Sementara (*tempory facility*)

Fasilitas	Keterangan	luas (m ²)
genset	tempat perletakan genset	20,80
site office	tempat stan pengawas dan karyawan lain	45,00
gudang alat	penyimpanan alat listrik yang berukuran kecil	36,50
perakitan besi	tempat merakit besi yang panjang menjadi tulangan untuk keep pile dan tulangan beton lainnya	45,50
stok material besar lain	tempat penyimpanan material mentah yang belum dirakit	200,50
stok spun pile	tempat menyimpan spun pile sebelum digunakan	98,50
stok mini pile	tempat menyimpan mini pile sebelum digunakan	48,00

Selanjutnya dilakukan pengukuran jarak antar *site facilities*. Jarak ini dilihat berdasarkan rute

perjalanan pekerja dari fasilitas satu ke fasilitas lainnya dan diukur menggunakan satuan dalam meter (m) dengan menggunakan bantuan alat ukur jarak beroda. Dari hasil pengumpulan data tersebut, lalu disusun ke dalam tabel jarak antar *site facilities*.

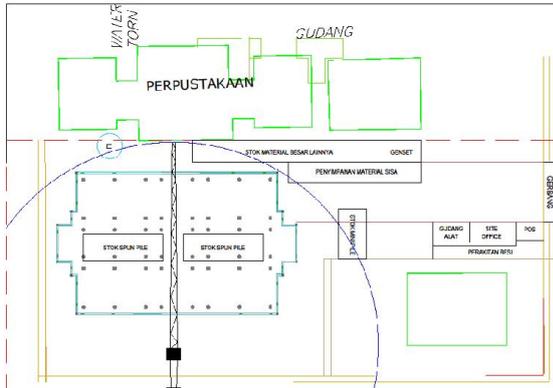
Tabel 2 Jarak Antar Fasilitas (meter)

Frekuensi	genset	site office	gudang alat	perakitan besi	stok material besar lain	stok spun pile	stok mini pile
genset	0	27,25	21,6	26,2	5	35,35	21,5
site office	27,25	0	11	24,45	47,2	62,45	33,85
gudang alat	21,6	11	0	5	35,4	46	17,8
perakitan besi	26,2	24,45	5	0	38,25	48,5	18,45
stok material besar lain	5	47,2	35,4	38,25	0	30,45	21,4
stok spun pile	35,35	62,45	46	48,5	30,45	0	20,95
stok mini pile	21,5	33,85	17,8	18,45	21,4	20,95	0

Tabel 3 Frekuensi Perjalanan Pekerjaan (kali/hari)

Frekuensi	genset	site office	gudang alat	perakitan besi	stok material besar lain	stok spun pile	stok mini pile
genset	0	2	1	1	2	0	0
site office	2	0	6	3	5	4	3
gudang alat	1	6	0	25	12	2	2
perakitan besi	1	3	25	0	8	0	0
stok material besar lain	2	5	12	8	0	1	1
stok spun pile	0	4	2	0	1	0	0
stok mini pile	0	3	2	0	1	0	0

Identifikasi Safety Index (SI) dan (Traveling Distance) TD



Gambar 1 Site Layout (kondisi eksistin) dan zona kecelakaan kerja

Dari gambar tersebut, kemudian ditentukan klasifikasi tingkat bahaya kecelakaannya yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4 Klasifikasi tingkat bahaya

nilai Safety	Kriteria Kecelakaan
1	Diluar radius lengan crane
2	Masuk dalam radius lengan crane
3	Masuk dalam radius lengan crane dan mendekati area tiang listrik

Pada Tabel 4 dapat dilihat semakin kecil nilai safety maka akan semakin aman, karena kemungkinan bahaya yang terjadi juga semakin kecil. Namun sebaliknya, jika nilai safety-nya besar, maka kemungkinan bahaya yang terjadi juga semakin besar.

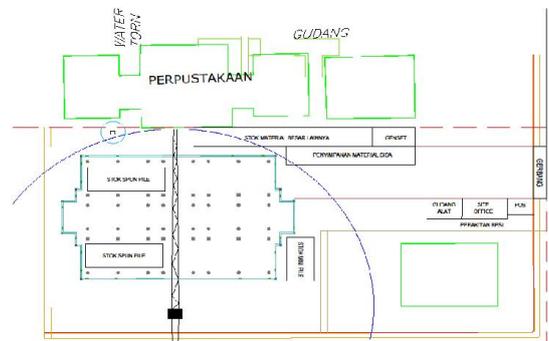
Tabel 5 Safety index antar fasilitas

Frekuensi	genset	site office	gudang alat	perakitan besi	stok material besar lain	stok spun pile	stok mini pile
genset	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,12
site office	1,00	0	1,00	1,00	1,32	1,50	1,10
gudang alat	1,00	1,00	0	1,00	1,14	1,50	1,14
perakitan besi	1,00	1,00	1,00	0	8	0	0
stok material besar lain	1,00	1,32	1,14	1,22	0	1,88	1,00
stok spun pile	1,50	1,50	1,50	1,58	1,88	0	2,00
stok mini pile	1,12	1,10	1,14	1,00	1,00	2,00	0

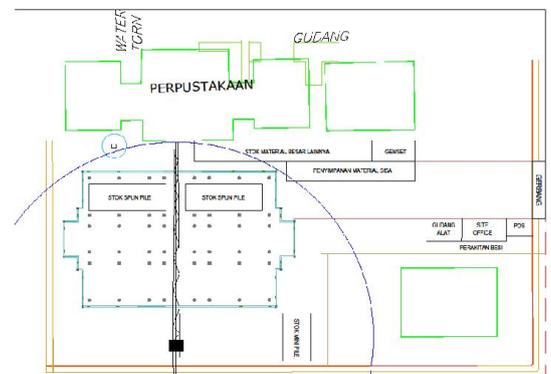
Kemudian hasil identifikasi nilai safety selanjutnya akan disusun ke dalam sebuah tabel untuk melihat angka safety antar fasilitas. Angka nilai safety ini dihitung dengan menggunakan rumus proporsi jarak (Eko Pradana, 2014). Kemudian, nilai pada kolom safety index diplot kedalam tabel seperti dibawah :

Identifikasi Skenario Pemindahan

Dilakukan tiga skenario pemindahan termasuk skenario eksisting. Pada kondisi (eksisting) atau skenario 1, belum dilakukan pemindahan fasilitas. Gambar site layout untuk kondisi eksisting adalah terdapat pada gambar IV.6. Ketiga skenario tersebut melakukan pemindahan fasilitas hanya berfokus pada tempat stok spun pile dan mini pile. Identifikasi skenario 2 dan skenario 3 dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2 Site Layout (skenario 2)



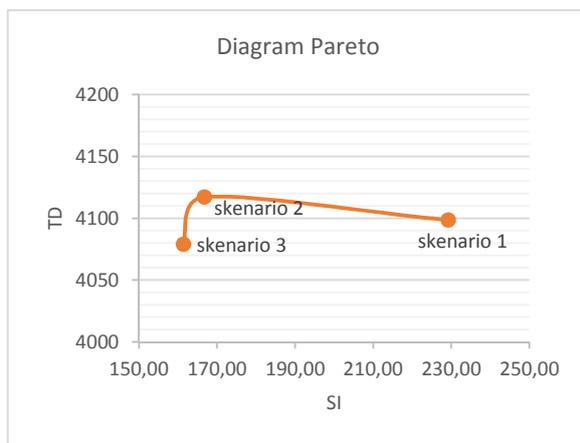
Gambar 3 Site Layout (skenario 3)

Dari skenario dua dan tiga terdapat perubahan pada jarak yang terjadi pada perletakkan spun pile dengan fasilitas lainnya dan juga mini pile dengan fasilitas lainnya. Perubahan jarak tersebut otomatis merubah angka perhitungan (SI) safety index menggunakan proporsi jarak. Berikut tabel perhitungan untuk mencari TD dan SI :

Penentuan site layout optimum, dilakukan dengan cara mencari skenario yang memiliki nilai TD dan SI terkecil. Hasil dari perhitungan TD dan SI pada tiap skenario diplot ke dalam diagram pareto optimal sebagai berikut:

Tabel 6 Nilai TD dan SI skenario 1,2 dan 3

Skenario	Traveling Distance(TD)		Safety Index (SI)		
	Nilai Total (m)	Perubahan (%)	Nilai Total (m)	Perubahan (%)	
1 (eksisting)	4099	0	229,25	0	
2	4117	0,45 naik	166,77	-27,25	turun
3	4079	-0,48 turun	161,44	-29,58	turun



Gambar 4 Diagram Pareto Optimal

Identifikasi Penempatan Material yang Sesuai Kondisi Tanah

Dari hasil pengamatan di laboratorium tanah dengan data sondir didapat hasil data tanah lokasi pembangunan gedung Laboratorium Universitas Tanjungpura adalah termasuk jenis tanah lempung (*Clay*). Untuk mengantisipasi ketidakstabilan di atas tanah lempung, dilakukan lapisan tambahan dipermukaan tanah dengan stabilitas kembang susut yang baik.

Maka digunakan Geotextile disesuaikan dengan luas daerah penempatan material yang dibutuhkan dan kayu balok yang digunakan dalam satu tumpukan adalah dua batang yaitu penyanggah bagian depan dan bagian belakang material. Diasumsikan banyaknya material yang disusun dalam satu tumpukan adalah sepanjang ukuran kayu balok yang berada diatas geotextile.

- Panjang kayu balok : 4 m
- Ukuran mini pile : 0,25 m
- Diameter spun pile : 0,4 m dan 0,5 m
- Geotextile : 4 x 12 = 48 m² / lembar

Banyaknya kayu yang digunakan :

2 batang x 3 tumpukan = 6 batang

Banyaknya material pada tumpukan pertama :

$$\text{Mini pile} = \frac{4}{0,25} = 16 \text{ unit}$$

$$\text{Spun pile } \varnothing 0,4 \text{ m} = \frac{4}{0,4} = 10 \text{ unit}$$

$$\text{Spun pile } \varnothing 0,5 \text{ m} = \frac{4}{0,5} = 8 \text{ unit}$$

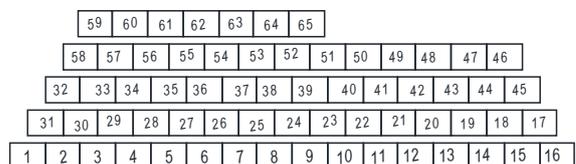
Banyaknya lokasi tumpukan pada setiap material :

$$\text{Mini pile} = 16 + 15 + 14 + 13 + 12 = 70 \text{ unit}$$

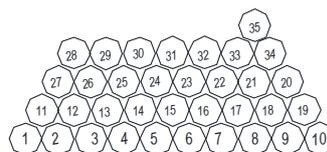
$$\text{Spun pile } \varnothing 0,4 \text{ m} = 10 + 9 + 8 + 7 + 1 = 35 \text{ unit}$$

$$\text{Spun pile } \varnothing 0,5 \text{ m} = 8 + 7 + 6 + 5 + 4 = 30 \text{ unit}$$

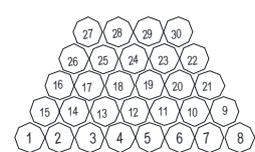
enurunan pada timbunan diprediksi diakibatkan oleh keruntuhan daya dukung. Beban yang diterima oleh permukaan tanah akan diteruskan ke dalam lapisan di bawahnya. Oleh karena itu, untuk mengurangi potensi keruntuhan daya dukung tanah geotextile akan dipasang di atas permukaan tanah atau lapisan dasar timbunan pile untuk memberikan perkuatan tambahan. Sketsa lokasi tumpukan terlihat pada Gambar 5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5 sketsa setiap lokasi tumpukan

- (a) Tumpukan mini pile
- (b) Tumpukan spun pile $\varnothing 0,4 \text{ m}$
- (c) Tumpukan spun pile $\varnothing 0,5 \text{ m}$

Tumpukan kedua dan seterusnya diletakan pada bagian sela - sela atas tumpukan pertama material agar tidak tergelincir pada bagian ujung setiap tumpukan. Untuk mini pile setiap tumpukan dilapisi lagi dengan kayu bekas disekitaran proyek agar besi yang muncul keluar selimut mini pile tidak rusak.



Gambar 6 tumpukan mini pile dilapangan

Berdasarkan Persamaan 5-13 didapatkan parameter diagram keruntuhan daya dukung tanah lempung.

$$\alpha_1 = 45 + \frac{\phi}{2} \quad (5)$$

$$\alpha_2 = 45 - \frac{\phi}{2} \quad (6)$$

$$\psi = 90 - \phi \quad (7)$$

$$\Omega_1 = 180 - \alpha_1 - \psi \quad (8)$$

$$\Omega_2 = 180 - \alpha_2 - \psi \quad (9)$$

$$r_1 = \frac{B \times \sin \alpha_1}{\sin \psi} \quad (10)$$

$$r_0 = r_1 \times e^{(-\Omega_1 \text{ rad} \times \tan \phi)} \quad (11)$$

$$r_2 = r_0 \times e^{(180 - \Omega_2) \text{ rad} \times \tan \phi} \quad (12)$$

$$M = \frac{R_2 \times \sin(180 - \psi)}{\sin \alpha_2} \quad (13)$$

Hitungan tersebut dihasilkan dengan menggunakan nilai sudut gesek tanah lempung = 0°.

Tabel 7 Parameter diagram keruntuhan daya dukung tanah

Parameter	T. Lempung
α_1	45°
α_2	45°
ψ	90°
Ω_1	45°
Ω_2	45°
r_1	1,38011
r_0	1,38011
r_2	1,38011
M	1,45

Karena parameter keruntuhan daya dukung tanah maksimum yang terjadi adalah 1,38011 m maka permukaan tanah untuk perletakan pile harus diletakkan lebih dari 1 m disekeliling tumpukan.

Perencanaan Penjadwalan Pengadaan Material

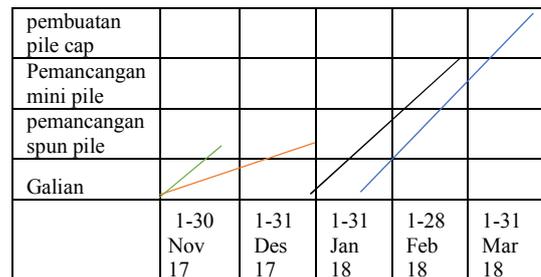
Dari *time schedule* dapat dilihat pekerjaan struktur dasar (*base structure work*) dimulai pada awal bulan November 2017 sampai dengan akhir bulan Maret 2018. Pekerjaan struktur dasar berupa penggalian titik pemancangan, pemancangan spun pile, pemancangan mini pile dan pembuatan *pile cap* (pelat penutup tiang).

Diasumsikan pekerjaan penggalian titik pile dilakukan seminggu sebelum dilakukan pekerjaan pemancangan pile dan material ada dilokasi pekerjaan sehari sebelum digunakan.

Tabel 8 Rekapitulasi Hubungan Kebutuhan dan Waktu Penyediaan Material

no	Jenis pekerjaan	Material	waktu pemakaian	waktu penyediaan	Volume Material	Satuan
1	Pemancangan Spun Pile	Spun Pile	6 Novermber 17 - 13 Januari 18	5 Novermber 17 - 13 Januari 18	653,82	M3
2	Pemancangan Mini Pile	Mini Pile	13 Januari 18 - 31 maret 18	12 Januari 18 - 31 maret 18	623,19	M3
3	pembuatan Pile cap	tulangan dan beton mix	15 Januari 18 - 31 maret 18	14 Januari 18 - 31 maret 18	127,08	M3

Tabel 9 Diagram *Line of Balance* (LOB) di Lokasi



Direncanakan material ada dilokasi pekerjaan sehari sebelum digunakan agar saat memulai pekerjaan pemancangan tidak memerlukan waktu tambahan ekstra untuk menunggu kedatangan material. Digunakan metode *Line of Balance* (LOB) untuk menentukan penjadwalan material.

Identifikasi Waktu Tunggu Pile Sebelum Digunakan

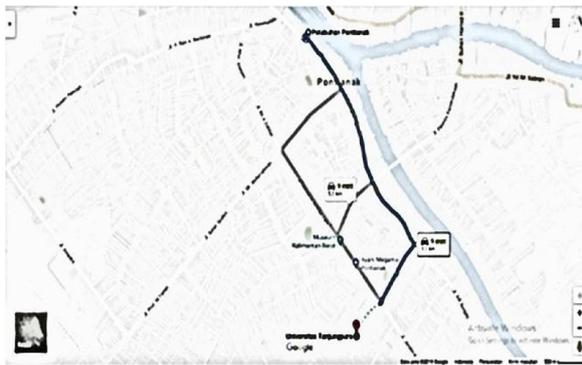
Dilihat dari *time schedule* proyek untuk pekerjaan pondasi atau *base structure work* yaitu berdurasi selama 22 minggu atau 154 hari. waktu tunggu pile sebelum digunakan dapat dihitung dengan lamanya durasi pekerjaan pondasi dengan waktu kedatangan pile ke lokasi. Diasumsikan kedatangan pile ke lokasi sebanyak dua kali dengan jumlah keseluruhan pile sebanyak 135 pile dan trailer dapat mengangkut 9 unit pile dalam sekali angkut.

$$\frac{15 \text{ kali angkut}}{2 \text{ kali angkut / hari}} = 7,5 \text{ hari} \sim 8 \text{ hari}$$

durasi pekerjaan pondasi – waktu selesai kedatangan pile = 154 – 8 = 146 hari.

Jalur Lintas Trailer Dari Pelabuhan Menuju Lokasi Proyek (Eksternal Site)

Tidak semua jalan dapat dilintasi Trailer dengan muatan yang berat. Maka jalan yang termasuk kelas II sesuai dengan klasifikasi berdasarkan beban muatan sumbu adalah jalan adalah : Jalan Komyos Sudarso, Jalan Pak Kasih, Jalan Rahadi Usman, Jalan Tanjungpura, Jalan Imam Bonjol, Jalan Adi Sucipto, Jalan Daya Nasional, Masuk Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi. Jalan yang dilintasi oleh trailer dari pelabuhan ke lokasi proyek melintasi jalan yang telah disebutkan diatas dengan waktu melintas pada saat aktivitas kampus tidak begitu padat yaitu saat malam hari. Detail gambar *eksternal site* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 7 Peta Jalur Lintas Trailer Dari Pelabuhan Menuju Lokasi Proyek

IV. KESIMPULAN

1. Penentuan lokasi perletakan berdasarkan prioritas tingkat keselamatan (SI) dan prioritas jarak tempuh (TD) yang nilainya paling kecil. Nilai TD (*Traveling Distance*) dan nilai SI (*Safety Index*) terkecil adalah 4079 dan 161,44 pada skenario tiga dengan mengalami penurunan 0,48% untuk TD dan 29,58% untuk SI dari kondisi eksisting.
2. Kedatangan material spun pile dan mini pile dari pelabuhan rata-rata dilakukan pada sore atau malam hari dengan total pengangkutan sebanyak 15 kali angkut.
3. Penyesuaian tumpukan pada kondisi tanah di lokasi proyek. Tanah di lokasi proyek termasuk tanah lempung (*clay*) yang didapat dari hasil laboratorium Geologi Universitas Tanjungpura. Dari kondisi tanah tersebut dasar tumpukan dilapisi geotextile seluas 48 cm² sebanyak tiga lembar dan kayu balok sebanyak 6 batang dalam tiga titik tumpukan.
4. Waktu paling lama pile dilokasi tempat perletakan sebelum digunakan adalah selama 146 hari dengan menyesuaikan pekerjaan pondasi dari time schedule pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, D.T. 2012. **Optimasi (Unequal) Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function Pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Kertajaya Surabaya.** Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pranarka, D. 2012. **Optimasi (Equal) Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function Pada Proyek A.** Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sidharno, W. 2010. **Analisa Tata Letak Fasilitas dan Aliran Bahan pada Proyek Konstruksi.** Jurnal. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
- Maksum Tanubrata, 2015. **Bahan - Bahan Konstruksi Dalam Konteks Teknik Sipil.** Jurnal. Bandung: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha.
- Prof. Dr. Rahardjo Adisasmita, M.Ec. 2016. **Manajemen Pembangunan Transportasi.** Buku. Penerbit: Graha Ilmu
- Muhammad Khadafi. 2008. **Analisis Penggunaan Aplikasi Material Konstruksi.** Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Indonesia.
- Achmad Basuki. 2011. **Pondasi Diatas Tanah Lempung.** Naskah. Solo: Dosen Teknik Sipil - Universitas Sebelas Maret (UNS).