

**TESIS**

**ANALISIS REDESAIN PONDASI PADA PEMBANGUNAN  
PROYEK UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL  
VETERAN SURABAYA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



**MUHAMAD FADLAN ALHAMID**

**NIM : 21914018**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM MAGISTER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2025**


**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TESIS**

**ANALISIS REDESAIN PONDASI PADA PEMBANGUNAN  
PROYEK UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL  
VETERAN SURABAYA**



**Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA**  
Dosen Pembimbing I

  
Tanggal: March 2025

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TESIS**

**ANALISIS REDESAIN PONDASI PADA PEMBANGUNAN  
PROYEK UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL  
VETERAN SURABAYA**

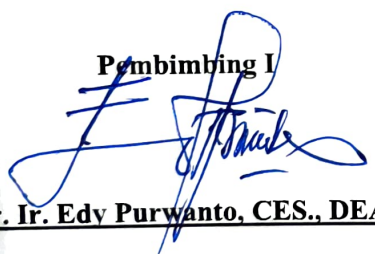
disusun oleh:

**Muhamad Fadlan Alhamid**

**21914018**

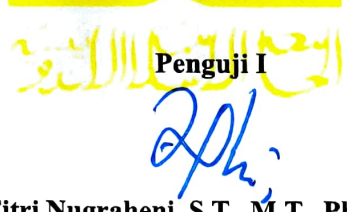
Telah diuji oleh Dewan Penguji  
Pada tanggal 19 Februari 2025  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

**Pembimbing I**



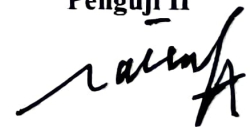
**Ir. Edy Purwanto, CES., DEA.**

**Penguji I**



**Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M.**

**Penguji II**



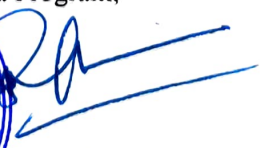
**Ir. Faisol, A.M., M.S.**

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil, Program Magister

Ketua Program,



**Dr. Ir. Sri Amni Yuni Astuti, M.T**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Yogyakarta, 19 Februari 2025

Pembuat pernyataan,



**Muhamad Fadlan Alhamid**

NIM : 21914018

## ABSTRAK

Gedung Twin tower UPN Jawa Timur adalah salah satu gedung yang digunakan untuk perkuliahan Universitas Pembangunan Nasional yang berada di Surabaya. Gedung ini memiliki luas 25936,5 m<sup>2</sup> yang nantinya akan digunakan oleh fakultas – fakultas di UPN Jawa Timur sebagai tempat perkuliahan. Pada tahap konstruksi, ditemukan beberapa permasalahan di lapangan saat uji PDA (Pile Driving Analyzer). Hasil test PDA menunjukkan daya dukung pondasi belum memenuhi daya dukung rencana, sehingga dilakukan perkuatan pada pondasi yakni menambahkan jumlah titik pancang dan menjadikan pondasi menjadi sistem pondasi pile group. tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan jumlah tiang pondasi, penulangan pilecap, biaya, dan waktu pelaksanaan antara tiang pancang dengan tiang borepile. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus. Dari hasil penelitian didapatkan jumlah tiang *spun pile* sebanyak 389 buah dan pondasi *boredpile* sebanyak 258 buah. Hasil analisis perbandingan biaya *spun pile* (tiang pancang) adalah Rp 45,903,011,000 sedangkan pada pondasi yang menggunakan tiang BorePile yaitu sebesar Rp 64,156,212,000. hasil analisis perbandingan waktu pelaksanaan Spun Pile (tiang pancang) dan penulangan pile cap pada desain awal memperoleh estimasi hari yaitu selama 109 hari kerja, sedangkan waktu pelaksanaan pondasi Borepile membutuhkan estimasi waktu yang lebih lama yaitu sebesar 180 hari kerja.

**Kata Kunci:** Redesain, Tiang pancang, tiang bor, PDA

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul *Analisis Redesain Pondasi Pada Pembangunan Proyek Universitas Pembangunan Nasional veteran Surabaya*. Tesis ini adalah salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Magister pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Dalam menyusun tesis ini, banyak kendala telah dihadapi oleh penulis, namun berkat saran, kritik dan dorongan dari semua pihak, Alhamdulillah Tesis ini dapat diselesaikan. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA selaku dosen pembimbing yang selalu memberi ilmu dan nasihat.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M. selaku Dosen Penguji I. Terima kasih atas ilmu, masukan, dan arahnya kepada penulis selama penyusunan Tesis ini.
3. Bapak Ir. Faisol, A.M., M.S. selaku Dosen Penguji II. Terima kasih atas ilmu, masukan, dan arahnya kepada penulis selama penyusunan Tesis ini.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
5. Pihak-pihak yang berkontribusi terhadap penyelesaian Tesis ini yang belum dapat disebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tesis ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karenanya kritik maupun saran yang dapat membangun untuk kesempurnaan tesis ini sangat diharapkan. Akhir kata semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan mencari referensi dalam penelitian

ini. Tidak lupa permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangsempurnaan Tesis ini.

Yogyakarta, 19 Februari 2025

Penulis,

Muhamad Fadlan Alhamid

21914018

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batas Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Definisi	9
2.2 Tinjauan Penelitian	9
2.3 Perbandingan Penelitian	14

2.4 Keterbaruan Penelitian	19
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>20</b>
3.1 Proyek	20
3.1.1 Proyek Komersial	20
3.1.2 Proyek Swakelola	20
3.2 Pondasi	21
3.3 Klasifikasi Pondasi	22
3.4 Pondasi <i>Pile Group</i>	27
3.5 Konsep Optimasi Struktur	28
3.6 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal	30
3.7 Settlement (Penurunan) Tiang	34
3.8 <i>Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS)</i>	37
3.9 Group Ensoft	39
3.10 SpColumn	41
3.11 Produktivitas	42
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>45</b>
4.1 Metode Penelitian	45
4.2 Subjek dan Objek Penelitian	45
4.2.1 Subjek Penelitian	45
4.2.2 Objek Penelitian	46
4.3 Data dan Metode Pengumpulan	46
4.3.1 Sumber Data	47
4.3.2 Teknik Pengumpulan Data	47

4.4 Sistematika Penelitian	47
4.5 Bagan Alir	49
<b>BAB V</b>	<b>51</b>
5.1 Tinjauan Umum	51
5.2 Analisis Data	52
5.2.1 Pemodelan Struktur Atas Menggunakan Software ETABS V20	52
5.2.2 Faktor Keamanan	54
5.2.3 Zona Wilayah Gempa	56
5.2.4 Tahap Pemodelan Struktur Menggunakan <i>Software</i> ETABS	57
5.2.5 Analisis Mutu Spunpile (Eksisting)	59
5.2.6 Analisis Biaya Spunpile (Eksisting)	71
5.2.7 Analisis Waktu Spunpile (Eksisting)	84
5.2.8 Analisis Mutu Borepile	87
5.2.9 Analisis Biaya Borepile	100
5.2.10 Analisis Waktu Borepile	107
5.2.11 Jumlah Tiang Pondasi dan Penulangan Pilecap	117
5.2.12 Keadaan lapangan	121
5.2.13 Tinjauan Biaya	121
5.2.14 Tinjauan Waktu Pelaksanaan	121
5.2.15 Rekapitulasi Perbandingan <i>Spunpile</i> dan <i>Borepile</i>	122
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>124</b>
6.1 Kesimpulan	124
6.2 Saran	125

DAFTAR PUSTAKA	126
LAMPIRAN	128
LAMPIRAN I DAYA DUKUNG SPUN PILE	129
LAMPIRAN II DAYA DUKUNG BOREPILE	131
LAMPIRAN III PENULANGAN PILECAP PONDASI SPUNPILE	133
LAMPIRAN IV PENULANGAN PILECAP PONDASI BOREPILE	134
LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE	135
LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE	141
LAMPIRAN VII TIME SCHEDULE SPUN PILE	147
LAMPIRAN VIII TIME SCHEDULE BOREPILE	148

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rekapitulasi hasil pengujian PDA Test	1
Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya	14
Tabel 3. 1 Nilai $n_h$ tanah granuler ( $c=0$ )	32
Tabel 3. 2 Jenis Tanah	35
Tabel 3. 3 Nilai Poisson's Ratio	36
Tabel 5. 1 Beban Mati	52
Tabel 5. 2 Beban Mati Tambahan	53
Tabel 5. 3 Kategori Risiko Bangunan berdasarkan SNI 1726:2019	54
Tabel 5. 4 Faktor Keutamaan Gempa	55
Tabel 5. 5 Tinjauan Efisiensi Group Pondasi Spun Pile untuk Beban Layan	65
Tabel 5. 6 Tinjauan Efisiensi Group Pondasi Spun Pile untuk Beban Gempa Nominal	65
Tabel 5. 7 Tinjauan Efisiensi Group Pondasi Spun Pile untuk Beban Gempa Kuat	65
Tabel 5. 8 Harga Barang Jasa	71
Tabel 5. 9 Pekerjaan Persiapan	75
Tabel 5. 10 1 m' Pasangan Bouwplank	76
Tabel 5. 11 Estimasi Dimensi Pile Cap (Pondasi Boredpile)	92
Tabel 5. 12 Tinjauan Group Pondasi Boredpile untuk Beban Layan	93
Tabel 5. 13 Tinjauan Group Pondasi Boredpile untuk Beban Gempa Nominal	93
Tabel 5. 14 Tinjauan Group Pondasi Boredpile untuk Beban Gempa Kuat	93
Tabel 5. 15 Harga Barang Jasa	100
Tabel 5. 16 Keadaan Lapangan	121
Tabel 5. 17 Rekapitulasi Perbandingan	122

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Denah Pondasi Pilecap (Desain Awal)	2
Gambar 1. 2 Tampak Atas Pondasi (Desain Awal)	3
Gambar 1. 3 Denah Pondasi <i>Pilecap (Pile Group)</i>	3
Gambar 1. 4 Tampak Atas Pondasi ( <i>Pile Group</i> )	4
Gambar 3. 5 Tiang Dukung Ujung (Hardiyatmo, 2008)	31
Gambar 3. 6 Perhitungan Daya Dukung Lateral Metode Broms	33
Gambar 3. 7 Grafik Hubungan Tahanan Lateral dengan Momen Broms	34
Gambar 3. 8 Contoh Output Gaya Aksial ETABS	39
Gambar 3. 9 Koordinat Program Group	40
Gambar 3. 10 Contoh Hasil Output Program GROUP	41
Gambar 3. 11 Contoh Hasil Output Program SPcolumn	42
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian	49
Gambar 4. 2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian	50
Gambar 5. 1 Spektral Percepatan	57
Gambar 5. 2 Pemodelan ETABS V20	58
Gambar 5. 3 Tampilan output reaksi peletakan (kombinasi beban layan)	58
Gambar 5. 4 Grafik Nilai <i>adhesion factor</i> ( $\alpha$ ) API Metode 2, 1986	60
Gambar 5. 5 Ilustrasi Perhitungan Daya Dukung Lateral Metode Broms	63
Gambar 5. 6 Grafik Hubungan Tahanan Lateral dengan Momen Broms	64
Gambar 5. 7 Ploting Pondasi Tiang dan Statigrafi Tanah <i>Spunpile</i>	68
Gambar 5. 8 Denah Tiang Pancang ( <i>Spun Pile</i> )	73
Gambar 5. 9 Tampak Samping Tiang Pancang	73

Gambar 5. 10 Penulangan Tiang Pancang	74
Gambar 5. 11 Denah Pondasi UPN Jawa Timur	75
Gambar 5. 12 Ploting Pondasi Tiang dan Statigrafi Tanah Pondasi <i>Borepile</i>	95
Gambar 5. 13 Perhitungan dan Rekap Tulangan Lentur Borepile Kedalaman 0 – 20 m	99
Gambar 5. 14 Perhitungan dan Rekap Tulangan Lentur Borepile Kedalaman 20 – 30 m	99

## DAFTAR NOTASI

$\tau$	=	Tahanan selimut tiang
$A_p$	=	Luas penampang tiang
$B$	=	Lebar pondasi
$B_g$	=	Lebar <i>pile grub</i>
$c$	=	Kohesi tanah
$C_c$	=	Nilai Kompresion Index
$C_s$	=	Nilai swelling Index
$D$	=	Kedalaman tiang
$E$	=	Panjang tertanam
$e_o$	=	Void ratio
$E_p$	=	Modulus elastisitas material tiang pondasi
$E_s$	=	Modulus elastisitas tanah
$H_c$	=	Tebal tanah terkonsolidasi
$H_u$	=	Daya dukung lateral ultimit
$I$	=	Faktor keutamaan gempa
$L$	=	Panjang pondasi
$M_u$	=	Momen pada tiang
$P$	=	Beban aksial pondasi
$P_i$	=	Keliling tiang
$Q_{wp}$	=	Beban yang terjadi pada ujung tiang
$Q_{ws}$	=	Beban yang terjadi pada selimut tiang
$S$	=	Jarak antar tiang
$S_1$	=	Percepatan gempa periode 1 detik
$S_c$	=	Penurunan akibat konsolidasi
$S_e$	=	Total penurunan tiang elastis
$S_e(1)$	=	Penurunan elastis tiang
$S_e(2)$	=	Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ujung tiang
$S_e(3)$	=	Penurunan tiang pancang dikarenakan beban yang ditransmisikan sepanjang kulit tiang
$S_{ijin}$	=	Penurunan ijin
$S_s$	=	Percepatan gempa periode pendek (0,2 detik)
$\sigma'c$	=	Nilai <i>preconsolidation pressure</i>
$\alpha$	=	Faktor adesi
$\mu_s$	=	Poisson ratio

- $Q_s$  = Daya dukung selimut tiang  
 $Q_p$  = Daya dukung ujung tiang  
 $Q_u$  = Daya dukung ultimit tiang  
 $Q_{all}$  = Daya dukung ijin tiang

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gedung *Twin tower* UPN Jawa Timur ialah satu diantara gedung yang dipergunakan untuk perkuliahan Universitas Pembangunan Nasional yang berada di Surabaya. Gedung ini memiliki luas 25936,5 m<sup>2</sup> yang nantinya akan digunakan oleh fakultas – fakultas di UPN Jawa Timur sebagai tempat perkuliahan. Jumlah lantai yang direncanakan pada proyek ini adalah 12 lantai khusus, yang terdiri dari ruang kelas, ruang dosen, toilet, ruang rapat, ballroom, dan lain-lain. Analisis redesain pondasi adalah proses dimana berbagai Teknik dan metodologi digunakan untuk memeriksa, menganalisis, dan meredesain serta konstruksi pondasi suatu bangunan atau struktur.

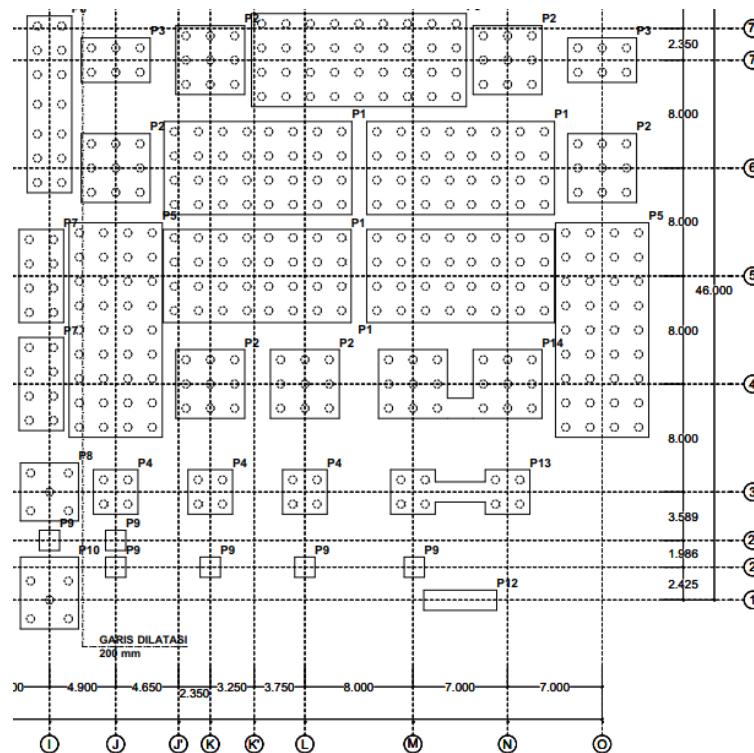
Pada tahap konstruksi, ditemukan beberapa permasalahan di lapangan saat uji PDA (*Pile Driving Analyzer*). Hasil uji PDA seperti sebagaimana terlihat pada Tabel 1.1 mengindikasikan bahwa daya dukung pondasi tiang pancang belum memenuhi standar daya dukung yang diharapkan dalam perencanaan awal.

Tabel 1. 1 Rekapitulasi hasil pengujian PDA Test

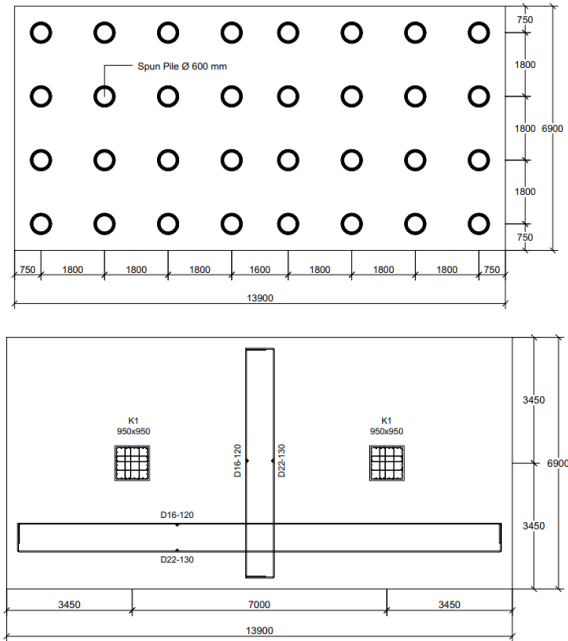
Pengujian	Simbol	Satuan	No. Tiang yang diuji							
			Penyedia jasa 1				Penyedia Jasa 2			
			299	714	322	231	326	106*	175*	251*
<b>a) Daya Dukung Tiang Tunggal</b>										
Q ujung	Q <sub>u</sub>	Ton	138,7	145,65	150,4	63	77	42	41	53
Q selimut	Q <sub>s</sub>	Ton	306,8	201,6	107,7	131	256	192	203	178
Q ultimit	Q <sub>ult</sub> = Q <sub>u</sub> + Q <sub>s</sub>	Ton	<b>446</b>	<b>347,25</b>	<b>258,1</b>	<b>194</b>	<b>333</b>	<b>234</b>	<b>244</b>	<b>231</b>
Faktor Izin	SF		2	2	2	2	2	2	2	2
Q izin	Q <sub>all PDA</sub> = Q <sub>ult</sub> /SF	Ton	<b>223</b>	<b>173,63</b>	<b>129,05</b>	<b>97</b>	<b>166,5</b>	<b>117</b>	<b>122</b>	<b>115,5</b>
Q izin perencanaan	Q <sub>all</sub>	Ton	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
Keterangan	Ok / Not Ok		Ok	Ok	Not Ok	Not Ok	Ok	Not Ok	Not Ok	Not Ok
<b>b) Integritas Tiang</b>										
BTA		%	<b>41</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>67</b>	82	<b>39</b>	86	<b>38</b>

Hasil test PDA menunjukkan daya dukung pondasi belum memenuhi daya dukung rencana, sehingga dilakukan perkuatan pada pondasi yakni menambahkan jumlah titik pancang dan menjadikan pondasi menjadi sistem pondasi *pile group*. Jumlah titik pancang sebelumnya pada 1 gedung utama adalah 340 menjadi 389. Dalam perhitungannya akan dilakukan analisis dengan menggunakan *Software Group Ensoft*. Penggunaan *Software Group Ensoft* bertujuan untuk menganalisis perilaku kelompok tiang dalam sistem pondasi pile group. Perangkat lunak ini dapat memodelkan interaksi tiang pancang dalam satu kelompok, termasuk beban aksial, lateral, dan torsi. Dengan fitur-fitur ini, perancang dapat memahami reaksi kelompok tiang terhadap berbagai beban dan kondisi tanah, menghasilkan desain optimal yang memastikan sistem pondasi mendukung struktur dengan aman dan stabil.

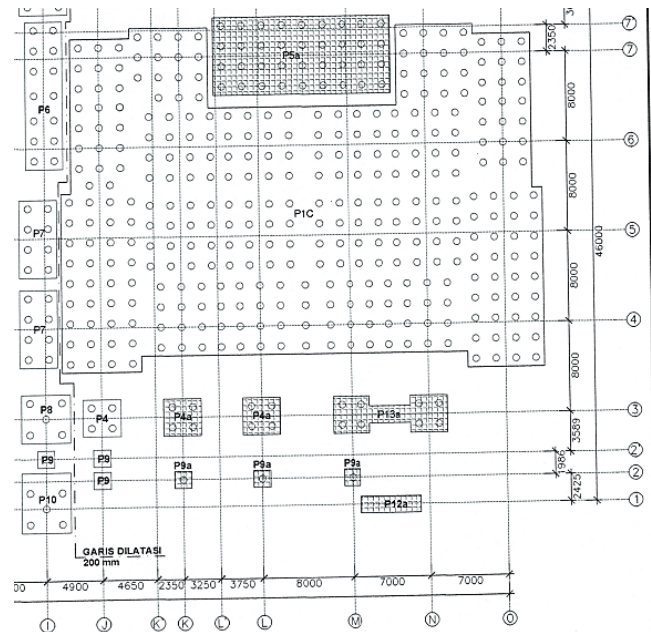
Gambar pondasi yang telah didesain pada tahap perencanaan maupun setelah dilakukan sistem pondasi *pile group* bisa diketahui melalui Gambar 1.1- gambar 1.4 dibawah ini.



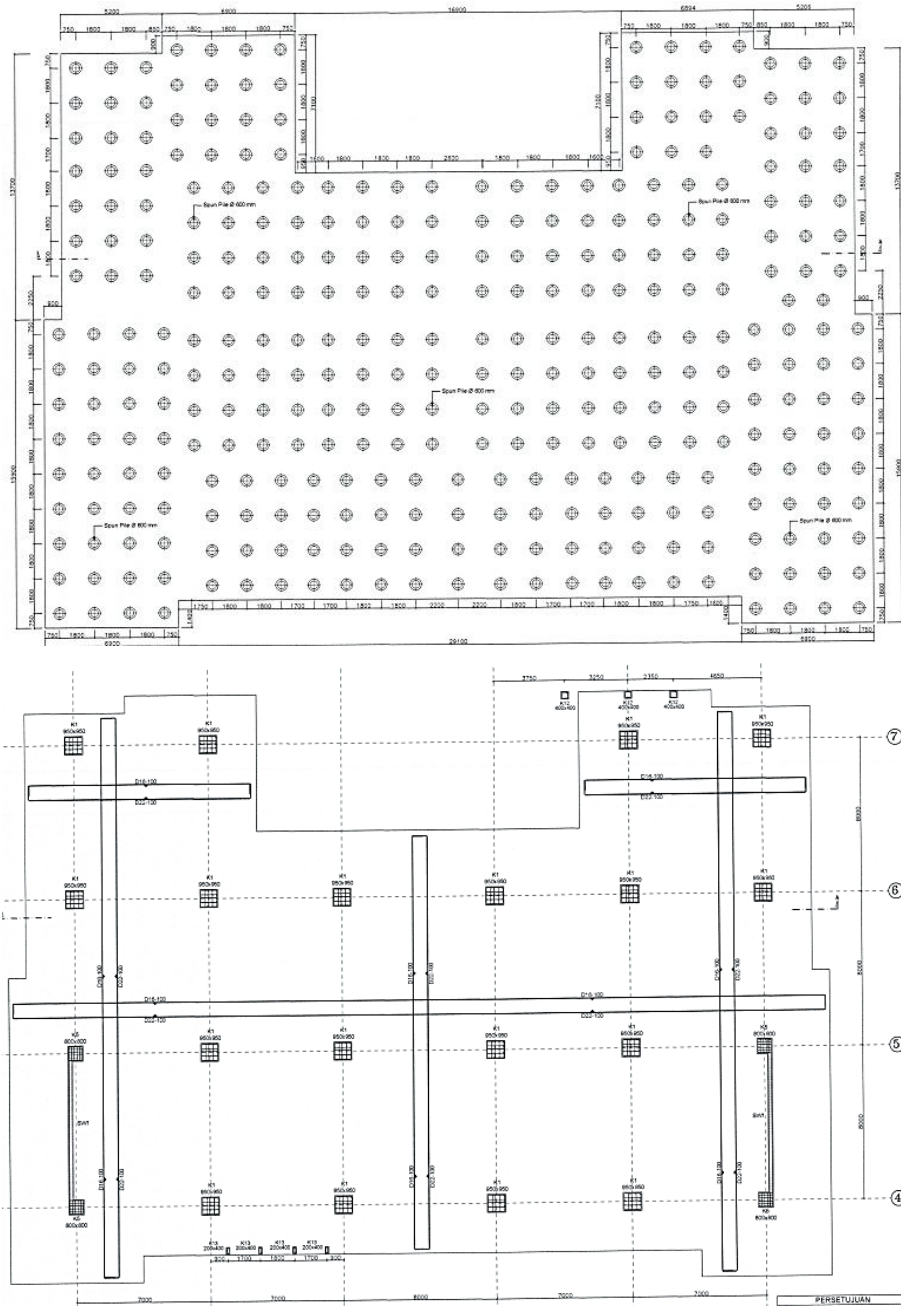
Gambar 1. 1 Denah Pondasi Pilecap (Desain Awal)



Gambar 1. 2 Tampak Atas Pondasi (Desain Awal)



Gambar 1. 3 Denah Pondasi *Pilecap* (Pile Group)



Gambar 1. 4 Tampak Atas Pondasi (*Pile Group*)

Pemilihan tipe pondasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, perlu diperhatikan pada kondisi tanah. apakah terdapat lensa tanah keras pada kedalaman tertentu yang dapat berakibat tiang pancang tidak dapat di penetrasi lebih lanjut atau

bahkan patah. Pada kasus seperti ini, disarankan untuk menggunakan pondasi boredpile karena dengan menggunakan mata bor khusus yang dapat menembus tanah keras. Dengan pemilihan dan menganalisis tipe pondasi secara cermat, maka dapat menghindari perubahan desain yang tidak perlu selama pelaksanaan konstruksi yang dapat menghemat waktu dan sumber daya. Selain itu salah satu faktor dalam pemilihan tipe pondasi yaitu lokasi proyek, ketersediaan tiang pancang atau alat berat jacking pile dan HSPD yang terbatas di beberapa lokasi juga dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan. Dikarenakan kondisi di beberapa lokasi tertentu yang tidak ready terhadap pancang yang di syaratkan sehingga perlu waktu lebih lama untuk dilakukan orderan tiang pancang.

Beberapa penelitian telah dilakukan analisis redesain pondasi sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022) yang berjudul “Analisis Redesain Pondasi Mini Pile Berbentuk Persegi Pada Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung”. Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022) dengan judul “Optimalisasi Biaya Produksi Pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Univeritas Palangka Raya”. Kuswaya dan Ma’arif (2020) dengan judul “Analisis Optimalisasi pondasi Dalam Pada *Crude Oil Storage Tank*”. Prasetyo dan Asyifa (2021) dengan judul “Redesain Fondasi Tiang pancang ke fondasi *Bore Pile*”.

Dikarenakan *volume* pilecap dan tiang pancang yang bertambah setelah berubah menjadi pondasi *pile group*, didapatkan beberapa hal yang bisa dilakukan didalam analisis redesain pondasi yakni identifikasi dan karakterisasi jenis tanah di lokasi konstruksi. Ini termasuk mengumpulkan data geoteknikal, seperti pengujian kekuatan tanah dan analisis penyerapan air, untuk memahami properti tanah yang akan memengaruhi desain pondasi. Ditentukan beban-beban yang akan diterapkan pada pondasi, termasuk beban vertikal, horizontal, dan momen. Ini akan memengaruhi pemilihan jenis pondasi dan dimensi yang sesuai. Dilakukan analisis struktural untuk memastikan bahwa pondasi dapat menahan beban dengan aman.

Dilakukan analisis stabilisasi untuk evaluasi stabilitas pondasi, termasuk kemungkinan pergeseran, penurunan, dan perubahan bentuk tanah disekitarnya.

Dilakukan analisis geoteknikal untuk memahami perilaku tanah di bawah pondasi seperti analisis konsolidasi atau kekuatan tanah yang lebih rinci. Dilakukan pengoptimalan dimensi pondasi, seperti kedalaman dan lebar, untuk meminimalkan biaya konstruksi sambil memastikan keamanan struktural. Setelah melakukan analisis awal, revisi desain pondasi jika diperlukan untuk memaksimalkan efisiensi dan keamanan. Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka dilaksanakan penelitian tentang analisis redesain pondasi untuk mempertimbangkan hal-hal dan item-item yang dapat dilakukan efisiensi dan efektifitas pada pengerjaan proyek Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya. Jumlah tiang pancang dalam 1 gedung yang menjadi penelitian adalah 389 *spunpile* diameter 600 mm kedalaman 35 meter.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian diatas, maka berikut ini beberapa rumusan masalah yang akan dikaji didalam penelitian ini, yakni.

1. Analisis perbandingan jumlah tiang pondasi tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan jumlah tiang pondasi *Borepile* dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek?
2. Analisis perbandingan biaya tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan biaya tiang *Borepile* dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek?
3. Analisis perbandingan waktu pelaksanaan tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan waktu pelaksanaan tiang *Borepile* dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek?
4. Analisis pemilihan tipe pondasi yang tepat untuk digunakan pada proyek?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Dari rumusan permasalahan diatas, maka tujuan penelitian yakni seperti dibawah ini.

1. Mengetahui analisis perbandingan jumlah tiang pondasi tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan jumlah tiang pondasi *Borepile* dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek.
2. Mengetahui analisis perbandingan biaya tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan biaya tiang *Borepile* dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek
3. Mengetahui analisis perbandingan waktu pelaksanaan tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan waktu pelaksanaan tiang *Borepile* dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek
4. Mengetahui analisis pemilihan tipe pondasi yang tepat untuk digunakan pada proyek

#### **1.4 Batas Penelitian**

Adapun batasan didalam penelitian ini yakni seperti dibawah ini.

1. Analisa redesain pondasi dilakukan sesuai dengan desain dari perencana
2. Analisa hanya dilakukan pada pekerjaan structural khususnya struktur bawah.
3. Seluruh biaya diperoleh dari harga satuan yang diambil dari RAB
4. Lokasi proyek berada di Gedung *Twin tower* UPN Jawa Timur 2023
5. Tidak memperhitungkan pekerjaan luar Gedung
6. Perhitungan struktur atas menggunakan *software* ETABS V20
7. Perhitungan daya dukung satu tiang memakai metode *mayerhof* 1076
8. Perhitungan daya dukung *pile group* memakai *Software GroupEnsoft*
9. Jenis pondasi yang dibandingkan pada penelitian ini adalah *borepile* dan *spunpile*.
10. Diameter *borepile* pada penelitian ini adalah 800 mm. Kemudian untuk *spunpile* adalah 600 mm.
11. Data tanah yang digunakan merupakan hasil *soil test* yang dilakukan saat perencanaan.
12. Jarak antar tiang yang digunakan adalah 3 kali diameter tiang.

13. Kedalaman pondasi *borepile* yang digunakan adalah 30 m. Sedangkan *spunpile* sebesar 35 m.
14. Dimensi pilecap pada pondasi tipe *spunpile* adalah 42,9 m x 29,6. Sedangkan untuk tipe *borepile* adalah 30 m x 45,2 m.
15. Perhitungan penulangan lentur *borepile* menggunakan software Spcolumn.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berikut ini ialah manfaat penelitian yang diharap bisa menambah referensi didalam melakukan penelitian dengan topik serupa, tak terkecuali bagi:

1. Mahasiswa

Mahasiswa dapat mengetahui perbedaan antara pondasi *spun pile* dengan pondasi *boredpile* dari segi biaya, mutu, maupun waktu.

2. Proyek Konstruksi

Penelitian ini nantinya diharap bisa digunakan sebagai bahan pertimbangan pada saat perencanaan pemilihan tipe pondasi yang akan digunakan dengan memikirkan aspek biaya, mutu, waktu, dan aspek lain seperti kondisi tanah ataupun lokasi.

3. Ilmu Pengetahuan

Semakin banyak penelitian dengan topik serupa, maka pembahasan akan semakin komprehensif, sehingga hasil penelitian nantinya diharap mampu menjadi pembaharuan dan menambah literasi baru bagi akademisi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi**

Sebelumnya sudah dijelaskan didalam BAB 1 terkait latar belakang dan tujuan dari penelitian. Pada BAB II ini akan dipaparkan lebih mendalam terkait penelitian sebelumnya yang berhubungan terhadap penelitian yang akan dilaksanakan. Menurut Leedy (1997) “tinjauan pustakan merupakan bagian dari penelitian yang berisikan pengkajian atau analisis terhadap konsep, teori, serta hasil penelitian sebelumnya yang sesuai terhadap bahasan atau topik penelitian yang akan dilaksanakan”. Menurut Creswell (2012) tinjauan pustaka memberikan informasi yang jelas dan lugas kepada pembaca terkait hasil dari penelitian sebelumnya yang sudah dilaksanakan dengan tujuan untuk memberikan konteks dan pemahaman yang lebih baik mengenai topik yang sedang diteliti. Sebuah penelitian harus memiliki keunikan/perbedaan dengan penelitian lain dengan topik serupa. Penelitian bertopik analisis redesain pondasi sudah pernah dilaksanakan oleh para peneliti sebelumnya, sehingga pada bab ini akan diuraikan perbedaan mendasar antara penelitian yang dilaksanakan peneliti dengan penelitia sebelumnya.

#### **2.2 Tinjauan Penelitian**

##### **2.2.1 Analisis Redesain Pondasi Mini Pile Berbentuk Persegi Pada Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung**

Studi yang dilaksanakan Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022) yang mengkaji tentang gedung peradilan negeri pulau punjung. Gedung peradilan negeri pulau punjung ialah sebuah bangunan yang memiliki tiga lantai dengan desain pondasi menggunakan KSSL. Gedung ini terletak di atas tanah berpasir dengan daya dukung (Qc) sebesar 200 kg/cm<sup>2</sup> dan berada didalam tanah sedalam 10,2 m. Berdasarkan kondisi dari tanah, pondasi yang lebih cocok yaitu mini pile, bukan KSSL. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan atau pengembangan pada pondasi Gedung Pengadilan

Negeri Pulau Punjung agar sesuai dengan karakteristik tanah di lokasi tersebut. Pemodelan bangunan dilakukan memakai bantuan program ETABS, yang relevan terhadap standar pembebanan SNI 2847-2013. Pondasi mini pile memiliki bentuk persegi yang berdimensi 25x25 cm dan berkapasitas daya dukung masing-masing tiang sebanyak 35 ton. Sesudah melakukan pemodelan struktur, ditemukan 3 tipe pondasi yang didasarkan pada gaya aksial (P) yang bekerja. Tipe 1 mempunyai gaya aksial kolom sebanyak 106,15 ton dengan kebutuhan 6 kelompok tiang, tipe 2 sebanyak 79,51 ton dan kebutuhan sebanyak 5 kelompok tiang sementara tipe 3 sebanyak 40,01 ton dan sebanyak 4 kelompok tiang. Hasil dari penelitian menunjukkan  $Q_u$  (kapasitas ultimit) sebanyak 220,92 ton, yang sesuai dengan tiga pondasi yang telah disebutkan, sehingga ketiga tipe ini dapat menyangga struktur gedung pengadilan negeri punjung.

### **2.2.2 Optimalisasi Biaya Produksi pada Pembangunan Gedung Kuliah terpadu Universitas Palangka Raya**

Pada studi yang dilaksanakan oleh Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022). pembangunan Gedung Terpadu Universitas Palangka Raya Tahun 2021 terdiri dari 2 gedung masing-masing memiliki 6 lantai dengan luas masing-masing 4.000 m<sup>2</sup>. Gedung ini memiliki fungsi utama yakni sebagai pusat perkuliahan dan persentasi atau seminar. Konstruksi yang dipergunakan ialah beton bertulang dengan mutu beton K250 dengan modul grid berukuran 8x14 m sehingga terdapat celah pada setiap kolom sebesar 8 m. kedalaman tanah keras pada lokasi mencapai +/- 12 meter sehingga pondasi yang digunakan adalah pondasi dalam yang berfungsi sebagai penahan bangunan berlantai diatas 3 lantai. Setiap tiang pada pondasi akan disambungkan oleh pile cap yang mana satu pile cap mampu menyambungkan beberapa tiang pondasi.

Dalam penelitian ini dipergunakan metode eksploratif dan pendekatan optomasi melalui analisis struktur dan desain pondasi jenis pondasi dalam. Analisis struktur dilaksanakan terhadap model matematis dan perhitungan pondasi berdasarkan data bor tanah dan sondir di lokasi bangunan. Perhitungan pembebanan mencakup beban gempa, material, dan hidup di mana analisis struktur model matematis memakai aplikasi SAP2000.

Optimalisasi biaya pondasi dalam dilakukan dengan membandingkan pondasi dalam jenis tiang pancang *minipile* 30x30 cm dengan pondasi *bored pile* diameter 40 cm. Hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Tanah pada lokasi bangunan merupakan tanah berlempung (kohesif) dengan tanah keras  $q_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  di kedalaman rata-rata 22 m. Pada kedalaman rencana yaitu 9 m tekanan konus tanah sebesar  $q_c = 80 \text{ kg/cm}^2$ . Pondasi tiang pancang precast jenis minipile persegi ukuran 30x30 cm dengan kedalaman pancang 9 m memiliki daya dukung tiang tunggal sebesar 535,51 kN dan daya dukung lateral sebesar 10,92 kN. Pondasi tiang bor diameter 40 cm dengan kedalaman bor tiang 9 m memiliki daya dukung tiang tunggal sebesar 502,65 kN dan daya dukung lateral sebesar 47,24 kN. Faktor keamanan yang digunakan  $SF=2,0$ .
2. Menggunakan data pendukung untuk 1 gedung yang sama maka biaya pelaksanaan lapangan untuk pondasi tiang pancang sebesar Rp. 3.027.220.698,99 dan pondasi tiang bor sebesar Rp. 3.319.860.796,24

### **2.2.3 Analisis Optimalisasi Pondasi Dalam Pada *Crude Oil Storage Tank***

Pada penelitian yang diteliti oleh Kuswaya dan Ma'arif (2020) menunjukkan jika pondasi yang digunakan tidak didesain untuk pondasi dangkal sebab akan menyebabkan terjadinya penurunan yang besar dan tidak merata, yang kemudian menyebabkan beberapa pipa yang telah terhubung sebelumnya pada *Crude Oil Storage Tank* mengalami patahan karena batas ijin tanah yang sangat tinggi. Berdasarkan masalah tersebut, maka peneliti berminat guna melaksanakan penelitian agar memperoleh pemahaman terkait struktur pondasi secara mendalam. Jenis pondasi yang menjadi fokus dalam penelitian ini yaitu pondasi tiang pancang. Data tanah berbentuk data N-SPT yang dikorelasikan didalam beberapa parameter tanah yang diperlukan untuk menganalisis daya dukung. Analisis pembebanan diukur memakai bantuan software excel 2007. Sementara digunakan metode pendekatan untuk menganalisis daya dukung tanah. Berdasarkan hasil studi, menunjukkan jika daya dukung boredpile lebih besar daripada tiang pancang, dimana hal tersebut tidak relevan

terhadap gambar yang ada dilapangan, sebab faktor adhesi untuk tanah lunak lebih besar. Terdapat masalah dalam kekuatan tiang karena material tiang lebih kuat dan besar dibandingkan dengan kapasitas tanah, yang disebabkan oleh nilai NSPT rendah di ujung tiang. Desain pondasi yang sesuai yaitu pondasi tiang panjang berdiameter 35 cm, dengan daya dukung aksial tekan sebesar 135 kN dan pemasangan pondasi sebanyak 122 unit, dengan total biaya pelaksanaan mencapai Rp. 1.398.730,00. Hal ini dikarenakan harga tersebut lebih rendah dibandingkan dengan biaya minimum bore pile berdiameter 40 cm, yang mencapai Rp. 1.664.640.000.

#### **2.2.4 Redesain Fondasi Tiang Pancang ke Fondasi *Bore Pile***

Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Asyifa (2021) menghasilkan kesimpulan bahwa berdasarkan pemodelan struktur menggunakan software ETABS 2013 dan analisis struktur fondasi bore pile, fondasi bore pile atau tiang bor bisa diterapkan untuk membangun Hotel The Manohara Yogyakarta dengan pemasangan pondasi sebanyak 126 titik yang masing-masing berdiameter 0,6 dan dipasang di kedalaman 16 meter dibawah permukaan tanah. Pondasi ini terbagi menjadi dua tipe pilecap yakni F1 (2,6m x 1,3m x 1m) dengan persebaran 17 titik, serta F2 (2,6m x 2,6m x 1m) dengan perebaran 23 titik. Jika dilihat dari sisi biaya, pondasi tiang pancang saat ini mencapai Rp 4.814.773.362 sedangkan biaya pondasi bore pile ialah sebanyak Rp 4.549.400.187 yang mana dari kedua biaya tersebut terdapat selisih sebanyak Rp 265.373.175 yang menjadikan pondasi bore pile lebih murah (5,51%). Berdasar pada analisis yang dilaksanakan, ada beberapa permasalahan yang muncul selama pengerjaan pondasi tiang pancang, sehingga penulis berpendapat bahwa metode kerja pondasi bore pile lebih efektif dibandingkan pondasi tiang pancang, terutama karena kondisi tanah yang berpasir dan jarak area pembangunan yang berdekatan dengan Hotel The Manohara Yogyakarta.

### **2.2.5 Redesain Pondasi Telapak Dengan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan SUTT 150 kV Tanggul – Puger T.07**

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Agusta, Sudjianto, dan Halim (2021) PT PLN (Persero) merencanakan pembangunan SUTT 150 Kv Tanggul-Puger untuk mendukung operasional pabrik semen di Kab. Jember serta untuk mengoptimalkan keandalan sistem kelistrikan. Terdapat beberapa langkah penting dalam pembangunan menara, yaitu terkait pengerjaan pondasi. Pengerjaan pondasi ini sangat penting diperhatikan karena menyangkut ketahanan dan kekokohan bangunan yang akan dibangun. Namun saat pembangunan SUTT 150 Kv Tanggul-Puger, pondasi menara T07 mengalami penurunan sesudah pemasangan struktur pondasi. Hal ini menyebabkan terhentinya proses pembangunan serta memerlukan solusi cepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pondasi yang mengalami penurunan merupakan pondasi telapak dan rencananya akan digantikan menggunakan pondasi tiang bor. Analisa daya dukung pondasi tiang bor akan dilaksanakan, bersama dengan estimasi biaya yang diperlukan dan hasilnya akan di bandingkan terhadap pondasi telapak. Hasil dari analisa tersebut menunjukkan bahwa daya dukung izin pondasi tiang bor berdiameter 40 cm mencapai 385 kN yang mana berat tersebut mampu menahan beban maksimal sebesar 264,36 kN dengan faktor keamanan sebesar 1,456. Sementara itu, daya dukung pondasi tiang grup yang bersikan 5 tiang mampu menahan beban seberat 1.482,25 kN yang aman untuk menyangga beban kerja 1 kaki pondasi sebesar 1.024,18 kN dengan faktor keamanan sebesar 1,447. Pergantian pondasi telapak menjadi tiang bor tersebut diperkirakan menelan biaya sejumlah Rp 383.151.414. sesudah pergantian dilakukan, diketahui bahwa pondasi tiang bor lebih efektif dalam menahan atau menyangga struktur bangunan dibanding dengan pondasi telapak, dengan nilai faktor keamanan sebesar 1,477 yang memiliki nilai lebih besar sebanyak 17,83% dari pondasi telapak yang hanya sebesar 1,219. Selain itu, biaya yang dikeluarkan untuk pondasi tiang bor jauh lebih murah dibanding dengan biaya pondasi telapak.

### **2.3 Perbandingan Penelitian**

Adapun penjelasan mengenai perbedaan antara peneliti sebelumnya dengan penelitian ini ditampilkan didalam bentuk tabel, yang bisa diketahui melalui Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
1	JUDUL	Analisis Redesain Pondasi Mini Pile Berbentuk Persegi Pada Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung	Optimalisasi Biaya Produksi pada Pembangunan Gedung Kuliah terpadu Universitas Palangka Raya	Analisis Optimalisasi Pondasi Dalam Pada <i>Crude Oil Storage Tank</i>	Redesain Fondasi Tiang Pancang ke Fondasi <i>Bore Pile</i>	Redesain Pondasi Telapak Dengan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan SUTT 150 kV Tanggul – Puger T.07	Analisis Redesain Pondasi Pada Pemangunan Proyek Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya
2	TUJUAN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui daya dukung pada pondasi mini pile</li> <li>2. Mengetahui pondasi hasil redesain dapat dijadikan alternatif atau tidak</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui daya dukung pondasi minipile dan pondasi bore pile</li> <li>2. Melihat biaya pelaksanaan pada pondasi tiang pancang dan pondasi bore pile</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui daya dukung ijin pondasi bore pile dan pondasi pancang</li> <li>2. Mengetahui keoptimalan pada pondasi eksisting</li> <li>3. Mengetahui pengaruh gaya angin dan gaya gempa terhadap struktur pondasi</li> <li>4. mengetahui perbandingan antara</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui daya dukung pondasi bore pile</li> <li>2. Mengetahui perbandingan biaya antara pondasi borepile dengan pondasi tiang pancang</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui daya dukung ijin pondasi bore pile.</li> <li>2. mengetahui biaya pondasi bore pile.</li> <li>3. mengetahui perbandingan daya dukung antara pondasi bore pile dengan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengetahui analisis perbandingan jumlah tiang pondasi tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan jumlah tiang pondasi <i>Borepile</i> dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek.</li> <li>2. Mengetahui analisis perbandingan biaya tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan biaya tiang <i>Borepile</i></li> </ol>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
2	TUJUAN			pondasi tiang pancang dengan pondasi bore pile		pondasi telapak.	dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek. 3. Mengetahui analisis perbandingan waktu pelaksanaan tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan waktu pelaksanaan tiang Borepile dan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi pada proyek
3	METODE	Menggunakan metode mayerhof, Paulos dan Davis, Johanessen dan Bjerrum,	Menggunakan Metode eksploratif dan menggunakan metode mayerhof untuk pondasi	Menggunakan metode Mayerhof dengan O'Neill dan Reese	Menggunakan metode Mayerhof dan metode Value Engineering	Menggunakan metode mayerhof	Menggunakan metode mayerhof, dan Metode eksploratif
4	HASIL	Gedung peradilan negeri pulau punjung ialah	Tanah pada lokasi bangunan merupakan tanah berlempung	pondasi yang digunakan tidak didesain untuk pondasi dangkal sebab	berdasarkan pemodelan struktur menggunakan	PT PLN (Persero) merencanakan pembangunan	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
		sebuah bangunan yang memiliki tiga lantai dengan desain pondasi menggunakan KSSL. Gedung ini terletak di atas tanah berpasir dengan daya dukung (Qc) sebesar 200 kg/cm <sup>2</sup> dan berada didalam tanah sedalam 10,2 m. Berdasarkan kondisi dari tanah, pondasi yang lebih cocok yaitu mini pile, bukan KSSL. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan atau	(kohesif) dengan tanah keras qc = 200 kg/cm <sup>2</sup> di kedalaman rata-rata 22 m. Pada kedalaman rencana yaitu 9 m tekanan konus tanah sebesar qc = 80 kg/cm <sup>2</sup> . Pondasi tiang pancang precast jenis minipile persegi ukuran 30x30 cm dengan kedalaman pancang 9 m memiliki daya dukung tiang tunggal sebesar 535,51 kN dan daya dukung lateral sebesar 10,92 kN. Pondasi tiang bor diameter 40 cm dengan kedalaman	akan menyebabkan terjadinya penurunan yang besar dan tidak merata, yang kemudian menyebabkan beberapa pipa yang telah terhubung sebelumnya pada <i>Crude Oil Storage Tank</i> mengalami patahan karena batas ijin tanah yang sangat tinggi. Berdasarkan hasil studi, menunjukkan jika daya dukung boredpile lebih besar daripada tiang pancang, dimana hal tersebut tidak relevan terhadap gambar yang ada dilapangan, sebab faktor adhesi untuk tanah lunak lebih besar.	software ETABS 2013 dan analisis struktur fondasi bore pile, fondasi bore pile atau tiang bor bisa diterapkan untuk membangun Hotel The Manohara Yogyakarta dengan pemasangan pondasi sebanyak 126 titik yang masing-masing berdiameter 0,6 dan dipasang di kedalaman 16 meter dibawah permukaan tanah. Pondasi ini terbagi menjadi dua tipe pilecap yakni F1 (2,6m x 1,3m x 1m) dengan persebaran 17 titik, serta F2	SUTT 150 Kv Tanggul-Puger untuk mendukung operasional pabrik semen di Kab. Jember serta untuk mengoptimalkan keandalan sistem kelistrikan. Namun saat pembangunan SUTT 150 Kv Tanggul-Puger, pondasi menara T07 mengalami penurunan sesudah pemasangan struktur pondasi. Pondasi yang mengalami	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
		<p>pengembangan pada pondasi Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung agar sesuai dengan karakteristik tanah di lokasi tersebut. Hasil dari penelitian menunjukkan <math>Q_u</math> (kapasitas ultimit) sebanyak 220,92 ton, yang sesuai dengan tiga pondasi yang telah disebutkan, sehingga ketiga tipe ini dapat menyangga struktur gedung</p>	<p>bor tiang 9 m memiliki daya dukung tiang tunggal sebesar 502,65 kN dan daya dukung lateral sebesar 47,24 kN. Faktor keamanan yang digunakan <math>SF=2,0</math>. Menggunakan data pendukung untuk 1 gedung yang sama maka biaya pelaksanaan lapangan untuk pondasi tiang pancang sebesar Rp.3.027.220.698,99 dan pondasi tiang bor sebesar Rp. 3.319.860.796,24</p>	<p>Terdapat masalah dalam kekuatan tiang karena material tiang lebih kuat dan besar dibandingkan dengan kapasitas tanah, yang disebabkan oleh nilai NSPT rendah di ujung tiang. Desain pondasi yang sesuai yaitu pondasi tiang panjang berdiameter 35 cm, dengan daya dukung aksial tekan sebesar 135 kN dan pemasangan pondasi sebanyak 122 unit, dengan total biaya pelaksanaan mencapai Rp. 1.398.730,00. Hal ini dikarenakan harga tersebut lebih rendah dibandingkan dengan</p>	<p>(2,6m x 2,6m x 1m) dengan perebaran 23 titik. Jika dilihat dari sisi biaya, pondasi tiang pancang saat ini mencapai Rp 4.814.773.362 sedangkan biaya pondasi bore pile ialah sebanyak Rp 4.549.400.187 yang mana dari kedua biaya tersebut terdapat selisih sebanyak Rp 265.373.175 yang menjadikan pondasi bore pile lebih murah (5,51%). Berdasar pada analisis yang dilaksanakan, ada</p>	<p>penurunan merupakan pondasi telapak dan rencananya akan digantikan menggunakan pondasi tiang bor. Analisa daya dukung pondasi tiang bor akan dilaksanakan, bersama dengan estimasi biaya yang diperlukan dan hasilnya akan di bandingkan terhadap pondasi telapak. Hasil dari analisa tersebut menunjukkan bahwa daya dukung izin</p>	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
		pengadilan negeri punjung		biaya minimum bore pile berdiameter 40 cm, yang mencapai Rp. 1.664.640.000.	beberapa permasalahan yang muncul selama pengerjaan pondasi tiang pancang, sehingga penulis berpendapat bahwa metode kerja pondasi bore pile lebih efektif dibandingkan pondasi tiang pancang, terutama karena kondisi tanah yang berpasir dan jarak area pembangunan yang berdekatan dengan Hotel The Manohara Yogyakarta.	pondasi tiang bor berdiameter 40 cm mencapai 385 kN yang mana berat tersebut mampu menahan beban maksimal sebesar 264,36 kN dengan faktor keamanan sebesar 1,456. Sementara itu, daya dukung pondasi tiang grup yang bersikan 5 tiang mampu menahan beban seberat 1.482,25 kN yang aman untuk menyangga beban kerja 1 kaki pondasi sebesar 1.024,18 kN	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
						<p>dengan faktor keamanan sebesar 1,447. Pergantian pondasi telapak menjadi tiang bor tersebut diperkirakan menelan biaya sejumlah Rp 383.151.414. sesudah pergantian dilakukan, diketahui bahwa pondasi tiang bor lebih efektif dalam menahan atau menyangga struktur bangunan dibanding dengan pondasi telapak, dengan nilai</p>	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No.	ASPEK	Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022)	Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022)	Kuswaya dan Ma'arif (2020)	Prasetyo dan Asyifa (2021)	Agusta, Sudjipto, dan Halim (2021)	Alhamid (2023)
						faktor keamanan sebesar 1,477 yang memiliki nilai lebih besar sebanyak 17,83% dari pondasi telapak yang hanya sebesar 1,219. Selain itu, biaya yang dikeluarkan untuk pondasi tiang bor jauh lebih murah dibanding dengan biaya pondasi telapak.	

## 2.4 Keterbaruan Penelitian

Keterbaruan penelitian dibutuhkan sebagai bukti bahwa tidak ada plagiarisme antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilaksanakan. Berdasarkan studi literatur yang telah dilaksanakan, penelitian dengan topik Analisis Redesain Pondasi Pada Pembangunan Proyek Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Keterbaruan pada penelitian ini teridentifikasi pada:

1. Lokasi serta objek pekerjaan yang diamati, dimana pada penelitian sebelumnya lokasi dan objek pekerjaan adalah redesain pondasi mini pile, optimalisasi Biaya produksi, redesain tiang pancang ke fondasi *Bore Pile*, redesain pondasi telapak tangan dengan *Bore Pile*, optimalisasi pondasi dalam pada *crude oil*.
2. Penelitian sebelumnya menganalisis kebutuhan daya dukung pondasi sedangkan penelitian ini menganalisis kebutuhan jumlah tiang pancang serta penulangan pilecap

Persamaan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu seperti dibawah ini:

1. Salah satu tujuan dari penelitian sebelumnya dan penelitian ini adalah sama-sama membandingkan biaya dari tipe pondasi yang berbeda
2. Metode yang dipergunakan oleh penelitian sebelumnya dan penelitian ini yaitu menggunakan metode *Meyerhof*.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Dalam BAB II mengenai tinjauan pustakanya mirip dengan penelitian ini. Dengan tinjauan pustakanya dapat diketahui isi dari penelitian ini dan mengarahkan menggunakan teori apa saja, pada BAB III maka akan dijelaskan teori-teorinya yang menjadi dasar dalam menganalisis penelitian ini.

#### **3.1 Proyek**

Merupakan kegiatan bertujuan agar mendapat produk atau hasil yang telah direncanakan diawal. Proyek membutuhkan biaya dan bisa mendatangkan hasil pada jangka waktunya. Oleh karena itu perlunya ada rencana yang dipersiapkan sebaik mungkin dan menyesuaikan tujuan yang sudah di rancang. Menurut Dipohusodo (1996) menyebutkan proyek adalah sebuah metode atau cara dalam menggunakan sumber daya dan modal yang ada guna mewujudkan tujuan dan hasil dimana sudah direncanakan dengan baik secara terorganisir dimana hasilnya nanti dapat digunakan dalam waktu yang lama.

Adapun ciri-ciri proyek secara umum yaitu:

1. Terdapat batas dalam proyek yaitu mulainya dan akhir
2. Adanya penjadwalan waktu dalam melakukan proyek
3. Proyek dilakukan dengan sifat pelaksanaan satu kali
4. Objek dari proyek jelas dimana bertujuan dalam merubah atau membaharui

##### **3.1.1 Proyek Komersial**

Merupakan suatu proyek yang berorientasi pada profit si pengelola proyeknya

##### **3.1.2 Proyek Swakelola**

Proyek ini adalah pelaksanaan kegiatan dimana sudah di rancang demi

mencapai tujuan pemilik proyeknya dan dalam pelaksanaannya terdiri dari tim. Sehingga dikatakan proyek swakelola disebut juga sebagai proyek yang mengelolanya si pemilik sendiri. Proyek Swakelola sudah diatur didalam Perpres No. 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Berikut beberapa tujuannya Swakelola yaitu

1. Pemenuhan barang dan jasa yang tidak tersedia,
2. Pemenuhan barang dan jasa yang tidak diminati pelaku usaha
3. Pengoptimalan pemenuhan barang dan jasa
4. Semakin efektif dan efisienya apabila dipegang swakelola
5. Dapat memenuhi kebutuhan barang dan jasa yang sifatnya rahasia

Selanjutnya ada beberapa tipe swakelola yaitu:

- a. Tipe I , Swakelola ini dirancang, pelaksanaan dan pengawasannya dari Kementerian yang bertanggung jawab dalam anggaran biaya
- b. Tipe II, Swakelola dilaksanakan kementerian lain pelaksana swakelola
- c. Tipe III, Swakelola dilaksanakan dari Ormas Pelaksana Swakelola
- d. Tipe IV, Swakelola dilaksanakan serta ada pengawasan dari sesuai usulan Kelompok Masyarakat Pelaksana Swakelola.

### **3.2 Pondasi**

Pondasi merupakan bagian dalam konstruksi yang memiliki fungsi untuk menahan suatu gedung serta mentransfer beban dari struktur gedung kedalam lapisan tanah dibawahnya. Dengan kata lain, pondasi berperan penting dalam menjaga stabilitas dan keamanan bangunan. Penurunan atau *settlement* pondasi tidak diperbolehkan melebihi batasan ijin yang telah ditentukan, oleh sebab itu pondasi perlu direncanakan dan memilih tipe pondasi dengan teliti. Untuk menentukan tipe pondasi yang dipergunakan, maka perlu diperhatikan hal-hal penting berikut:

1. Kondisi tanah

Kondisi tanah merupakan salah satu hal yang patut diperhatikan pada saat pemilihan dan perencanaan pondasi, karena hal ini berhubungan dengan daya dukung pondasi nantinya.

## 2. Beban di atasnya

Fungsi bangunan sendiri mempengaruhi beban struktur di atasnya sehingga hal ini harus diperhatikan agar pondasi dapat memikul beban di atasnya tanpa terjadi kegagalan pondasi.

## 3. Kondisi Sekitar

Kondisi sekitar lokasi proyek perlu dianalisis terlebih dahulu supaya tidak mengganggu Gedung atau bangunan eksisting saat pelaksanaan atau sesudah pelaksanaan pembangunan.

## 4. Waktu dan Biaya Pekerjaan

Pada saat waktu perencanaan, waktu dan biaya pekerjaan juga perlu diperhatikan agar dapat memudahkan pada saat pekerjaan, dan tidak mengalami *Over design*

Berdasarkan faktor-faktor yang dijelaskan diatas, maka bisa diambil kesimpulan bahwasanya faktor kondisi tanah memiliki peran penting dalam pemilihan tipe pondasi yang sesuai pada saat perencanaan.

### **3.3 Klasifikasi Pondasi**

Perletakan pondasi haruslah berada di kondisi tanah yang sesuai (keras) atau mencukupi daya dukung yang aman, karena keamanan struktur atas juga bergantung dengan jenis pondasi yang akan dipergunakan. Dalam penelitian kali ini direncanakan menggunakan pondasi dalam. Adapun pengertian daripada pondasi dalam.

#### **1. Pondasi dalam**

Pondasi dalam didefinisikan dengan pondasi yang ditanam didalam kedalaman tertentu di bawah permukaan tanah guna menyalurkan beban struktur bangunan ke lapisan dalam tanah. Pondasi dalam secara umum memiliki kedalaman sebesar  $D/B \geq 4$  (Analisis Dan Desain Pondasi Jilid I, Joseph E. Bowles).

Pondasi dalam yang ditanam pada kedalaman tertentu sangat dipengaruhi oleh jenis tanah yang berada dibawah lapisan permukaan, hal tersebut sangat penting untuk menetapkan daya dukung pondasi yang cocok untuk pondasi dalam. Idealnya, pondasi ditanam pada struktur tanah yang keras agar mampu menahan beban lebih maksimal utamanya untuk bangunan yang memiliki lebih dari 3 lantai. Tiang-tiang pada pondasi akan disambungkan satu sama lain menggunakan pile cap yang kemudian setiap satu pile cap diisi oleh beberapa tiang pondasi.

Pondasi tiang memiliki fungsi utama yakni guna mentransfer beban struktur kedalam bawah tanah guna nantinya beban bangunan atau struktur bangunan bisa ditahan lebih kuat agar meminimalisir adanya penurunan fungsi struktur yang dipikul bahkan terjadinya keruntuhan akibat kondisi tanah yang kurang kuat menahan beban bangunan tanpa adanya tambahan penyangga. Pemberian pondasi tiang pada bangunan haruslah direncanakan dengan matang tanpa mengganggu stabilitas atau keamanan bangunan disekitarnya. Terdapat setidaknya 3 perancangan yang harus diperhatikan sebelum memberikan pondasi tiang yakni: analisis tanah, perhitungan beban, dan pemilihan jenis tiang. Analisis tanah dilakukan untuk memahami karakteristik dan kapasitas dukung tanah di lokasi pembangunan. Perhitungan beban dibutuhkan guna mendekteksi beban yang nantinya dibebanakk pada pondasi tiang, seperti beban mati, hidup, serta gempa. Terakhir, pemilihan jenis tiang harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti kondisi tanah, jenis bangunan, dan anggaran. Didalam analisa rakit bertiang, terkait dengan pondasi tiang, beban rakit haruslah dihitung secara teliti dengan maksimal sebanyak 25% dari seluruh beban yang ada, artinya beban tidak boleh melebihi 25% kecuali dalam kondisi tertentu dimana beban tambahan atau beban sementara mungkin diperbolehkan. Beban ultimit pada tiang tunggal harus ditetapkan oleh uji pembebanan dan metode yang digunakan pada pondasi.

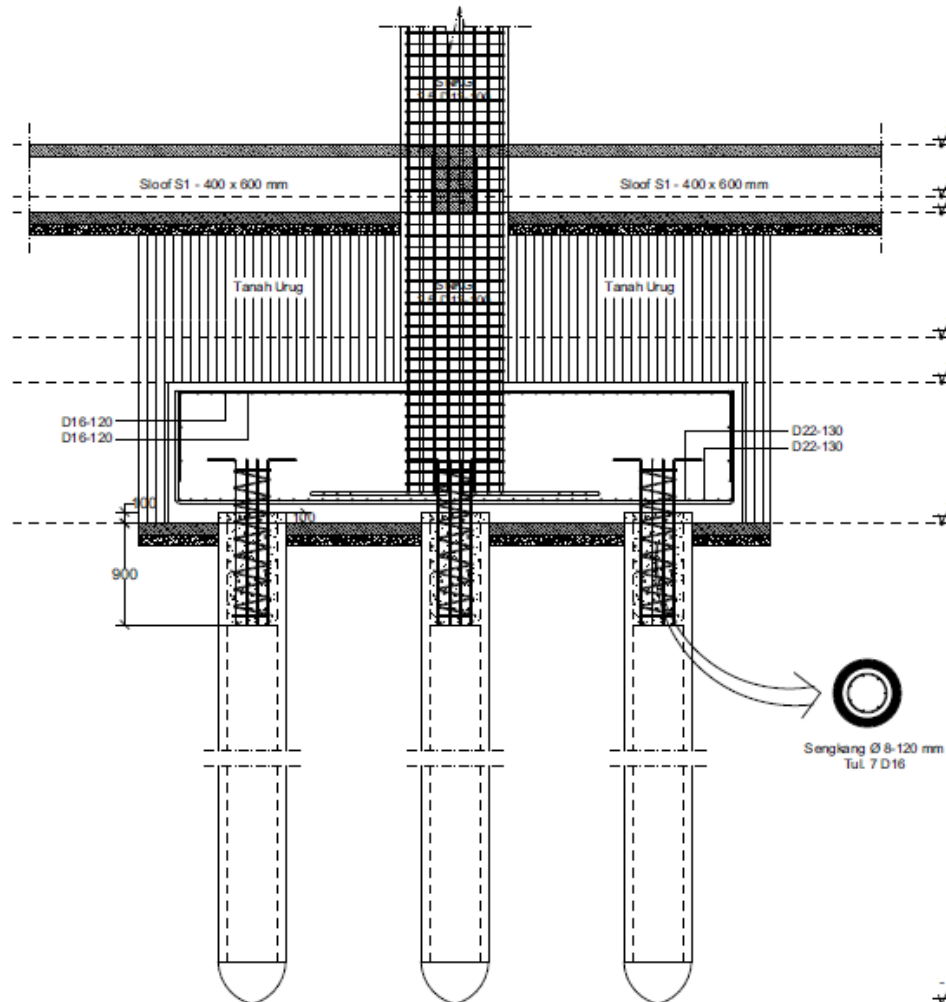
Besarnya beban izin yang dibebankan pada tiang tunggal didapatkan melalui beban ultimit, yang merupakan beban maksimum yang dapat diterima oleh tiang sebelum terjadi keruntuhan atau deformasi yang tidak dapat diterima. Dalam konteks desain pondasi, beban ultimit merupakan aspek penting yang harus diperhitungkan

untuk memastikan bahwa tiang dapat mendukung beban struktural bangunan secara aman. Perhitungan beban ultimit dimulai dengan mengidentifikasi semua jenis beban yang akan diterima oleh tiang, seperti beban mati, yaitu berat struktur itu sendiri, serta beban hidup, yang mencakup beban dari manusia, furnitur, dan aktivitas lainnya. Selain itu, beban gempa dan beban angin juga harus dipertimbangkan, terutama di daerah yang rawan bencana. Semua beban ini harus dihitung dengan teliti untuk menciptakan model yang akurat. Setelah semua beban diketahui, langkah berikutnya adalah menentukan kapasitas dukung tiang. Kapasitas dukung ini tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis tanah, ukuran dan material tiang, serta metode pemasangan tiang. Setelah kapasitas dukung tiang dan beban ultimit ditentukan, perbandingan dilakukan untuk mendapatkan beban izin. Beban izin adalah beban maksimum yang dapat diterapkan pada tiang tanpa melebihi kapasitas dukung tanah, yang biasanya dihitung dengan mengalikan kapasitas dukung dengan faktor keamanan.

Jenis pondasi dalam yang seringkali ditemui yaitu tiang bor atau *bored pile*, pondasi sumuran, pondasi Strauss *franki composite pile* dan pondasi tiang pancang.

#### **a. Pondasi Tiang Pancang**

Pondasi tiang pancang yaitu pondasi yang seringkali dipergunakan sebagai tiang penahan/penyangga untuk bangunan yang memiliki banyak lantai (pencakar langit). Pondasi ini identik dengan penggunaan beton yang sudah jadi atau precast yang ditanam ke dalam permukaan tanah menggunakan bantuan alat pemancang. Terdapat beberapa bahan yang diperlukan untuk membuat tiang pancang yakni; baja, kayu dan beton bertulang. Fungsi dari pondasi tiang pancang adalah untuk membantu menahan struktur bangunan agar tidak mudah runtuh, menahan gaya angkat dan menahan gaya lateral. Untuk pondasi tiang pancang bisa diketahui melalui gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tiang Pancang

Sejumlah kelebihan yang dimiliki pondasi tiang pancang, yakni:

- a. Pondasi tiang pancang kuat dan kokoh

Penggunaan pondasi tiang pancang untuk menahan atau menyangga bangunan dirasa lebih kokoh dan kuat dibanding dengan tiang-tiang pondasi lainnya. Hal ini karena, tiang pancang tersusun dari beton minimal K400 yang berbahan dasar material-material kuat, tahan lama dan anti geser. Sehingga, penggunaan pondasi ini akan lebih efektif dalam menahan atau menompang beban bangunan utamanya bangunan pencakar langit yang

membutuhkan penyangga yang tidak hanya mampu menyangga beban atas namun juga tekanan dari dalam tanah.

b. Pondasi tiang pancang lebih tahan lama

Pondasi tiang pancang juga memiliki ketahanan lebih lama sehingga bangunan yang ditopang dengan pondasi ini akan berusia panjang. Hal ini dikarenakan, tiang pancang dilapisi oleh material kimia yang tahan terhadap korosi, yang membantu melindungi tiang dari kerusakan yang disebabkan oleh kondisi lingkungan, seperti kelembaban dan bahan kimia dalam tanah.

c. Pondasi tiang pancang mengurangi galian tanah

Tidak seperti pondasi bangunan yang lain, tiang pancang dapat digunakan sebagai alternatif dalam meminimalkan atau mengurangi galian tanah. Sebab, pondasi ini hanya memerlukan bantuan alat khusus untuk menanamkannya dibawah permukaan tanah tanpa perlu menggali, yang mana bisa mengakibatkan gangguan pada lingkungan sekitar, seperti penurunan kualitas tanah atau perubahan struktur tanah.

d. Pelaksanaan tiang pancang lebih mudah

Karena bahan tiang pancang berupa beton pracetak maka di lapangan kita hanya tinggal melakukan pemancangan dengan alat pancang yang sesuai. Alat pancang tiang pancang relatif mudah diperoleh dan terjangkau secara biaya.

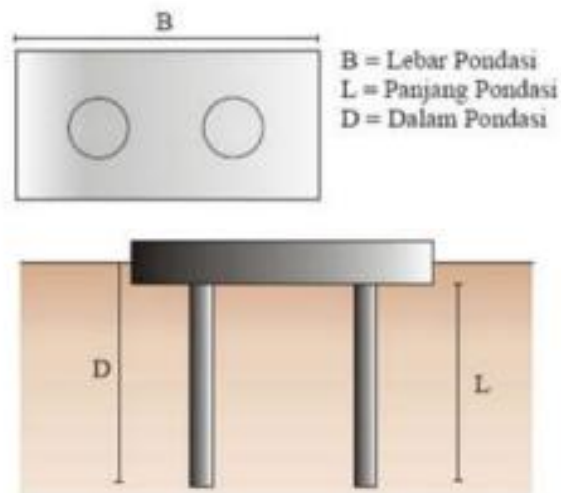
Selain kelebihan diatas, pondasi tiang pancang juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain:

a. Proses produksi tiang pancang lama

Dikarenakan material yang digunakan pada pondasi tiang pancang bersifat kuat dan kokoh, maka dalam pembuatannya tingkat kekerasan dan kualitas menjadi hal yang wajib diperhatikan sehingga tidak mengherankan jika produksi membutuhkan waktu yang lama agar sesuai dengan standar yang ada.

### 3.4 Pondasi *Pile Group*

Pada realitanya jarang terdapat pondasi tiahg yang digunakan sendiri, namun seringkali didapati pondasi berkelompok atau bisa disebut dengan pila group. Pondasi tiang pancang yang dipasang relatif dengan jarak yang berdekatan, umumnya disambungkan menjadi satu bagian memakai atribut yang disebut pile cap. Didalam melakukan perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang, terdapat hal penting yang perlu diperhitungkan yakni, jarak tiang, susunan tiang,efisiensi suatu kelompok tiang dan jumlah tiang pada satu kelompok. Ilustrasi kelompok tiang bisa diketahui melalui gambar 3.2.



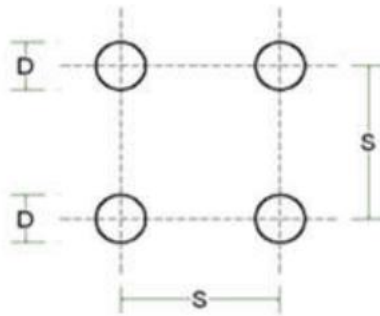
Gambar 3. 2 Kelompok Tiang

Sumber: (Herwin, Priadi, & Aprianto, 2019)

Karakteristik kelompok tiang dipengaruhi oleh dua bentuk interaksi diantaranya adalah (1) interaksi antara tiang dengan jarak yang berdekatan, agar lebih efisien dan interaksi dari distribusi beban pada tiap – tiap tiang dimulai dari bagian *pile cap*. Pada tahap pertama gaya – gaya relevan tersebut disalurkan melalui tanah yang selanjutnya disalurkan oleh bagian supperstructure yang diasumsikan adalah pile cap. Jika jarak tiang cukup lebar, maka interaksi tiang – tanah – tiang tidak signifikan. Berdasarkan hal tersebut maka dibuatlah jarak tiang yang tidak terlalu jauh dari tiang sebelumnya

agar dapat mengetahui beban lateral, aksial dan momen lentur pada masing – masing tiang dalam satu kelompok tiang (Reese & Impe, 2011).

Jarak setiap kelompok tiang yang didasarkan pada perhitungan daya dukung oleh Direktur Jenderal Bina Marga Departemen P.U.T.L disyaratkan jarak sebagai berikut:  $S \geq 2,5 d$  dan  $S \leq 3,0 D$ .



Gambar 3. 3 Jarak Kelompok Tiang

Adapun beberapa ketentuan berdasarkan pertimbangan adalah seperti dibawah ini.

1. Bila  $S < 2,5 D$ 
  - a. Terangkatnya tiang disekitar yang sudah diperpanjang lebih dulu
  - b. Tanah yang ada disekitar kelompok tiang mungkin mengalami peningkatan drastis akibat desakan tiang pancang yang memiliki jarak berdekatan
2. Bila  $S > 3,0 D$ 

Jika  $S > 3,0 D$  maka tidak ekonomis sebab akan memperluas dimensi footing ataupun ukuran.

Selanjutnya setelah mempertimbangkan jarak tiang ke tiang, dilanjutkan dengan perhitungan efisiensi kelompok tiang yaitu sebagai berikut.

$$Eg = \frac{\text{Daya dukung kelompok tiang}}{\text{Jumlah tiang} \times \text{daya dukung tiang tunggal}} \quad (3.1)$$

### 3.5 Konsep Optimasi Struktur

Secara umum, optimasi struktur berhubungan dengan dimensi struktur yang minimum guna memperoleh struktur yang ringan serta aman terhadap beban

maksimum. Optimasi struktur dirasa mampu meminimalisir adanya lendutan maksimum, torsi, tegangan maksimum dan hal-hal lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja dan daya tahan struktur. Dengan mengurangi dimensi elemen struktur yang tidak perlu, insinyur dapat meningkatkan efisiensi material dan mengurangi biaya konstruksi.

Terdapat beberapa jenis pendekatan yang bisa dilaksanakan didalam optimalisasi struktur, yakni:

a. Pendekatan intuisi

Pendekatan intuisi melibatkan pengalaman dan pengetahuan praktis seorang insinyur dalam merancang struktur, di mana keputusan diambil berdasarkan pemahaman umum tentang perilaku material dan desain. Ini sering kali mengandalkan perasaan dan kebijaksanaan yang diperoleh dari proyek sebelumnya.

b. Kriteria optimasi

Kriteria optimasi merujuk pada penggunaan parameter tertentu untuk menilai dan membandingkan berbagai alternatif desain. Dalam pendekatan ini, insinyur menetapkan tujuan spesifik, seperti meminimalkan biaya, memaksimalkan kekuatan, atau mengurangi bobot, lalu menerapkan algoritma atau metode matematis untuk mencapai hasil yang diinginkan. Pendekatan ini lebih terstruktur dan berbasis data, memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan pendekatan intuitif.

c. Analisa Struktur

Analisa struktur adalah pendekatan yang lebih teknis, di mana model matematis dari struktur dibuat untuk memprediksi perilaku di bawah berbagai kondisi beban. Dengan menggunakan perangkat lunak analisis struktural, insinyur dapat mensimulasikan bagaimana struktur akan bereaksi terhadap gaya eksternal dan melakukan penyesuaian pada desain untuk memastikan keamanan dan efisiensi.

### 3.6 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal

#### a. Kapasitas tiang akibat gesekan tanah (*friction pile*)

##### 1. Tiang pancang

Perhitungan daya dukung akibat gesekan pada pondasi tiang pancang pada tanah lempung mengikuti rumus :

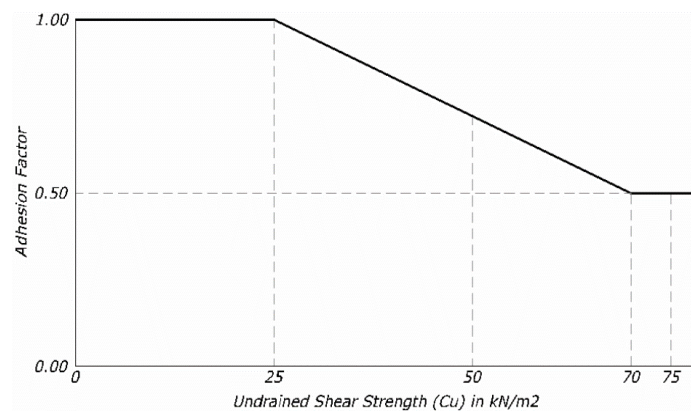
$$\tau = \alpha c \quad (3.2)$$

Keterangan :

C = kohesi,  $5 * N_{spt}$

$\alpha$  = Faktor adhesi

Faktor adesi mengikuti gambar xx



Hubungan Cu dengan Faktor Adesi ( API metode 2 1986 )

##### 2. Tiang bor

Perhitungan daya dukung akibat gesekan pada pondasi borepile pada tanah lempung mengikuti rumus :

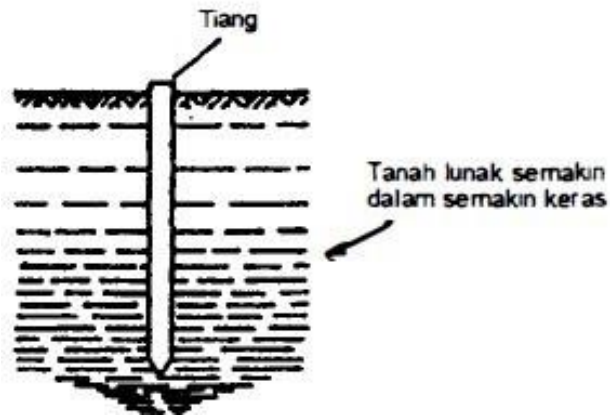
$$\tau = \alpha c \quad (3.3)$$

Keterangan :

C = kohesi,  $5 * N_{spt}$

$\alpha$  = Faktor adhesi, minimum  $((0,21 + (0,26 * (1/c) ) ; 1)$  ( Kulhawy, 1984)

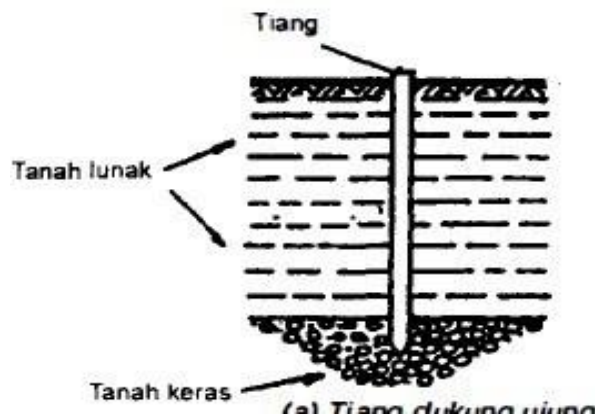
pondasi tiang yang meneruskan beban yang telah ditentukan oleh gesekan diantara selimut tiang terhadap tekstur tanah di sekeliling tiang, sebagaimana disajikan dalam gambar 3.3.



Gambar 3. 4 Tiang gesek (Hardiyatmo, 2008)

b. Kapasitas tiang akibat tahanan ujung (*end bearing pile*)

Dalam sistem ini, tiang pancang dirancang guna mentransfer struktur bangunan bawah permukaan tanah melalui ujung tiang yang bersentuhan langsung dengan tanah.



Gambar 3. 1 Tiang Dukung Ujung (Hardiyatmo, 2008)

Perhitungan daya dukung ujung pada tiang pancang serta bor di tanah lempung mengikuti rumus :

$$Q_p = 9 * c \quad (3.4)$$

Keterangan :

C = kohesi,  $5 * N_{spt}$

c. Daya dukung lateral

Daya dukung lateral ialah kemampuan tanah dibawah fondasi guna menahan gaya-gaya luar yang bekerja dengan arah sejajar terhadap fondasi tersebut. Untuk mendapatkan daya dukung lateral, bisa memakai metode Brooms (1964).

Untuk perhitungan kapasitas daya dukung lateral ini memakai metode Brooms. Pada penelitian ini menggunakan jenis tanah lempung (clay) dan nilai-nilainya bisa diketahui melalui Tabel 3.1.

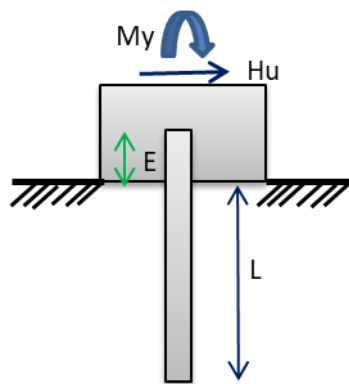
Tabel 3. 1 Nilai  $n_h$  tanah granuler ( $c=0$ )

Kerapatan relatif ( $D_v$ )	Tidak Padat	Sedang	Padat
Interval nilai A	100-300	300-1000	1000-2000
Nilai A dipakai	200	600	1500
$N_h$ , pasir kering atau lembab (Terzaghi) ( $kN/m^3$ )	2425	7275	19400
$N_h$ , pasir terendam air (Terzaghi) ( $kN/m^3$ )	1386	4850	11779
Reese et al	5300	16300	34000

Jenis Tanah	$N_h$ ( $kN/m^3$ )	Sedang
Lempung terkonsolidasi	166-3518	Reese dan Matlock (1956)
Normal lunak	277-554	Davisson-Prakash (1963)

Lempung terkonsolidasi	111-277	Peck dan davisson (1962)
Normal organik	111-831	Davisson (1970)
Gambut	55	Davisson (1970)
	27,7-111	Wilson dan Hitls (1967)
Loess	8033-11080	Bowles (1968)

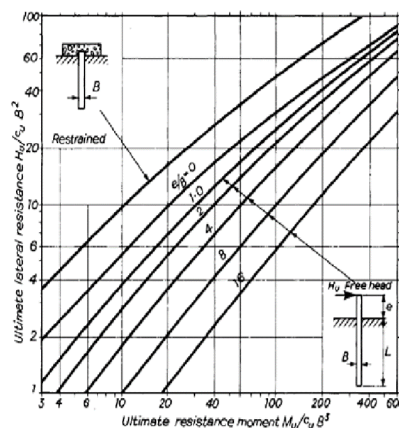
Perhitungan daya dukung lateral pada tiang panjang metode Broms dijelaskan seperti dibawah ini :



Gambar 5.5

### Gambar 3. 2 Perhitungan Daya Dukung Lateral Metode Broms

Perhitungan daya dukung lateral tiang metode broms menggunakan plotting dari grafik. Grafik hubungan tahanan lateral dan momen Broms ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. 3 Grafik Hubungan Tahanan Lateral dengan Momen Broma

$$x = \frac{M_u}{C_u * B^3} \quad (3.5)$$

$$H_u = y * C_u * B^2 \quad (3.6)$$

$$H_{all} = \frac{H_u}{3} \quad (3.7)$$

Keterangan :

L = panjang tiang

B = diameter

Mu = momen kapasitas tiang

Cu = kohesi, 5 \* N<sub>spt</sub>

### 3.7 Settlement (Penurunan) Tiang

Metode transfer dapat digunakan untuk menganalisis penurunan tiang serta distribusi beban pada tiang fondasi tersebut. Untuk penurunan elastis fondasi menurut Vesic (1977) bisa dihitung memakai rumus 3.8 dan jenis tanah bisa diketahui melalui Tabel 3.2 serta Tabel 3.3.

$$S_{e(1)} = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)} \quad (3.8)$$

Nilai  $S_{e(1)}$ ,  $S_{e(2)}$ ,  $S_{e(3)}$  dapat diperoleh dari rumus berikut:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \quad (3.9)$$

$$S_{e(2)} = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \quad (3.10)$$

$$S_{e(3)} = \left( \frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \quad (3.11)$$

Keterangan :

- Se = Total penurunan tiang pancang (mm).
- Se(1) = Penurunan elastis tiang pancang (mm).
- Se(2) = Penurunan tiang pancang dikarenakan beban pada ujung tiang (mm).
- Se(3) = Penurunan tiang pancang dikarenakan beban yang ditransmisikan sepanjang kulit tiang (mm).
- Qwp = Beban yang terjadi pada ujung tiang, kN
- Qws = Beban yang terjadi pada selimut tiang, kN
- Ep = Modulus elastisitas material tiang pondasi, kN/m<sup>2</sup>
- Es = Modulus elastisitas tanah, kN/m<sup>2</sup>
- $\mu_s$  = Poisson ratio tanah
- L = Panjang tiang, m
- D = Diameter tiang, m
- Ap = Luas penampang tiang, m<sup>2</sup>
- Bg = Lebar *pile grub*, m

Tabel 3. 2 Jenis Tanah

Macam Tanah	E (kN/m <sup>2</sup> )
Lempung	
Sangat Lunak	300 – 3000
Lunak	200 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000

Berpasir	30000 – 42500
Pasir	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak Padat	10000 – 25000
Padat	50000 - 100000
Pasir dan Kerikil	
Padat	80000 – 200000
Tidak Padat	50000 – 140000
Lanau	2000 – 20000
<i>Loose</i>	15000 – 60000
Serpih	140000 – 1400000

(Sumber: Hardiyatmo, 2011)

Tabel 3. 3 Nilai Poisson's Ratio

<b>Jenis Tanah</b>	<b><i>Poisson's Ratio</i></b>
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 0,1
Batuan	0,1 – 0,4
Umum dipakai	0,3 – 0,4

(Sumber: Das, 1998)

Asal persamaan diatas, total settlement pada tiang fondasi tunggal bisa diketahui. Pada penurunan fondasi tiang wajib memperhatikan beberapa batasan, supaya settlement tidak melebihi dari nilai yang diizinkan. Untuk mengetahui besar nilai settlement yang diizinkan, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$S_{ijin} = 10\% \times D \quad (3.12)$$

Dengan nilai D mengacu pada diameter pondasi dan nilai total settlement lebih rendah daripada nilai yang diijinkan.

### **3.8 Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS)**

*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems* (ETABS) ialah satu diantara program terkait analisis struktur yang mudah dijalankan dan lengkap. Program ini memiliki beberapa model dan fitur yang sesuai dengan desain beton bertulang dan struktur baja. User program ETABS ditawarkan sebuah kemudahan dalam menganalisa, mendesain struktur bangunan secara efektif dan efisien. Dengan antarmuka yang intuitif, ETABS memungkinkan pengguna untuk membuat model struktur dengan cepat, menggunakan berbagai alat dan fitur yang dirancang khusus untuk rekayasa sipil. Didalam lingkungan penggunaan yang interaktif, maka bisa dievaluasi penampang struktur berdasar pada design-code internasional seperti: U.S.A (ACI 1999, AASHTO 1997), Canadian (CSA 1994), British (BSI 1989), European (CEN 1992), dan New Zealand (NZS 3101-95). Hasil output dari program etabs yaitu berupa :

#### 1. Titik pergeseran (*Joint Displacement*)

Nilai yang didapatkan sebagai berikut:

$U_x$  = nilai pergeseran translasi arah sumbu lokal x *joint*

$U_y$  = nilai pergeseran translasi arah sumbu lokal y *joint*

$U_z$  = nilai pergeseran translasi arah sumbu lokal z *joint*

$R_x$  = nilai pergeseran rotasi memutar sumbu lokal x *joint*

$R_y$  = nilai pergeseran rotasi memutar sumbu lokal y *joint*

$R_z$  = nilai pergeseran rotasi memutar sumbu lokal z *joint*

*Output* yang sering dipergunakan yaitu nilai  $U_x$  dan  $U_y$ . Nilai tersebut ialah pergeseran horizontal *joint*. Kemudian  $U_z$  adalah lendutan vertikal. Nilai positif

untuk  $U_x$  dan  $U_y$  memiliki arti yakni pemindahan sumbu global X dan Y secara searah. Kemudian, untuk  $U_z$  memiliki arti seraha sumbu Z dan sebaliknya.

## 2. Reaksi Tumpuan (*Joint Reaction*)

Adapun nilai yang didapatkan sebagai berikut:

$F_x$  = gaya reaksi searah sumbu lokal x *joint*

$F_y$  = gaya reaksi searah sumbu lokal y *joint*

$F_z$  = gaya reaksi searah sumbu lokal z *joint*

$M_x$  = momen tumpuan memutar sumbu lokal x *joint*

$M_y$  = momen tumpuan memutar sumbu lokal y *joint*

$M_z$  = momen tumpuan memutar sumbu lokal z *joint*

*Output* yang biasanya dipergunakan ialah gaya vertikal yakni  $F_z$  dan momen kearah memanjang dan melintang ( $M_x$  dan  $M_y$ ). Nilai  $F_z$  positif maka nilai mengarah ke sumbu Z (ke atas) yang artinya pondasi mengalami tekanan.

## 3. Gaya Dalam pada Batang (*Frame Force*)

Adapun nilai yang didapatkan sebagai berikut:

$P$  = gaya aksial pada batang

$V_2$  = gaya geser pada arah sumbu lokal 2

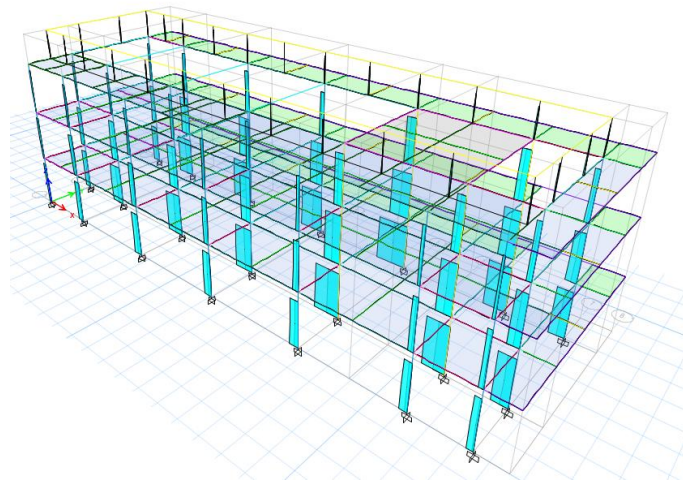
$V_3$  = gaya geser pada arah sumbu lokal 3

$T$  = torsi/punter pada batang

$M_2$  = momen lentur memutar sumbu lokal 2

$M_3$  = momen lentur memutar sumbu lokal 3

Salah satu contoh hasil output program ETABS yang berupa gaya aksial diperlihatkan melalui gambar 3.8.

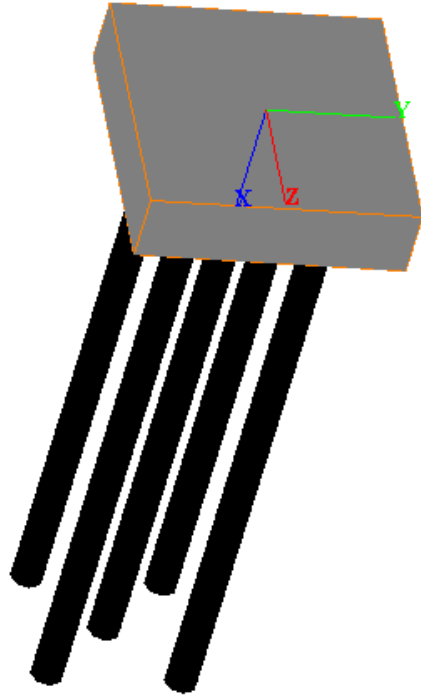


Gambar 3. 4 Contoh Output Gaya Aksial ETABS

### 3.9 Group Ensoft

Ensoft GROUP merupakan alat yang berfungsi untuk menganalisis desain struktur dari kelompok tiang yang dikenakan beban aksial dan juga beban lateral. Ensoft GROUP dapat digunakan oleh pengguna atau *user* untuk menganalisa struktur atau perilaku kelompok tiang dengan memakai model tiga dimensi untuk tumpukan yang tidak simetris dan dua dimensi untuk tumpukan yang simetris. Tumpukan bisa dipasang dengan arah yang vertikal, sehingga analisis dapat dilakukan untuk berbagai konfigurasi tiang yang berbeda.

Secara internal, program ini mampu memberikan respon non-linear tanah, dengan bentuk kurva t-r (pemuatan torsi), kurva p-y (pemuatan lateral) dan kurva t-z serta q-w (pemuatan aksial). Melalui integrasi semua elemen ini, Ensoft GROUP tidak hanya memberikan alat untuk perhitungan teknis, tetapi juga memungkinkan insinyur untuk mengevaluasi risiko dan membuat keputusan yang lebih informasional dalam perancangan fondasi. Program goun memiliki koordinat yang berbeda-beda yang ditunjukkan melalui gambar 3.9 seperti dibawah ini.



Gambar 3. 5 Koordinat Program Group

1. Defleksi (*Joint Displacement*)

Nilai yang didapatkan sebagai berikut:

$U_x$  = nilai pergeseran translasi arah sumbu lokal  $x$  *joint*

$U_y$  = nilai pergeseran translasi arah sumbu lokal  $y$  *joint*

$U_z$  = nilai pergeseran translasi arah sumbu lokal  $z$  *joint*

*Output* yang sering digunakan adalah nilai  $U_z$  dan  $U_y$ . Nilai tersebut merupakan pergeseran horizontal *joint*.

2. Reaksi Pada Tiang

Adapun nilai yang didapatkan sebagai berikut:

Aksial force = gaya reaksi yang terjadi pada tiang tersebut

Shear  $y$  = gaya geser searah sumbu  $y$

Shear  $z$  = gaya geser searah sumbu  $z$

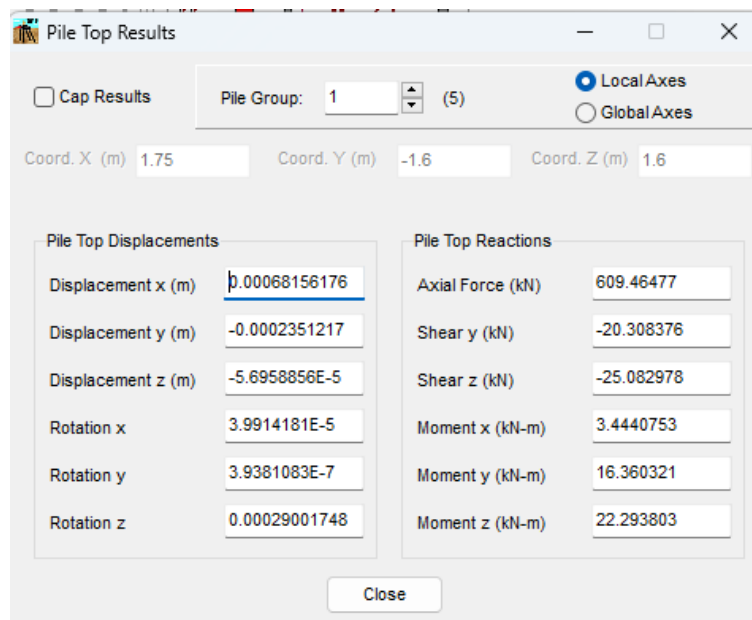
$M_x$  = momen tumpuan memutar sumbu lokal x *joint*

$M_y$  = momen tumpuan memutar sumbu lokal y *joint*

$M_z$  = momen tumpuan memutar sumbu lokal z *joint*

Output yang biasanya dipergunakan yaitu gaya aksial dan momen.

Salah satu contoh hasil output program GROUP diperlihatkan melalui gambar 3.10.



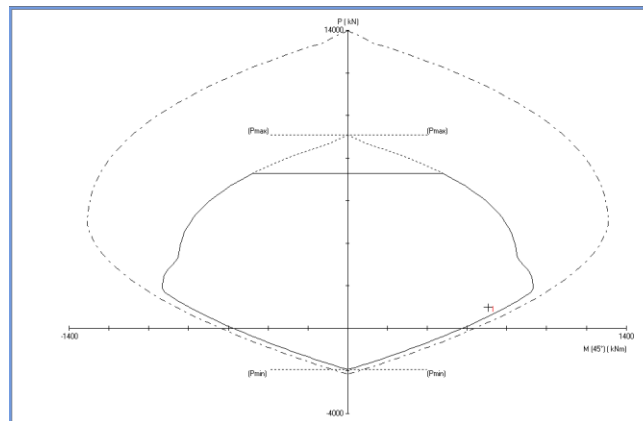
Gambar 3. 6 Contoh Hasil Output Program GROUP

### 3.10 SpColumn

SpColumn adalah program yang bantu untuk perhitungan kebutuhan tulangan lentur pada elemen struktur terutama kolom. Program ini dapat melakukan perhitungan kapasitas momen sebuah penampang, baik penampang yang beraturan maupun tidak. Hasil dari program ini sebagai berikut :

1. Grafik Mn-Pn sebuah penampang struktur
2. Nilai *demand capacity rasio*

Salah satu contoh hasil output program Spcolumn ditunjukkan melalui gambar 3.11.



Gambar 3. 7 Contoh Hasil Output Program SPcolumn

### 3.11 Produktivitas

Produktivitas ialah salah satu hal yang perlu diperhatikan didalam mengevaluasi sebuah pekerjaan. Minimnya wawasan yang tepat terkait produktivitas pada tenaga kerja menyebabkan rendahnya kinerja yang dihasilkan. Sebuah pekerjaan dikatakan mempunyai produktivitas yang optimal jika hasil yang didapatkan sebanding dengan penggunaan sumber daya, termasuk waktu, tenaga kerja, dan material. Produktivitas merujuk pada ukuran efisiensi dalam menghasilkan output (barang atau jasa) relatif terhadap input (sumber daya seperti tenaga kerja, waktu atau modal) yang digunakan. Secara sederhana. Produktivitas menggambarkan seberapa baik sumber daya yang ada dikelola guna mewujudkan hasil yang maksimal. Produktivitas yang semakin tinggi maka sumber daya yang diperlukan untuk menghasilkan hasil yang lebih besar juga akan semakin sedikit.

#### 1. Produktivitas Mixer truck

Untuk memperoleh kekuatan beton seperti yang diharapkan maka perlu dilaksanakan beberapa hal seperti menghitung setiap volume bahan dari beton.

Dimana, hasil hitung tersebut nantinya dikenal dengan nama mix design. Volume bahan beton dihitung memakai rumus atau persamaan.

$$\text{Vol} = \frac{\text{massa}}{1000 \times BJ} \quad (3.13)$$

Setelah dihitung volumenya, maka selanjutnya yakni mengukur kapasitas mixer supaya dapat diketahui produktivitas dari alat tersebut. persamaan yang dipergunakan untuk menghitung produktivitas mixer truck ialah seperti dibawah ini:

$$Q = \frac{(Fa \times 60)}{Ts} \times M \quad (3.14)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas Alat ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

M = Jumlah *mixer truck* yang bekerja

Fa = Faktor efisiensi Alat

Ts = Waktu Siklus Alat (menit)

## 2. Produktivitas concrete pump

Produktivitas concrete pump merupakan ukuran seberapa efisien dan efektif alat tersebut dalam memompa beton selama proyek konstruksi, yang dijelaskan melalui rumus dibawah ini.

$$Q = \frac{\text{Volume Total}}{\text{Waktu Total}} \quad (3.15)$$

## 3. Waktu Siklus

Siklus kerja ialah sebuah pekerjaan yang dilaksanakan didalam waktu tertentu dengan intensitas yang berulang-ulang. Dalam konteks pemindahan material, siklus kerja dijelaskan dengan kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahapan seperti memuat, memindahkan, membongkar muatan, menggali, secara berulang-ulang. Seluruh kegiatan tersebut dibantu oleh satu alat khusus atau beberapa alat yang memudahkan pekerjaan secara efektif dan efisien.

Waktu yang dibutuhkan didalam siklus kegiatan dikenal dengan cycle time (CT) atau waktu siklus. Waktu siklus ialah parameter penting yang mempengaruhi produktivitas dan efisiensi suatu proses kerja. Beberapa unsur yang membentuk waktu siklus dapat mencakup waktu muat, waktu transportasi, waktu bongkar, serta waktu tunggu. Waktu muat ialah waktu yang dibutuhkan guna mengisi alat pemindah material, seperti truk atau kereta, dengan material yang akan dipindahkan. Waktu ini dapat bervariasi tergantung pada jenis material, metode pemuatan, dan alat yang digunakan. Setelah pemuatan, waktu transportasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan material dari titik A ke titik B. Ini juga dipengaruhi oleh jarak, kondisi jalan, dan kecepatan alat transportasi. Setelah sampai di lokasi tujuan, waktu bongkar adalah waktu yang diperlukan untuk mengeluarkan material dari alat pemindah. Proses ini wajib dilaksanakan dengan kehati-hatian guna memastikan tidak ada kerusakan pada material dan area sekitar. Waktu tunggu, di sisi lain, adalah waktu yang dihabiskan saat menunggu untuk memulai pemuatan atau pembongkaran, yang bisa disebabkan oleh berbagai faktor seperti antrean atau keterlambatan dalam proses sebelumnya. Dengan mengelola semua unsur ini dengan baik, waktu siklus dapat dioptimalkan, yang pada gilirannya akan meningkatkan produktivitas keseluruhan suatu pekerjaan. Berikut ini merupakan persamaan dari beberapa waktu yang sudah dijelaskan.

$$CT= LT+HT+DT+RT+ST \quad (3.16)$$

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian ialah teknik yang dipergunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang didapatkan untuk kemudian ditarik sebuah simpulan. Menurut Arikunto (2002) metode penelitian ialah proses, tahap dan prosedur sistematis yang dilaksanakan guna memperoleh data-data terkait penelitian melalui berbagai teknik seperti observasi, tes, dokumentasi serta wawancara. Didalam studi ini, metode penelitian yang dipakai yakni studi kasus. Menurut Yin (2013) kebanyakan peneliti menggunakan studi kasus dengan maksud untuk mengkaji atau meneliti dengan jelas peristiwa dan fenomena dalam konteks yang spesifik.

Menurut Yin (2012) studi kasus dalam sebuah penelitian dapat memberikan nilai tambah terhadap pengetahuan tentang kejadian sosial, politik, organisasi, ataupun individual. Menurut Lincoln dan Guba (1985) dalam Mulyana (2013) studi kasus memberikan manfaat seperti dibawah ini.

1. Mendapatkan pemahaman lebih mendalam
2. Memberikan pegujian dan pemahaman teori
3. Memberikan wawasan praktis yang dapat diterapkan dalam situasi dunia nyata
4. Memungkinkan analisis yang lebih baik terhadap konteks sosial, budaya, dan ekonomi
5. Dapat membantu dalam mengidentifikasi masalah atau tantangan
6. Mendorong keterlibatan dan partisipasi dari berbagai pemangku kepentingan

#### **4.2 Subjek dan Objek Penelitian**

##### **4.2.1 Subjek Penelitian**

“Subjek penelitian ialah individu, benda atau objek fenomena yang menjadi fokus dalam sebuah penelitian” (Arikunto, 2010). Didalam penelitian ini, subjek penelitian yang dipergunakan yakni analisis redesain pondasi.

#### **4.2.2 Objek Penelitian**

Menurut Sugiyono (2014) “Objek penelitian merupakan sebuah sifat atau atribut tertentu yang dimiliki oleh individu, atau benda yang ditentukan oleh peneliti untuk diamati, dipelajari, dan diambil kesimpulannya” . Menurut Supriati (2015) objek penelitian ialah segala sesuatu yang diamati secara langsung yang berhubungan dengan topik penelitian. Berdasarkan definisi diatas, maka objek dalam penelitian ini yaitu:

1. Objek penelitian

Didalam penelitian ini, objek penelitian ialah jumlah tiang pondasi dan Penulangan pilecap

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini diadakan pada proyek Pembangunan Universitas Pembangunan nasional Veteran Surabaya.

3. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan saat dimulainya jam kerja dan disesuaikan dengan situasi yang ada dilapangan.

#### **4.3 Data dan Metode Pengumpulan**

“Data ialah sekumpulan informasi yang dikumpulkan dari berbagai sumber dan dianalisis sebelum digunakan sebagai dasar dalam membuat laporan penelitian yang valid” (Dempsey, 2002). Arikunto (2002) mengatakan bahwasanya data penelitian ialah informasi mentah yang berisi fakta (berupa angka, gambar, dan tulisan) yang digunakan berfungsi sebagai bahan didalam membuat informasi yang valid (laporan penelitian). Untuk melakukan proses analisa, diperlukan data-data yang berhubungan terhadap kondisi sesungguhnya di lapangan. Data-data tersebut didapatkan melalui berbagai sumber dan metode yang beragam.

### **4.3.1 Sumber Data**

#### 1. Data primer

Data primer ialah data yang diperoleh peneliti dengan melalui narasumber atau informan. Data primer didalam studi ini yaitu Analisis redesain pondasi, indikasi apa saja yang dapat di redesain dalam suatu perencanaan pondasi, dapat melalui observasi lapangan, serta verifikasi data apa saja yang diperoleh dari lapangan.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang diperoleh peneliti dengan cara mengkaji literatur yang ada seperti jurnal, artikel, buku dan dokumen (sugiyono, 2012). Data sekunder didalam penelitian ini yaitu seperti dibawah ini:

- a. Literatur terkait
- b. Peraturan perundang-undangan Republik Indonesia tentang struktur dan geoteknik
- c. Standar Nasional Indonesia (SNI), 2847-2019, 1726-2019, 1727-2020, 2052-2017, 8460-2017.
- d. Data penyelidikan tanah dan PDA Test
- e. Gambar DED
- f. Data *soil test* dan penyelidikan laboratorium

### **4.3.2 Teknik Pengumpulan Data**

1. Studi literatur atau studi Pustaka. Metode ini dilaksanakan dengan mengkaji beberapa informasi atau data yang berhubungan terhadap penelitian yang didapatkan melalui artikel, jurnal, penelitian terdahulu, buku dan dokumen.
2. Studi kasus. Metode ini dilakukan terhadap pekerjaan pondasi pada proyek Pembangunan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya.

### **4.4 Sistematika Penelitian**

Proses dalam sebuah dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur agar nantinya hasil yang diperoleh dapat relevan terhadap tujuan yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga didalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan sistematis yaitu:

1. Studi Literatur

Sebelum mulai melaksanakan sebuah penelitian, perlu terlebih dahulu mengkaji stud literatur guna memberikan pemahaman mendalam terkait topik penelitian yang akan diteliti. Studi literatur tersebut didapatkan melalui jurnal, artikel dan buku yang berhubungan terhadap topik penelitian.

2. Menentukan objek dan lokasi penelitian

Didalam menetapkan lokasi atau objek penelitan, diperlukan observasi mendalam terkait dilapangan untuk menyesuaikan terhadap topik penelitian yang akan diteliti. Jika objek maupun lokasi penelitian telah sesuai maka dibutuhkan perizinan kepada beberapa pihak sebelum melaksanakan penelitian di lokasi maupun objek tersebut.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan guna mendapatkan daya yang diperlukan, diantaranya data penyelidikan tanah, gambar DED, hasil wawancara, dokumentasi, dan data sekunder lainnya.

4. Analisis Data

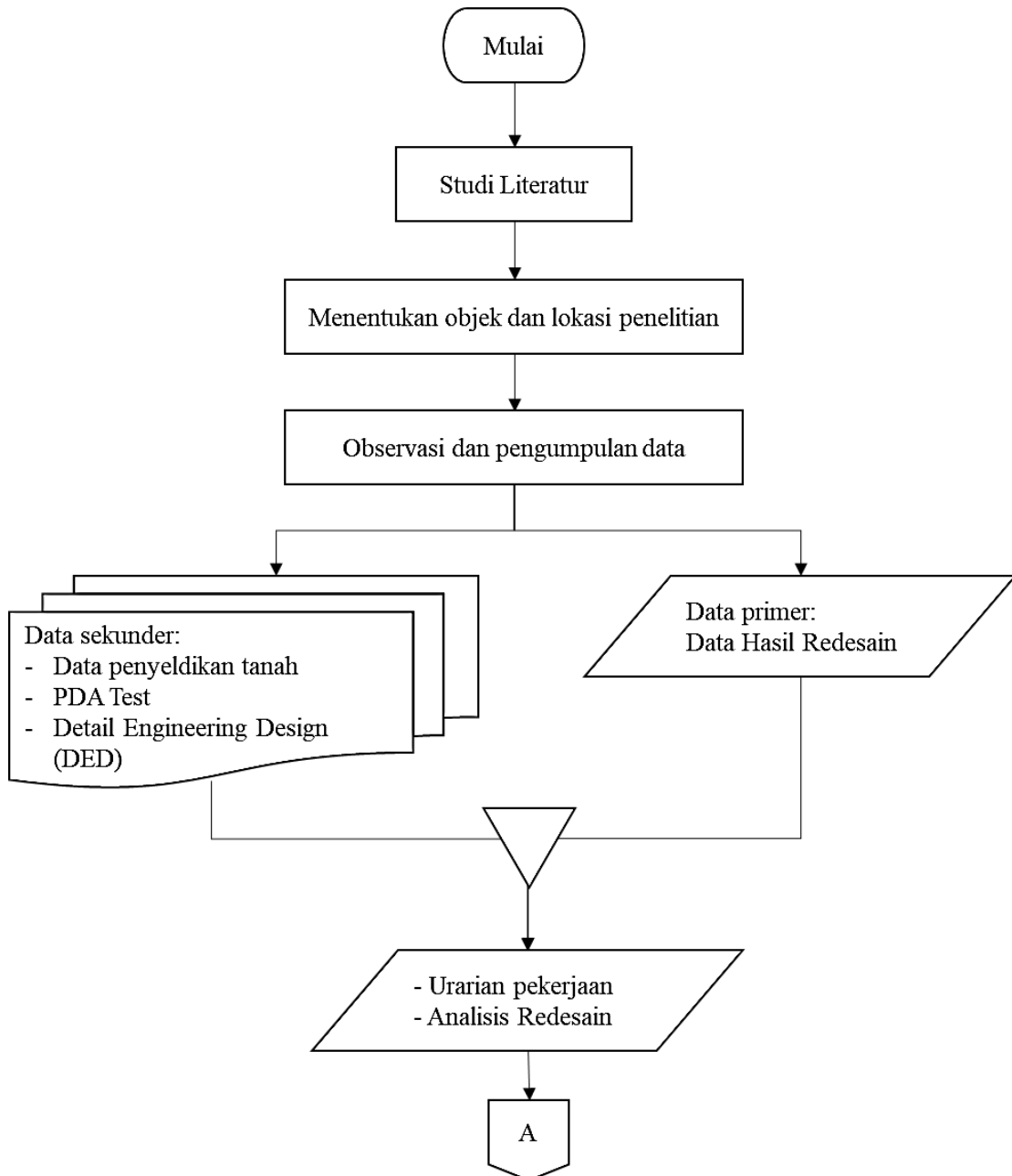
Analisis data dilaksanakan guna menyederhanakan data yang telah diperoleh supaya menjadi mudah dimengerti. Data yang sudah diakumulasi selanjutnya akan dianalisis melalui beberapa tahapan. Analisis dilakukan dengan menentukan daya dukung pondasi eksisting terlebih dahulu, kemudian melakukan redesain pondasi terhadap kondissi eksisting kemudian mengoptimalkan hasil redesain tersebut, dan selanjutnya diverifikasi oleh tenaga ahli, dalam hal ini adalah Ahli Geoteknik, Ahli Estimator, dan Penyedia Jasa.

5. Pembahasan dan Kesimpulan

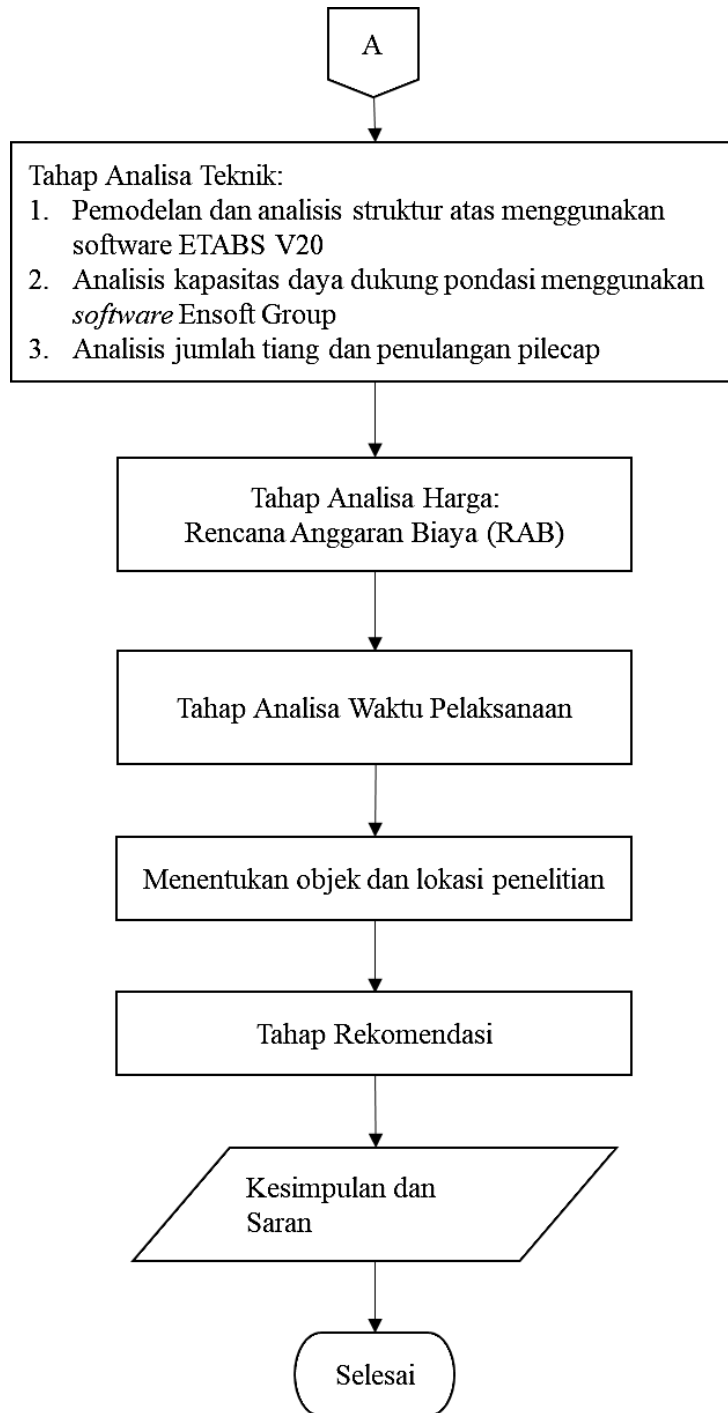
Sesudah dilaksanakan analisis data, maka berikutnya yaitu memberikan pembahasan dengan menjelaskan setiap progres penelitian mulai dari awal sampai akhir (kesimpulan). Kesimpulan sendiri berisikan tujuan penelitian yang telah ditentukan pada bab 1 yang dijelaskan secara singkat dan padat.

#### 4.5 Bagan Alir

Flowchart atau diagram alir dari penelitian ini ditunjukkan melalui gambar 4.1



Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. 2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Tinjauan Umum**

Proyek UPN Twin tower merupakan proyek yang telah selesai dilaksanakan dengan menggunakan pondasi *spun pile*. Penelitian dilakukan berdasarkan pertimbangan untuk pekerjaan di kemudian hari terutama pada saat perencanaan sehingga menjadi salah satu acuan dalam pemilihan pondasi yang ditinjau dari segi biaya mutu dan waktu. Pertimbangan lain dalam pemilihan pondasi juga perlu dilakukan dengan meninjau kondisi tanah, terutama apabila terdapat anomali pada hasil penyelidikan tanah. salah satu contohnya adalah lensa tanah keras yang menyebabkan tiang pancang tidak dapat digunakan karena dapat mengakibatkan patahnya tiang atau bahkan tidak dapat menembus tanah. Dalam hal ini, pemilihan pondasi borepile dianggap sebagai pilihan yang tepat, karena metode bor dapat menembus lensa tanah keras, pertimbangan lain dalam pemilihan pondasi juga melibatkan aspek lokasi, mengingat di berbagai tempat di indonesia, tidak semua lokasi memiliki spesifikasi tiang pancang yang memenuhi kategori baik, sehingga proses pemesanan memerlukan waktu yang lebih lama. Penelitian ini dibuat dikarenakan salah satu pondasi yang dapat di terapkan pada proyek ini dengan mempertimbangkan lokasi dan kondisi tanah adalah pekerjaan pondasi *borepile*.

Pada perencanaan fondasi sebelumnya memakai fondasi spun pile dengan menggunakan ukuran diameter 60 cm. Pada redesain ini, analisis fondasi dilakukan secara *trial and error* untuk mendapatkan diameter pondasi *boredpile* yang memiliki daya dukung yang hampir mendekati dengan pondasi *spun pile*. Adapun diameter yang dilakukan untuk percobaan *trial and error* yaitu *boredpile* dimensi 60 cm, 80 cm, dan 100 cm. Tahap awal yang dipakai yaitu menganalisis pembebanan dengan memakai ETABS V20, tujuannya untuk mengetahui besar beban aksial pada kolom. Pembebanan yang dipakai menggunakan acuan SNI 1727 – 2020 PPURG dan SKBI 1.3.53.1987 sebagai Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.

Struktur Beton merujuk pada SNI 2847 : 2019 untuk Bangunan Gedung, dan beban gempa yang mengacu pada SNI 1726 : 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

## 5.2 Analisis Data

Data primer dilapangan didapat oleh peneliti secara langsung melalui pengukuran dan pengamatan oleh peneliti dilapangan, sementara data sekunder yang dipergunakan didalam penelitian ini yaitu pengujian PDA Test dan gambar-gambar kerja yang diperoleh langsung dari proyek UPN Jawa Timur. Dari data yang dikumpulkan digunakan untuk menganalisis perbandingan jumlah pondasi, waktu dan biaya pada pekerjaan pondasi *borepile* serta pondasi tiang pancang (*Spun pile*). Acuan perhitungan AHSP harga barang dan jasa berasal dari Peraturan Walikota Kota Surabaya No.188.45/248/436.1.2/2021 Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan. Waktu yang dibandingkan dihitung dengan menggunakan volume pekerjaan yang berdasarkan produktivitas alat dan pekerja masing – masing alat dan pekerja jenis pekerjaan. Jumlah pile pondasi dihitung dengan cara membandingkan banyak *pile* pada pondasi *spun pile* (tiang pancang) dan *borepile*. Perbandingan ini bisa memberikan gambaran lugas terkait keuntungan serta kerugian dari penggunaan kedua jenis pondasi tersebut.

### 5.2.1 Pemodelan Struktur Atas Menggunakan Software ETABS V20

Tahap awal pemodelan yaitu membuat permodelan gedung sesuai data di lapangan. Selanjutnya memasukan beberapa beban seperti dibawah ini.

#### 1. Beban mati

Permodelan ETABS V20 beban mati mengacu pada SNI 1727 – 2020 dan SKBI 1.3.53.1987, berikut ini ialah beban-beban yang bekerja:

Tabel 5. 1 Beban Mati

No	Jenis Beban Mati	Berat	Satuan
1	Baja	78.5	kN/m <sup>3</sup>
2	Beton	22	kN/m <sup>3</sup>

3	Pasangan batu kali	22	kN/m <sup>3</sup>
4	Mortar, spesi	22	kN/m <sup>3</sup>
5	Beton Bertulang	24	kN/m <sup>3</sup>
6	Pasir	16	kN/m <sup>3</sup>
7	Lapisan aspal	14	kN/m <sup>2</sup>
8	Air	10	kN/m <sup>3</sup>
9	Dinding pasangan bata 1/2 batu	2.5	kN/m <sup>2</sup>
10	Curtain wall kaca + rangka	0.6	kN/m <sup>2</sup>
11	Langit-langit dan penggantung	0.2	kN/m <sup>2</sup>
12	Cladding metal sheet + rangka	0.2	kN/m <sup>2</sup>
13	Finshing lantai (tegel atau keramik)	22	kN/m <sup>3</sup>
14	Marmer, granit per cm tebal	0.24	kN/m <sup>2</sup>
15	Instalasi plumbing (ME)	0.25	kN/m <sup>2</sup>
16	Penutup atap genteng	0.5	kN/m <sup>2</sup>
17	Bata Ringan	7.5	kN/m <sup>3</sup>
18	Bata Merah	17	kN/m <sup>3</sup>

Adapun beban mati tambahan terdapat dalam Tabel 5.2 dibawah.

Tabel 5. 2 Beban Mati Tambahan

Jenis beban	Tebal (m)	Berat Jenis	Beban per m2	Satuan
Spesi (3 cm)	0.03	2.2	0.066	T/m <sup>2</sup>
Pasir	0.01	1.6	0.016	T/m <sup>2</sup>
Keramik	0.01	2.2	0.022	T/m <sup>2</sup>
Plafon			0.02	T/m <sup>2</sup>
Instalasi ME			0.025	T/m <sup>2</sup>

Jenis beban	Tebal (m)	Berat Jenis	Beban per m <sup>2</sup>	Satuan
Beban Tambahan			0.05	T/m <sup>2</sup>
Additional Load (AdL) =			0.199	T/m <sup>2</sup>

Dalam perencanaan ini, digunakan beban mati tambahan sebesar 2 kN/m<sup>2</sup>.

## 2. Beban hidup (*Live Load*)

Beban hidup merujuk terhadap SNI 1727-2020 terkait Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung didapatkan berat bangunan untuk gedung kuliah atau pertemuan yaitu sebesar 479 kg/m<sup>2</sup>.

## 3. Beban gempa

Beban gempa ialah tekanan yang berasal dari getaran tanah yang disebabkan gempa bumi yang merujuk pada SNI 1726:2019, yang mana ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan didalam perencanaan struktur atau bangunan yakni wilayah gempa, faktor reduksi gempa, waktu getar alami, percepatan puncak muka tanah dan faktor keutamaan gedung.

### 5.2.2 Faktor Keamanan

Berdasarkan SNI 1726:2019 maka didapat kategori risiko I dengan faktor keamanan 1,0 kategori risiko bangunan non-gedung atau gedung bisa diketahui melalui Tabel 5.3, dan Tabel 5.4 merupakan faktor keutamaan gempa.

Tabel 5. 3 Kategori Risiko Bangunan berdasarkan SNI 1726:2019

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Fasilitas perkebunan, peternakan, perikanan, pertanian, rumah jaga, gudang penyimpanan dan struktur kecil lain	I

<b>Jenis Pemanfaatan</b>	<b>Kategori Resiko</b>
Tumah toko, kantor, pasar, gedung perkantoran, apartemen, pusat perbelanjaan, industri, manufaktur, pabrik dan perumahan	II
Bioskop, Gedung Pertemuan, Stadion, Fasilitas kesehatan tanpa unit bedah atau gawat darurat, Fasilitas penitipan anak, Penjara, Bangunan untuk orang jompo, Pusat pembangkit listrik biasa, Fasilitas penanganan air, Fasilitas penanganan limbah, Pusat telekomunikasi	III
Fasilitas pendidikan, rumah ibadah, pelayanan kesehatan (rumah sakit, puskesmas dan lain-lain), fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, kantor polisi, bangunan monumental (museum), tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, tsunami, dan tempat perlindungan lainnya, fasilitas komunikasi, pusat operasi, kesiapan darurat, pembangkit energi, fasilitas publik yang diperlukan saat situasi darurat, menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki pemadam kebakaran, struktur rumah, dan beberapa komponen pendukung lainnya yang digunakan saat terjadi kondisi darurat.	IV

Sumber: SNI 1726 – 2019

Tabel 5. 4 Faktor Keutamaan Gempa

<b>Kategori risiko</b>	<b>Faktor keutamaan gempa, <i>I</i></b>
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber: SNI 1726 – 2019

### 5.2.3 Zona Wilayah Gempa

Untuk mendapatkan beberapa data parameter gempa dan grafik response spectrum dapat mengunjungi *website* [puskim.pu.go.id/Aplikasi](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi).

1. Parameted dengan  $S_s$  dan  $S_1$

Percepatan batuan dasar MCER di lokasi pembangunan gedung pada periode penden (0,2 detik) dan 1 detik diperoleh dari data Puskim seperti dibawah ini:

$$S_s = 0,6995$$

$$S_1 = 0,3145$$

2. Kelas lokasi (Klasifikasi situs)

Profil tanah dari hasil investigasi geoteknik pada titik NSPT dilokasi pembangunan gedung UPN Twin Tower Surabaya bisa diklasifikasikan kedalam situs kelas SE (tanah lunak)

3. Parameter respons spektra percepatan  $S_{ms}$  dan  $S_{m1}$

$$S_{ms} = 0,97 \text{ g}, S_{m1} = 0,86 \text{ g}$$

4. Nilai parameter percepatan spektra desain

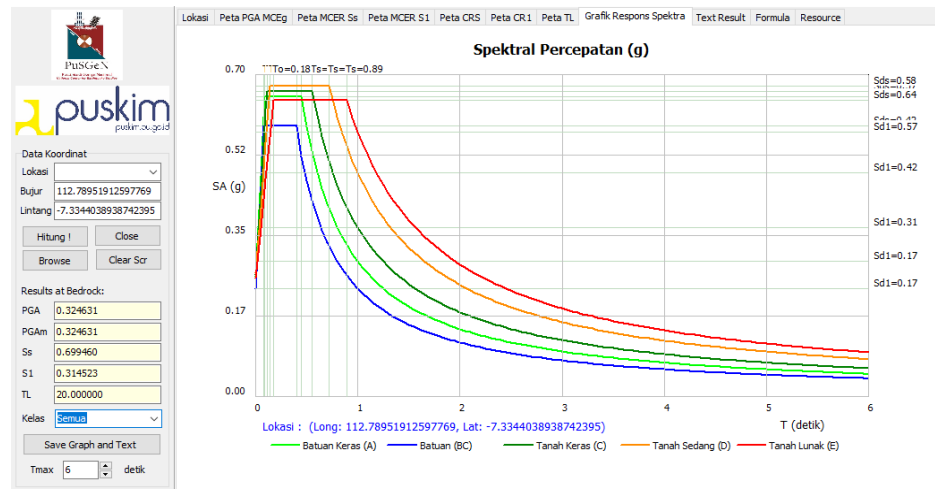
5. Parameter percepatan spektra desain untuk situs di lokasi struktur yaitu:

$$S_{ds} = 0,64 \text{ g}, S_{d1} = 0,57 \text{ g}$$

6. Percepatan spectra

$$T_0 = 0,18 \text{ detik}$$

$$T_s = 0,89 \text{ detik}$$



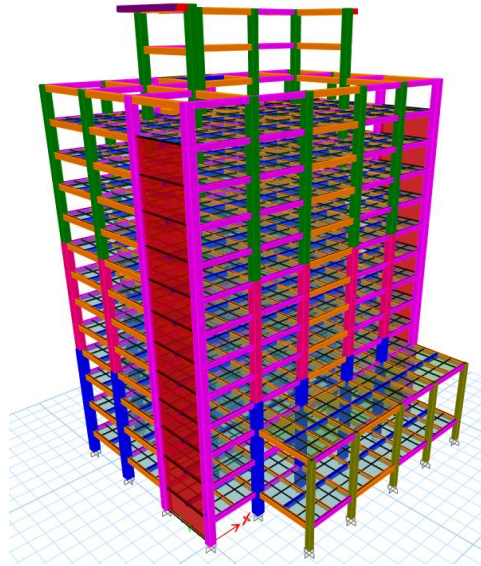
Gambar 5. 1 Spektral Percepatan  
(Sumber:<http://puskim.pu.go.id/Aplikasi>)

#### 5.2.4 Tahap Pemodelan Struktur Menggunakan *Software* ETABS

Pemodelan gedung pada software ETABS V.20 dilaksanakan memakai program ETABS V.20. Pemodelan gedung yang dilakukan merujuk pada data perencanaan, mulai dari material properties, section properties setiap elemen struktur, beban gravitasi, serta prosedur perencanaan ketahanan gempa yang digunakan merujuk pada SNI 1726:2019. Tahap pemodelan gedung dalam penelitian ini adalah seperti sebagaimana berikut ini.

1. Mendefinisikan material properties
2. Mendefinisikan section properties
3. Penggambaran model gedung
4. Input beban gravitasi
5. Mendefinisikan diafragma pada setiap lantai
6. Mendefinisikan beban gempa statik ekuivalen
7. Mendefinisikan spektral response design
8. Mendefinisikan beban gempa dinamik spectral response
9. Mendefinisikan kombinasi pembebanan

10. Menampilkan output gaya reaksi peletakan pada setiap kolom



Gambar 5. 2 Pemodelan ETABS V20

8 Fz = 3434.6645 Mx = 60.7508 My = 39.3512	16 Fz = 5491.9718 Mx = 97.4866 My = -4.409	24 Fz = 4495.4951 Mx = 59.6888 My = -5.0068	32 Fz = 4498.6822 Mx = 59.6295 My = 5.8394	40 Fz = 5482.9913 Mx = 67.3913 My = 4.9868	48 Fz = 3431.9609 Mx = 60.9885 My = -38.6205
6 Fz = 5413.0206 Mx = 7.2504 My = 73.3416	14 Fz = 9574.2341 Mx = 12.5007 My = -2.3816	22 Fz = 9263.4502 Mx = 33.0395 My = 23.7592	30 Fz = 9159.6353 Mx = 32.9201 My = -25.7636	38 Fz = 9395.8388 Mx = 16.3155 My = 4.8761	46 Fz = 5432.9568 Mx = 14.0314 My = -72.6606
4 Fz = 5849.038 Mx = 22.4688 My = 82.4247	12 Fz = 9087.3587 Mx = 19.2246 My = 16.1862	20 Fz = 9093.0748 Mx = 29.9033 My = 27.9319	28 Fz = 9154.5864 Mx = 32.2324 My = -25.502	36 Fz = 9160.3599 Mx = 16.7465 My = -15.7312	44 Fz = 5925.6999 Mx = 2.2118 My = -84.204
2 Fz = 4267.9407 Mx = -21.6534 My = 45.4145	10 Fz = 5452.2086 Mx = -25.3879 My = 57.6027	18 Fz = 6053.7676 Mx = 21.8557 My = 26.3198	26 Fz = 6124.0501 Mx = 18.3075 My = -25.7816	34 Fz = 5810.9649 Mx = 30.3779 My = -13.9919	42 Fz = 4586.8629 Mx = 36.6703 My = -90.167
	53 Fz = 404.9281 Mx = -57.7849 My = 46.3013	55 Fz = 752.809 Mx = -118.7134 My = 13.2838	66 Fz = 738.1354 Mx = -117.768 My = -15.442	68 Fz = 696.8194 Mx = -110.5517 My = 3.4443	70 Fz = 407.8412 Mx = -57.9096 My = -47.6411

Gambar 5. 3 Tampilan output reaksi peletakan (kombinasi beban layan)

### 5.2.5 Analisis Mutu Spunpile (Eksisting)

#### 1. Daya dukung fondasi tiang tunggal

Data perhitungan daya dukung pada kedalaman 35 meter dari pondasi *spun pile* dengan diameter 60 cm sebagai berikut :

Data perhitungan

Kedalaman tiang ( h )	=	35 meter
Panjang tiang ( Li )	=	2,5 meter
Diameter tiang ( D )	=	0,6 meter
Jenis tiang	=	<i>Close End</i>
Tebal selimut tiang ( t )	=	0,2 meter
Jenis tanah	=	Lempung
Nilai N-SPT	=	24

#### a. Perhitungan Luas Ujung Tiang ( $A_p$ )

Berdasarkan data sebelumnya diketahui bahwa tipe tiang adalah *close end*. Sehingga perhitungan luas ujung tiang pancang mengacu pada rumus 5.1. Berikut perhitungan luas ujung tiang :

$$\begin{aligned} A_p &= 0,25 * \pi * D^2 && ( 5.1 ) \\ &= 0,25 * \pi * 0,6^2 \\ &= 0,283 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa luas ujung tiang adalah 0,238  $\text{m}^2$ .

#### b. Perhitungan Selimut Tiang ( $P_i$ )

Perhitungan selimut tiang mengacu pada rumus 5.2. Berikut perhitungan keliling selimut tiang :

$$\begin{aligned} P_i &= \pi * D && ( 5.2 ) \\ &= \pi * 0,6 \\ &= 1,88 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa keliling selimut tiang adalah 1,88 m.

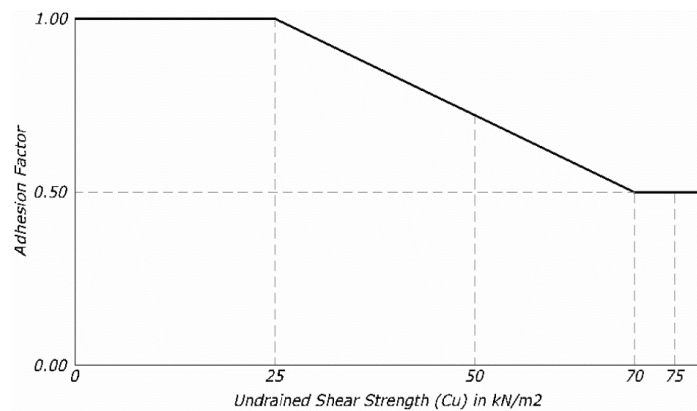
c. Tahanan Geser Selimut ( $\tau$ )

Perhitungan tahanan geser tiang mengacu pada metode API Metode 2 1986. Rumus dari tahanan geser ditunjukkan pada rumus 5.3.

$$\tau = \alpha * C_u \quad (5.3)$$

Berdasarkan metode tersebut memerlukan parameter  $C_u$ . Parameter  $C_u$  dihitung dengan rumus 5.4. Sedangkan nilai  $\alpha$  diperoleh dengan interpolasi dari gambar 5.4.

$$\begin{aligned} C_u &= 5 * N \\ &= 5 * 24 \\ &= 120 \text{ kN/m}^2 \end{aligned} \quad (5.4)$$



Gambar 5. 4 Grafik Nilai *adhesion factor* ( $\alpha$ ) API Metode 2, 1986

Berdasarkan gambar 5.4, nilai  $\alpha$  sebesar 0,5. Hal ini karena nilai  $C_u$  pada perhitungan sebelumnya sebesar  $120 \text{ kN/m}^2$ . Maka perhitungan dari tahanan geser tiang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \tau &= 0,5 * 120 \\ &= 60 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka tahanan geser tiang yaitu sebesar 60 kN/m<sup>2</sup>.

d. Tanah Ujung Tiang (  $q_p$  )

Perhitungan tahanan ujung tiang mengacu pada metode Meyerhorf 1976. Rumus dari tahanan ujung tiang ditunjukkan pada rumus 5.5.

$$\begin{aligned} q_p &= 9 * C_u & ( 5.5 ) \\ &= 9 * 120 \\ &= 1080 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka tahanan ujung tiang yaitu sebesar 1080 kN/m<sup>2</sup>.

e. Daya Dukung Selimut Tiang (  $Q_s$  )

Berikut ini ialah perhitungan terkait daya dukung selimut tiang dengan rumus 5.6.

$$Q_s = \sum \tau * L_i * P_i \quad ( 5.6 )$$

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung selimut} &= 1790,71 \text{ kN} \\ \text{tiang lapisan sebelumnya} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung selimut} &= 60 * 2,5 * 1,88 \\ \text{tiang lapisan} & \\ &= 282,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= 1790,71 + 282,74 \\ &= 2073,45 \text{ kN} \\ &= 207,35 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Maka daya dukung selimut tiang pada lapisan ini yaitu 207,35 ton.

f. Daya Dukung Ujung Tiang (  $Q_p$  )

Berikut ini ialah perhitungan terkait daya dukung ujung tiang dengan rumus 5.7.

$$Q_p = q_p * A_p \quad ( 5.7 )$$

$$\begin{aligned}
&= 0,283 * 1080 \\
&= 305,36 \text{ kN} \\
&= 30,54 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung ujung tiang pada lapisan ini yaitu 30,54 ton.

g. Daya Dukung Ultimit Tiang (  $Q_u$  )

Berikut ini ialah perhitungan terkait daya dukung ultimit tiang dengan rumus 5.8.

$$\begin{aligned}
Q_u &= Q_p + Q_s && ( 5.8 ) \\
&= 30,54 + 207,35 \\
&= 237,88 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung ultimit tiang pada lapisan ini yaitu 237,88 ton.

h. Daya Dukung Ijin Tiang (  $Q_{all}$  )

Berikut ini ialah perhitungan terkait daya dukung ijin tiang dengan rumus 5.9.

$$\begin{aligned}
Q_{all} &= \frac{Q_u}{2,5} && ( 5.9 ) \\
&= \frac{237,88}{2,5} \\
&= 95,15 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung ijin tiang yaitu 95,15 ton.

2. Daya dukung lateral

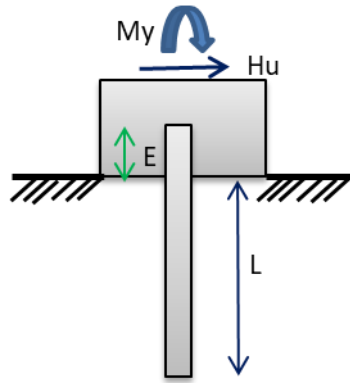
Perhitungan daya dukung lateral pada kedalaman 35 meter dari pondasi *spun pile* berdiameter 60 cm sebagai berikut :

Data perhitungan

$$\begin{aligned}
\text{Panjang tiang ( L )} &= 35 \text{ meter} \\
\text{Diameter tiang ( B )} &= 0,6 \text{ meter} \\
\text{Panjang tertanam ( E )} &= 0,6 \text{ meter} \\
\text{Momen } crack &= 170 \text{ kN.m} \\
\text{Koehesi rerata, } C_u &= 60 \text{ kN/m}^2
\end{aligned}$$

$$\text{Nilai N-SPT} = 24$$

Ilustrasi dari nilai-nilai diatas ditampilkan dalam gambar 5.5.

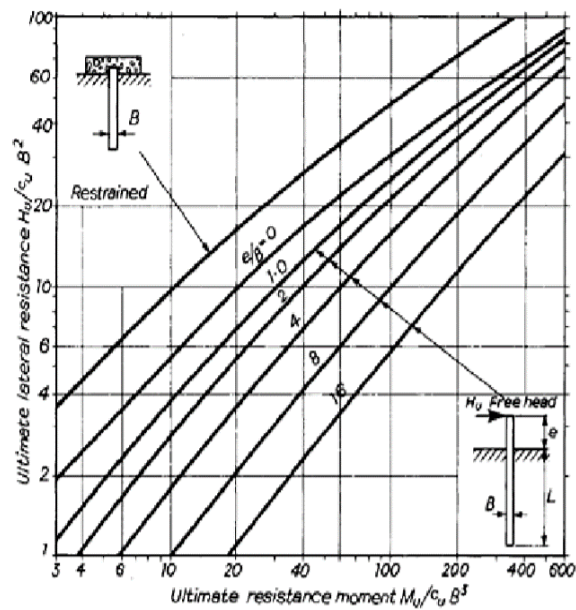


Gambar 5. 5 Ilustrasi Perhitungan Daya Dukung Lateral Metode Broms

Kemudian perhitungan dari daya dukung lateral tiang panjang metode Broms sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L / d &= \frac{35}{0,6} \\ &= 58,33 \\ E / B &= 1 \end{aligned}$$

Perhitungan daya dukung lateral tiang metode broms menggunakan plotting dari grafik. Grafik hubungan tahanan lateral dan momen Broms ditunjukkan melalui gambar 5.6



Gambar 5. 6 Grafik Hubungan Tahanan Lateral dengan Momen Broma

Kemudian untuk mencari nilai sumbu x ditunjukkan pada rumus 5.10.

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{M_u}{C_u * B^3} & (5.10) \\
 &= \frac{170}{60 * 0,6^3} \\
 &= 13,12
 \end{aligned}$$

Nilai dari sumbu x kemudian di plot ke gambar 5.6, nilai y didapatkan sebesar 4,4. Rumus perhitungan daya dukung lateral ultimit ditunjukkan pada rumus 5.11.

Sedangkan perhitungan daya dukung lateral ijin ditunjukkan pada rumus 5.12.

$$\begin{aligned}
 H_u &= y * C_u * B^2 & (5.11) \\
 &= 4,4 * 60 * 0,6^2 \\
 &= 95,04 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{all} &= \frac{H_u}{3} & (5.12) \\
 &= \frac{95,04}{3}
 \end{aligned}$$

$$= 31,68 \text{ Ton}$$

Berdasarkan perhitungan diatas nilai daya dukung lateral ultimit sebesar 95,04 ton. Selanjutnya untuk daya dukung lateral ijin sebesar 31,68 ton.

Tabel 5. 5 Tinjauan Efisiensi Group Pondasi Spun Pile untuk Beban Layan

Pondasi	Pu	Qall	Diameter Pile	Kedalaman Pile	N Pile	N Pile	Jumlah Pile	Jumlah Pile	Qpile	Ket
	(Ton)	(Ton)	(m)	(m)	Hitungan	Digunakan	Per Baris (Arah X)	Per Baris (Arah Y)	(Ton)	
F1	15013.05	95	0.6	35	157.78	389.00	30.00	13.00	37014	Oke
F2	75.28	95	0.6	35	0.79	4.00	2.00	2.00	381	Oke

Tabel 5. 6 Tinjauan Efisiensi Group Pondasi Spun Pile untuk Beban Gempa Nominal

Pondasi	Pu	Qall	Diameter Pile	Kedalaman Pile	N Pile	N Pile	Jumlah Pile	Jumlah Pile	Qpile	Ket
	(Ton)	(Ton)	(m)	(m)	Hitungan	Digunakan	Per Baris (Arah X)	Per Baris (Arah Y)	(Ton)	
F1	18913.40	124	0.6	35	152.90	389.00	30.00	13.00	48119	Oke
F2	79.70	124	0.6	35	0.64	4.00	2.00	2.00	495	Oke

Tabel 5. 7 Tinjauan Efisiensi Group Pondasi Spun Pile untuk Beban Gempa Kuat

Pondasi	Pu	Qall	Diameter Pile	Kedalaman Pile	N Pile	N Pile	Jumlah Pile	Jumlah Pile	Qpile	Ket
	(Ton)	(Ton)	(m)	(m)	Hitungan	Digunakan	Per Baris (Arah X)	Per Baris (Arah Y)	(Ton)	
F1	22231.96	148	0.6	35	149.77	389.00	30.00	13.00	57742	Oke
F2	79.92	148	0.6	35	0.54	4.00	2.00	2.00	594	Oke

### 3. Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang

Terdapat dua perhitungan penurunan pondasi tiang yaitu penurunan elastis dan konsolidasi. Perhitungan penurunan tiang sebagai berikut :

#### a. Penurunan Elastis

Data penurunan elastis sebagai berikut :

Data perhitungan

$$\text{Beban di ujung tiang} = 350 \text{ kN}$$

( Qp )

$$\text{Beban di selimut tiang} = 2073,5 \text{ kN}$$

( Qs )

$$\text{Mutu beton tiang ( f'c )} = 42 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas tanah} = 30364,65 \text{ kN/m}^2$$

(  $E_s$  )

$$\text{Poisson ratio tanah, } (\mu_s) = 0,4$$

$$\text{Panjang tiang ( L )} = 35 \text{ meter}$$

$$\text{Diameter tiang ( D )} = 0,6 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar pile group, B} = 3,3 \text{ meter}$$

Perhitungan penurunan elastis mengacu pada rumus di bab 3. Maka perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Modulus elastisitas tiang} = 4700 * \sqrt{42} * 1000$$

(  $E_p$  )

$$= 30459481 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Luas penampang tiang} = 0,25 * \pi * 0,6^2$$

(  $A_p$  )

$$= 0,283 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling tiang ( p )} = \pi * 0,6$$

$$= 1,88 \text{ m}$$

$$\text{Beban per ujung luasan} = \frac{350}{0,283}$$

$$= 1237,872 \text{ kN/m}^2$$

Penurunan elastik tiang (  $S_{e1}$  )

$$S_{e1} = \frac{(350 + 0,5 * 2073,5) * 35}{0,283 * 30459481}$$

$$= 5,64 \text{ mm}$$

Penurunan disebabkan oleh beban pada ujung tiang (  $S_{e2}$  )

$$S_{e2} = \frac{1237,88 * 0,6}{30364,65} (1 - 0,4^2) * 0,85$$

$$= 17,46 \text{ mm}$$

Penurunan disebabkan oleh beban sepanjang selimut tiang (  $S_{e3}$  )

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{35}{0,6}}$$

$$\begin{aligned}
S_{e3} &= 4,67 \\
&= \left( \frac{2073,5}{1,9 * 35} \right) * \frac{0,6}{30364,47} * (1 - 0,4^2) * 4,67 \\
&= 2,44 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Penurunan elastik total (  $S_e$  )

$$\begin{aligned}
S_e &= 5,64 + 17,46 + 2,44 \\
&= 25,54 \text{ mm}
\end{aligned}$$

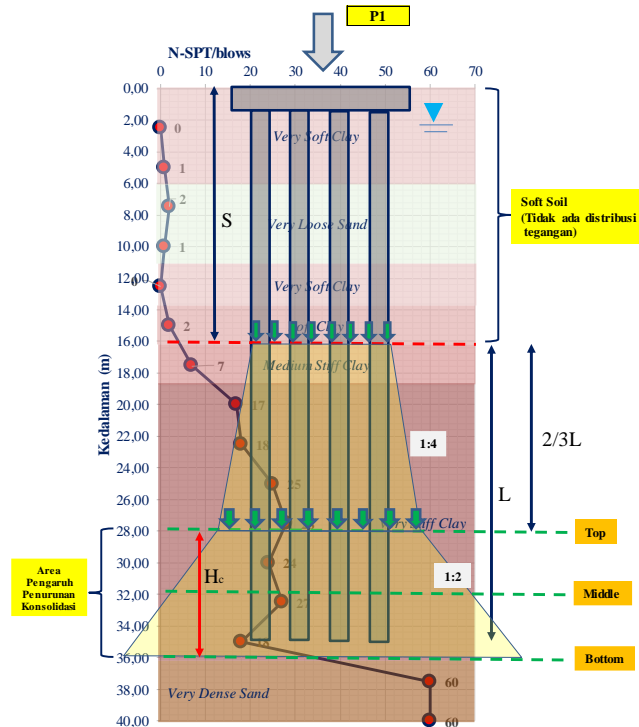
Penurunan elastik tiang group (  $S_{e(g)}$  )

$$\begin{aligned}
S_{e(g)} &= \sqrt{\frac{3,3}{0,6}} * 25,54 \\
&= 59,89 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, nilai penurunan elastis yaitu sebesar 59,89 mm.

b. Penurunan Konsolidasi

Penurunan konsolidasi perlu melakukan plotting statigrafi tanah. Plotting tersebut ditunjukkan pada gambar 5.7.



Gambar 5. 7 Ploting Pondasi Tiang dan Statigrafi Tanah *Spunpile*

Data penurunan konsolidasi sebagai berikut :

Data perhitungan

Panjang tiang yang  
ditinjau ( L ) = 19 m

Batas tinjauan tiang  
( 2/3 L ) = 12,67 m

Beban aksial pondasi  
( P ) = 15700 kN

Lebar pilecap arah x  
( L<sub>x</sub> ) = 42,9 m

Lebar pilecap arah y  
( L<sub>y</sub> ) = 29,6 m

Tebal tanah terkonsolidasi ( $H_c$ )	= 8 m
Tebal lapisan tanah lunak ( $S$ )	= 16 m
Nilai $C_c$	= 0,22
Nilai $C_s$	= 0,3
Nilai $e_o$	= 1,102
Nilai <i>preconsolidation pressure</i> ( $\sigma'c$ )	= 176,58 kPa
Berat volume tanah	= 17,54 kN/m <sup>3</sup>
Tegangan Tanah	= ( 17,54 - 10 ) * ( 16 + 12,67 + 8 * 0,5 ) = 246,31 kPa
Luas dasar pilecap	= 42,9 * 29,6 = 1269,84 m <sup>2</sup>
Distribusi tegangan tanah	
1) Area Atas	
Arah x ( $L'_{x(top)}$ )	= 42,9 + ( 0,25 * 12,67 * 2 ) = 49,23 m
Arah y ( $L'_{y(top)}$ )	= 29,6 + ( 0,25 * 12,67 * 2 ) = 35,93 m
Tegangan ( $\Delta\sigma'_t$ )	= 15700 / ( 49,23 * 35,93 ) = 8,87 kPa
2) Area Tengah	
Arah x ( $L'_{x(middle)}$ )	= 49,23 + ( 0,5 * 8 ) = 53,23 m
Arah y ( $L'_{y(middle)}$ )	= 35,93 + ( 0,5 * 8 ) = 39,93 m
Tegangan ( $\Delta\sigma'_{mid}$ )	= 15700 / ( 53,23 * 39,93 )

$$= 7,39 \text{ kPa}$$

### 3) Area Bawah

$$\text{Arah x ( } L'_{x \text{ (bottom)}} \text{ )} = 49,23 + ( 8 )$$

$$= 57,23 \text{ m}$$

$$\text{Arah y ( } L'_{y \text{ (bottom)}} \text{ )} = 35,93 + ( 8 )$$

$$= 43,93 \text{ m}$$

$$\text{Tegangan ( } \Delta\sigma'_{\text{bot}} \text{ )} = 15700 / ( 57,23 * 43,93 )$$

$$= 6,24 \text{ kPa}$$

Distribusi tegangan rerata

$$\Delta\sigma'_{av} = \frac{1}{6} (8,87 + 4 * 7,39 + 6,24)$$

$$= 7,44 \text{ kPa}$$

Pengecekan tipe tanah terkonsolidasi

$$\sigma'_o = 245,31 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_c = 176,58 \text{ kPa}$$

$$\text{Cek} = \sigma'_o > \sigma'_c$$

$$= \text{Normally Consolidated ( NC )}$$

$$\sigma'_o + \Delta'\sigma_{av} = 246,31 + 7,44$$

$$= 253,75 \text{ kPa}$$

$$\text{Cek} = ( \sigma'_o + \Delta'\sigma_{av} ) > \sigma'_c$$

$$= \text{Normally Consolidated ( NC )}$$

Penurunan akibat konsolidasi (  $S_c$  )

$$S_c = \frac{0,22 * 8}{1 + 1,1} * \log \left( \frac{246,31 + 253,75}{243,31} \right)$$

$$= 1,083 \text{ cm}$$

$$= 10,8 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka nilai penurunan konsolidasi sebesar 10,8 mm. Kemudian penurunan total dari pondasi sebesar  $10,8 + 59,89 =$

70,72 mm. Nilai ini kurang dari batas ijin yaitu 15 cm ( SNI 8460 2017 ).  
Maka pondasi ini aman terhadap penurunan.

### 5.2.6 Analisis Biaya Spunpile (Eksisting)

Pada perencanaan pondasi tiang pancang (*Spun pile*) yang dipakai sebagai pondasi yaitu memiliki diameter 60 cm dengan kedalaman 35 m. Pondasi yang direncanakan berjumlah 36 buah pada *pile group* P5A. Adapun Tabel harga dan gambar perencanaan pondasi tersebut bisa diketahui melalui gambar berikut ini.

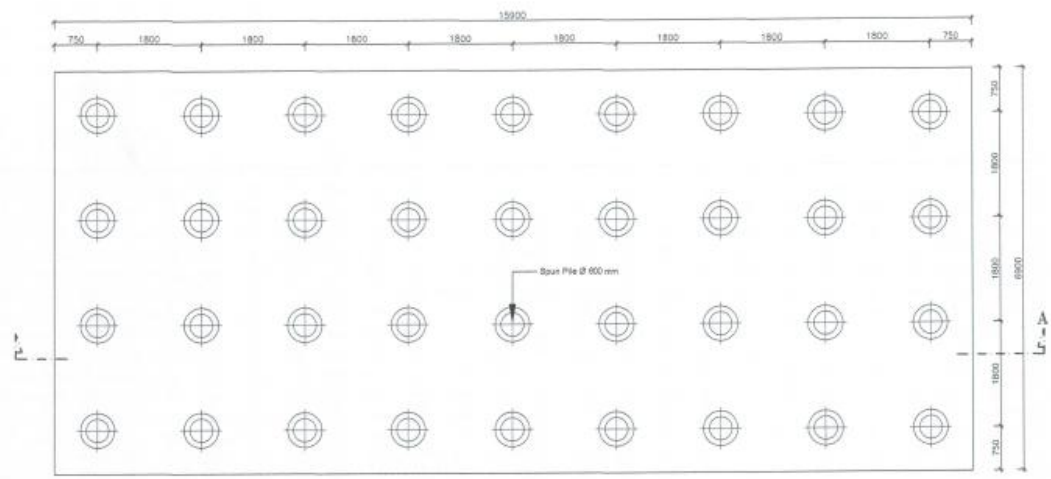
Berdasar pada hal ini, data harga – harga yang digunakan bisa diketahui melalui Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Harga Barang Jasa

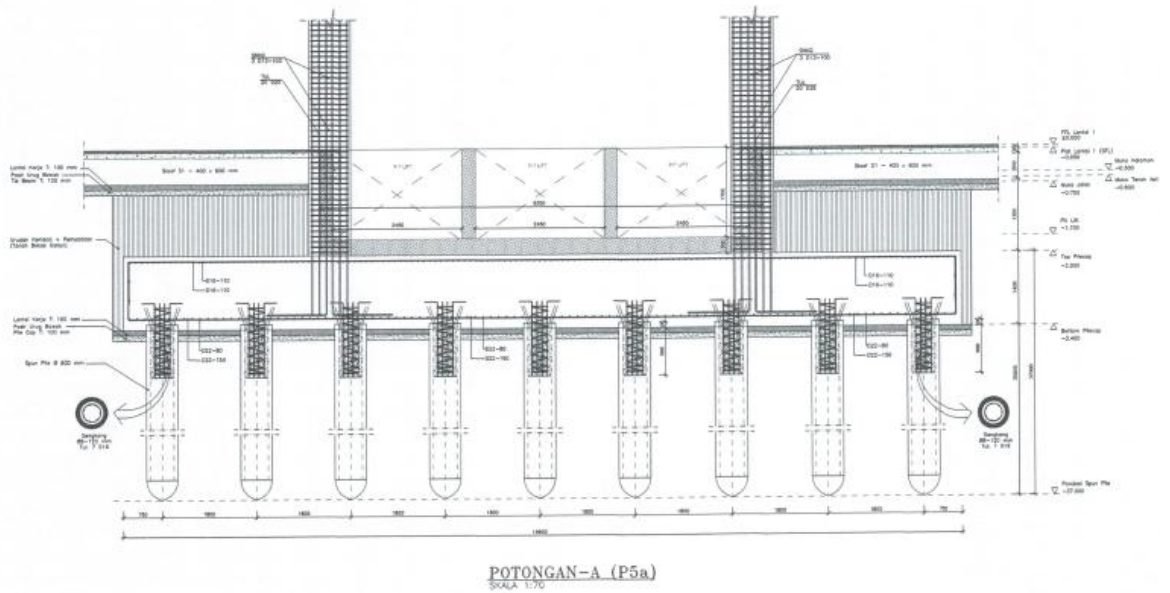
No	Uraian	Satuan	Harga	Sumber
<b>Tenaga Kerja</b>				
1.	Tukang	OH	138.800	Perwal Surabaya 2021
2.	Kepala Tukang	OH	143.300	Perwal Surabaya 2021
3.	Pekerja	OH	130.800	Perwal Surabaya 2021
4.	Mandor	OH	152.400	Perwal Surabaya 2021
<b>Tiang Pancang</b>				
5.	Tiang Pancang Spun Pile dia. 600 mm panjang 26 m (13+ 13 m) Kelas C	M	690,000	Harga Adhimix
6.	Jasa pancang dengan mesin jack in pile including handling	M	120,000	Beton Sarana Teknik
7.	Joint las	Titik	160,000	Beton Sarana Teknik
8.	Bobokan spun pile	Titik	120,000	Beton Sarana Teknik

Tabel 5. 8 Harga Barang Jasa

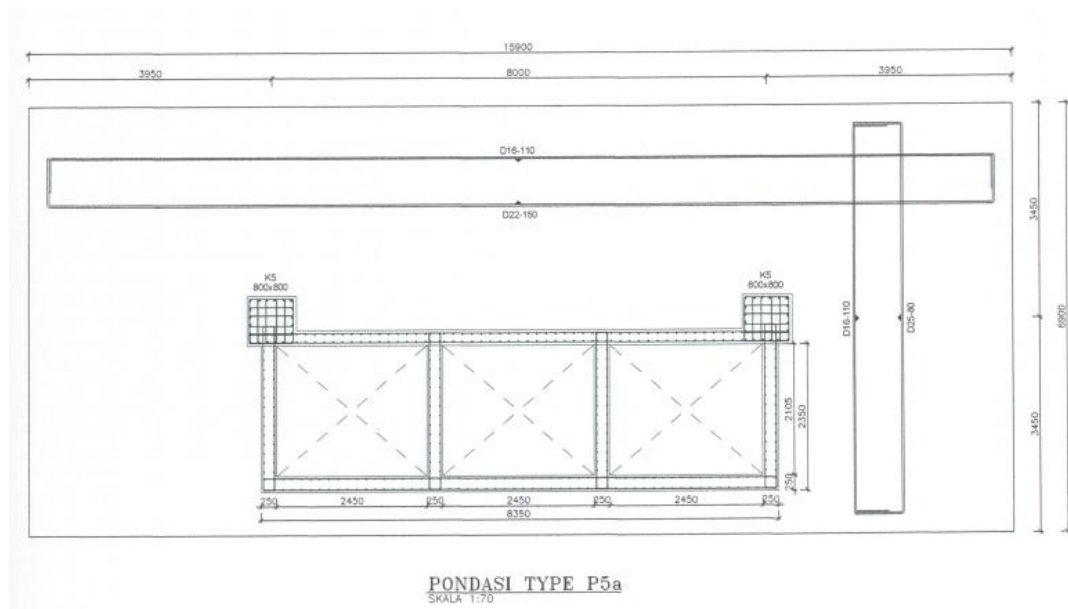
No	Uraian	Satuan	Harga	Sumber
9.	Mobilisasi dan demobilisasi alat pancang	Ls	100,000,000	Beton Sarana Teknik
<b>PDA Test</b>				
10.	PDA Test	Ttk	7,000,000	Immanuel Teknik Sentosa
11.	Mobilisasi dan akomodasi	Ls	3,000,000	Metro Pile
<b>Alat Berat</b>				
12.	Stamper (sewa)	Jam	31,250	Perwal Surabaya 2021
13.	Vibrator (Sewa)	Hari	36,875	Anekasewajasa.com
14.	Jack Hammer (Sewa)	Hari	108,700	Anekasewajasa.com
15.	Pompa beton long boom	Jam	3,100,000,000	Tokopedia-inreadymix
16.	Molen kapasitas 0,35 m3	Jam	26,400	Anekasewajasa.com
17.	Bar Cutter	Jam	36,875	Anekasewajasa.com
18.	Bar bender	Jam	36,875	Anekasewajasa.com
19.	Genset (sewa)	Jam	31,900	Anekasewajasa.com
20.	Mobil sedot lumpur kapasitas 3 m3	Jam	300,000	Perumda Palijaya
<b>Bahan</b>				
21.	Paku	Kg	18,000	Perwal Surabaya 2021
22.	Kayu 5/7 cm	M3	3,500,000	Perwal Surabaya 2021
23.	Kayu Papan 3/20	M3	3,000,000	Perwal Surabaya 2021



Gambar 5. 8 Denah Tiang Pancang (*Spun Pile*)



Gambar 5. 9 Tampak Samping Tiang Pancang



Gambar 5. 10 Penulangan Tiang Pancang

Pada pekerjaan pondasi *Spun Pile (existing)* terdapat 4 pekerjaan yang dilakukan, yaitu diantaranya adalah pekerjaan persiapan, manajemen keselamatan konstruksi (K3), pekerjaan galian dan urugan dan pekerjaan pondasi. Adapun penjabaran pekerjaannya ialah seperti dibawah ini.

1. Pekerjaan persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pekerjaan membersihkan lahan mulai dari awal hingga akhir, pengukuran dan pemasangan bouwplank, penyediaan air dan listrik, pembuatan direksi keet, gudang, papan nama dan pembuatan pagar pengaman proyek. Dalam memperhitungkan koefisien bahan, tenaga dan alat digunakan acuan SE Dirjen Bina Konstruksi No 73 Tahun 2023 / Bag.IV Cipta Karya, adapun penjelasannya dijabarkan sebagai berikut.

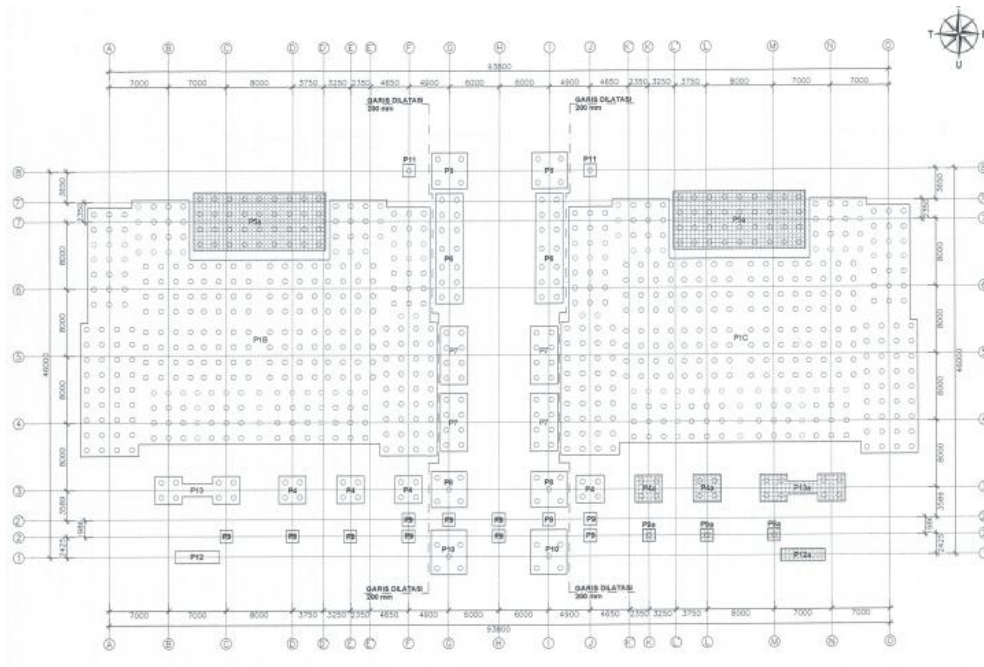
a. Analisa harga pembersihan lahan awal dan akhir

Hasil analisa pembersihan lahan melalui harga satuan pada Tabel 5.5 dikalikan dengan koefisien yang mengacu pada SE Dirjen Bina Konstruksi No 73 Tahun 2023 sebagaimana Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 Pekerjaan Persiapan

Koefisien	Satuan	Uraian	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
<b>Tenaga Kerja</b>					
0,100	OH	Pekerja	130,800	13,080	
0,005	OH	Mandor	152,400	762	13,842
<b>Jumlah</b>					13,842
<b>Profit dan Overhead</b>				10,00%	1,384
<b>Jumlah Harga</b>					15,226

Pembersihan lahan awal dan akhir perlu memerhatikan denah dasar pondasi yang akan dibangun, adapun denah tersebut bisa diketahui melalui Gambar berikut.



Gambar 5. 11 Denah Pondasi UPN Jawa Timur

Berdasarkan denah pondasi UPN Jawa Timur tersebut diketahui bahwa:

$$P = 93,8 \text{ meter}$$

$$L = 46 \text{ meter}$$

Dalam memperhitungkan pembersihan lahan, agar dapat dilakukan pembersihan lahan secara maksimal maka dilakukan penambahan jumlah panjang dan lebar masing – masing 10 meter, sehingga panjang lahan menjadi 103,8 meter dan lebar menjadi 56 meter, sehingga luas volume pembersihan lahan adalah sebagai berikut.

$$L = P \times L$$

$$L = 103,8 \times 56$$

$$L = 5.812,80 \text{ m}^2$$

Perhitungan pembersihan lahan melalui nilai volume pembersihan lahan sebesar 5.812,80 m<sup>2</sup> dikali dengan harga per 1 meter kubiknya pada Tabel 5.6 yaitu sebesar Rp 15.226 sehingga diperoleh total harga pemasangan bouwplank yaitu sebesar Rp 88.506.855,-

- b. Analisa pekerjaan harga satuan bouwplank adalah sebagai berikut.

Hasil analisa pemasangan bouwplank melalui harga satuan pada Tabel 5.5 dikalikan dengan koefisien yang mengacu pada SE Dirjen Bina Konstruksi No 73 Tahun 2023 sebagaimana Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5. 10 1 m' Pasangan Bouwplank

Koefisien	Satuan	Uraian	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
<b>Bahan</b>					
0,0200	Kg	Paku	18,000	360	

0,0070	M3	Kayu Papan 3/20/cm	3,000,000	21,000	
0,0130	M3	Kayu 5/7 cm	3,500,000	45,500	66,860
Tenaga Kerja					
0,0060	OH	Tukang kayu	138,800	832	
0,0006	OH	Kepala tukang kayu	143,300	95,98	
0,0120	OH	Pekerja	130,800	1,569	
0,0012	OH	Mandor	152,400	182	2,671
Jumlah					69,531
Profit dan Overhead				10,00%	6,953
Jumlah Harga					76,484

Berdasarkan hasil pemasangan bouwplank pada Tabel 5.10 diperoleh jumlah harga sebesar Rp 76,484 per 1 meternya. Selanjutnya dilakukan pengukuran volume bouwplank dengan memerhatikan denah Tabel 5.10 di atas, berdasarkan denah tersebut diketahui spesifikasi sebagai berikut.

$$P = 93,6 \text{ meter}$$

$$L = 46 \text{ meter}$$

Perhitungan penggunaan bouwplank dipasang sejarak 2 meter dari as fondasi terluar, maka dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Keliling Bouwplank} = 2 ( P + (2 \times 2)) + 2 ( L + (2 \times 2))$$

$$\text{Keliling Bouwplank} = 2 (93,6 + 4) + 2 (46 + 4)$$

$$\text{Keliling Bouwplank} = 295,60 \text{ meter}$$

Dari hasil tersebut kemudian nilai volume bouwplank dikali dengan harga per 1 meternya pada Tabel 5.10 yaitu sebesar Rp 76,484 sehingga diperoleh total harga pemasangan bouwplank yaitu sebesar Rp 22,608,785,-.

## 2. Rekapitulasi biaya tiang pancang

Berdasarkan hasil perhitungan biaya tiang pancang dari keseluruhan pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, SMK, Pekerjaan galian urugan, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan pilecap memiliki estimasi biaya yang bisa diketahui melalui tabel 5.11

Tabel 5. 11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SAT.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
a	b	c	d	f	g=c x f
<b>GEDUNG</b>					
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Pembersihan lahan awal dan akhir	5,812.80	m2	15,226.20	88,506,855.36
2	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	295.60	m'	76,484.39	22,608,785.68
3	Air dan listrik kerja	3.00	bln	2,774,400.00	8,323,200.01
4	Direksi keet (sewa)	30.00	m2	885,071.41	26,552,142.15
5	Gudang (sewa)	18.00	m2	885,071.41	15,931,285.29
6	Papan nama proyek	1.00	unit	510,553.12	510,553.12
7	Pagar pengaman proyek (sewa)	319.60	m'	147,867.38	47,258,413.37
<b>B SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)</b>					
1	Penyiapan RKK	1.00	set	1,350,000.00	1,350,000.00
	- Pembuatan dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi				
	- Pembuatan prosedur dan instruksi kerja				
	- Penyiapan formulir				
2	Sosialisasi dan Promosi K3 terdiri dari :				
	- Induksi K3 (Safety Induction)	100.00	org	6,750.00	675,000.00
	- Papan informasi K3, uk. 2000 x 750 mm	1.00	bh	305,550.00	305,550.00
3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri, terdiri dari :				
a	Alat Pelindung Kerja, terdiri dari :				
	- Jaring pengaman	1.00	ls	13,500,000.00	13,500,000.00
b	Alat Pelindung Diri, terdiri dari :				
	- Topi pelindung	100.00	bh	28,500.00	2,850,000.00
	- Pelindung mata	20.00	psg	9,500.00	190,000.00
	- Tameng Muka	2.00	psg	128,250.00	256,500.00
	- Pelindung pernafasan dan mulut (masker habis pakai)	50.00	bh	35,844.00	1,792,200.00
	- Sarung tangan (habis pakai)	7,500.00	psg	900.00	6,750,000.00
	- Sepatu keselamatan	100.00	psg	76,500.00	7,650,000.00
	- Rompi keselamatan	100.00	bh	22,500.00	2,250,000.00
	- Penunjang seluruh tubuh (Full Body Harness)	10.00	bh	112,500.00	1,125,000.00
4	Fasilitas Sarana Kesehatan :				
	- Peralatan P3K (Kotak P3K, Tandu, Tabung Oksigen, Oba	1.00	ls	225,000.00	225,000.00
5	Personel keselamatan konstruksi				
	- Petugas K3 konstruksi	7.00	OB	4,520,200.00	31,641,400.00
	- Ahli K3 konstruksi	1.00	OB	26,494,750.00	26,494,750.00
6	Rambu - Rambu :				
	- Rambu-Rambu proyek, uk. 2000 x 750	10.00	bh	67,500.00	675,000.00
	- Jalur evakuasi, uk. 2000 x 750	1.00	ls	315,000.00	315,000.00
7	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi				
	- Ahli Teknik Bangunan Gedung	14.00	OH	1,109,948.00	15,539,272.00
8	Lain - Lain Terkait Pengendalian Resiko K3 :				
	- Alat pemadam api ringan (sewa)	4.00	bh	115,575.00	462,300.00
	- Bendera K3, uk. 1350 x 900 mm	2.00	bh	23,275.00	46,550.00
<b>BIAYA PEKERJAAN PERSIAPAN &amp; SMKK</b>					<b>323,784,756.98</b>

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

II.1 PEKERJAAN STRUKTUR					
A PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN					
1	Galian pondasi pilecape P1b, sedalam s.d. 1 meter	1,144.99	m3	90,442.57	103,555,838.22
2	Galian pondasi pilecape P1b, sedalam > 1 m s.d. 2 m	1,144.99	m3	108,434.70	124,156,647.15
3	Galian pondasi pilecape P1c, sedalam s.d. 1 meter	1,144.99	m3	90,442.57	103,555,838.22
4	Galian pondasi pilecape P1c, sedalam > 1 m s.d. 2 m	1,144.99	m3	108,434.70	124,156,647.15
5	Galian pondasi pilecape P4, sedalam s.d. 1 meter	54.76	m3	90,442.57	4,952,635.13
6	Galian pondasi pilecape P4, sedalam > 1 m s.d. 2 m	10.95	m3	108,434.70	1,187,359.97
7	Galian pondasi pilecape P4a, sedalam s.d. 1 meter	27.38	m3	90,442.57	2,476,317.57
8	Galian pondasi pilecape P4a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	27.38	m3	108,434.70	2,968,942.09
9	Galian pondasi pilecape P4a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	26.01	m3	122,089.44	3,175,546.33
10	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	237.98	m3	90,442.57	21,523,522.81
11	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	237.98	m3	108,434.70	25,805,289.91
12	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	237.98	m3	122,089.44	29,054,844.93
13	Galian pondasi pilecape P6, sedalam s.d. 1 meter	99.90	m3	90,442.57	9,035,212.74
14	Galian pondasi pilecape P6, sedalam > 1 m s.d. 2 m	39.96	m3	108,434.70	4,333,050.61
15	Galian pondasi pilecape P7, sedalam s.d. 1 meter	108.04	m3	90,442.57	9,771,415.26
16	Galian pondasi pilecape P7, sedalam > 1 m s.d. 2 m	43.22	m3	108,434.70	4,686,547.73
17	Galian pondasi pilecape P8, sedalam s.d. 1 meter	88.36	m3	90,442.57	7,991,505.49
18	Galian pondasi pilecape P8, sedalam > 1 m s.d. 2 m	35.34	m3	108,434.70	3,832,082.30
19	Galian pondasi pilecape P9, sedalam s.d. 1 meter	39.71	m3	90,442.57	3,591,474.45
20	Galian pondasi pilecape P9, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.91	m3	108,434.70	1,291,457.28
21	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	10.83	m3	90,442.57	979,493.03
22	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	10.83	m3	108,434.70	1,174,347.80
23	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	10.83	m3	122,089.44	1,322,228.64
24	Galian pondasi pilecape P9a, sedalam > 3 m	0.54	m3	134,137.74	72,434.38
25	Galian pondasi pilecape P10, sedalam s.d. 1 meter	53.82	m3	90,442.57	4,867,619.12
26	Galian pondasi pilecape P10, sedalam > 1 m s.d. 2 m	21.53	m3	108,434.70	2,334,599.09
27	Galian pondasi pilecape P11, sedalam s.d. 1 meter	7.22	m3	90,442.57	652,995.36
28	Galian pondasi pilecape P11, sedalam > 1 m s.d. 2 m	6.14	m3	108,434.70	665,789.06
29	Galian pondasi pilecape P12, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	90,442.57	996,677.12
30	Galian pondasi pilecape P12, sedalam > 1 m s.d. 2 m	3.31	m3	108,434.70	358,918.86
31	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	90,442.57	996,677.12
32	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.02	m3	108,434.70	1,194,950.39
33	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	11.02	m3	122,089.44	1,345,425.63
34	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 3 m	0.55	m3	134,137.74	73,775.76
35	Galian pondasi pilecape P13, sedalam s.d. 1 meter	33.65	m3	90,442.57	3,043,392.48
36	Galian pondasi pilecape P13, sedalam > 1 m s.d. 2 m	6.73	m3	108,434.70	729,765.53
37	Galian pondasi pilecape P13a, sedalam s.d. 1 meter	33.65	m3	90,442.57	3,043,392.48
38	Galian pondasi pilecape P13a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	33.65	m3	108,434.70	3,648,827.66
39	Galian pondasi pilecape P13a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	31.97	m3	122,089.44	3,903,199.40
40	Pasir urug bawah pilecape, tebal 100 mm	196.23	m3	287,641.86	56,443,962.19
41	Urugan kembali dan pemadatan bekas galian pondasi den	2,053.82	m3	97,306.00	199,849,008.92

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

<b>B PEKERJAAN PONDASI</b>					
1	Pondasi spun pile (Pilecape P1b), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	11,725.00	m1	781,770.00	9,166,253,250.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	11,725.00	m'	132,000.00	1,547,700,000.00
-	Las joint	670.00	titik	176,000.00	117,920,000.00
-	Bobokan spun pile	335.00	ttk	120,000.00	40,200,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	42.10	m3	1,105,350.00	46,535,235.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	5,441.71	Kg	15,016.84	81,717,288.40
-	Multiplek 16 mm	42.10	m2	98,747.00	4,157,248.70
2	Pondasi spun pile (Pilecape P1c), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	11,725.00	m1	781,770.00	9,166,253,250.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	11,725.00	m'	132,000.00	1,547,700,000.00
-	Las joint	670.00	titik	176,000.00	117,920,000.00
-	Bobokan spun pile	335.00	ttk	120,000.00	40,200,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	42.10	m3	1,105,350.00	46,535,235.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	5,441.71	Kg	15,016.84	81,717,288.40
-	Multiplek 16 mm	42.10	m2	98,747.00	4,157,248.70
3	Pondasi spun pile (Pilecape P4), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	560.00	m1	781,770.00	437,791,200.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	560.00	m'	132,000.00	73,920,000.00
-	Las joint	32.00	titik	176,000.00	5,632,000.00
-	Bobokan spun pile	16.00	ttk	120,000.00	1,920,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	2.01	m3	1,105,350.00	2,221,753.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	259.81	Kg	15,016.84	3,901,525.20
-	Multiplek 16 mm	2.01	m2	98,747.00	198,481.47
4	Pondasi spun pile (Pilecape P4a), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	280.00	m1	781,770.00	218,895,600.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	280.00	m'	132,000.00	36,960,000.00
-	Las joint	16.00	titik	176,000.00	2,816,000.00
-	Bobokan spun pile	8.00	ttk	120,000.00	960,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	1.01	m3	1,105,350.00	1,116,403.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	130.55	Kg	15,016.84	1,960,448.46
-	Multiplek 16 mm	1.01	m2	98,747.00	99,734.47
5	Pondasi spun pile (Pilecape P5a), L= 37 m (12+12+13)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	2,664.00	m1	781,770.00	2,082,635,280.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	2,664.00	m'	132,000.00	351,648,000.00
-	Las joint	144.00	titik	176,000.00	25,344,000.00
-	Bobokan spun pile	72.00	ttk	120,000.00	8,640,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	9.05	m3	1,105,350.00	10,003,417.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	1,169.77	Kg	15,016.84	17,566,248.93
-	Multiplek 16 mm	9.05	m2	98,747.00	893,660.35

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

6	Pondasi spun pile (Pilecape P6), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	980.00	m1	781,770.00	766,134,600.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	980.00	m'	132,000.00	129,360,000.00
-	Las joint	56.00	titik	176,000.00	9,856,000.00
-	Bobokan spun pile	28.00	ttk	120,000.00	3,360,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	3.52	m3	1,105,350.00	3,890,832.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	454.98	Kg	15,016.84	6,832,361.86
-	Multiplek 16 mm	3.52	m2	98,747.00	347,589.44
7	Pondasi spun pile (Pilecape P7), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	1,120.00	m1	781,770.00	875,582,400.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	1,120.00	m'	132,000.00	147,840,000.00
-	Las joint	64.00	titik	176,000.00	11,264,000.00
-	Bobokan spun pile	32.00	ttk	120,000.00	3,840,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	4.02	m3	1,105,350.00	4,443,507.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	519.61	Kg	15,016.84	7,802,900.23
-	Multiplek 16 mm	4.02	m2	98,747.00	396,962.94
8	Pondasi spun pile (Pilecape P8), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	700.00	m1	781,770.00	547,239,000.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	700.00	m'	132,000.00	92,400,000.00
-	Las joint	40.00	titik	176,000.00	7,040,000.00
-	Bobokan spun pile	20.00	ttk	120,000.00	2,400,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	2.51	m3	1,105,350.00	2,774,428.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	324.43	Kg	15,016.84	4,871,913.40
-	Multiplek 16 mm	2.51	m2	98,747.00	247,854.97
9	Pondasi spun pile (Pilecape P9), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	385.00	m1	781,770.00	300,981,450.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	385.00	m'	132,000.00	50,820,000.00
-	Las joint	22.00	titik	176,000.00	3,872,000.00
-	Bobokan spun pile	11.00	ttk	120,000.00	1,320,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	1.38	m3	1,105,350.00	1,525,383.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	178.37	Kg	15,016.84	2,678,553.75
-	Multiplek 16 mm	1.38	m2	98,747.00	136,270.86
10	Pondasi spun pile (Pilecape P9a), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	105.00	m1	781,770.00	82,085,850.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	105.00	m'	132,000.00	13,860,000.00
-	Las joint	6.00	titik	176,000.00	1,056,000.00
-	Bobokan spun pile	3.00	ttk	120,000.00	360,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	0.38	m3	1,105,350.00	420,033.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	49.12	Kg	15,016.84	737,627.18
-	Multiplek 16 mm	0.38	m2	98,747.00	37,523.86

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

11	Pondasi spun pile (Pilecape P10), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	350.00	m1	781,770.00	273,619,500.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	350.00	m'	132,000.00	46,200,000.00
-	Las joint	20.00	titik	176,000.00	3,520,000.00
-	Bobokan spun pile	10.00	ttk	120,000.00	1,200,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	1.26	m3	1,105,350.00	1,392,741.00
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	162.86	Kg	15,016.84	2,445,642.56
-	Multiplek 16 mm	1.26	m2	98,747.00	124,421.22
12	Pondasi spun pile (Pilecape P11), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	70.00	m1	781,770.00	54,723,900.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	70.00	m'	132,000.00	9,240,000.00
-	Las joint	4.00	titik	176,000.00	704,000.00
-	Bobokan spun pile	2.00	ttk	120,000.00	240,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	0.25	m3	1,105,350.00	276,337.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	32.31	Kg	15,016.84	485,194.10
-	Multiplek 16 mm	0.25	m2	98,747.00	24,686.75
13	Pondasi spun pile (Pilecape P13), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	280.00	m1	781,770.00	218,895,600.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	280.00	m'	132,000.00	36,960,000.00
-	Las joint	16.00	titik	176,000.00	2,816,000.00
-	Bobokan spun pile	8.00	ttk	120,000.00	960,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	1.01	m3	1,105,350.00	1,116,403.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	130.55	Kg	15,016.84	1,960,448.46
-	Multiplek 16 mm	1.01	m2	98,747.00	99,734.47
14	Pondasi spun pile (Pilecape P13a), L= 35 m (12+12+11)				
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	280.00	m1	781,770.00	218,895,600.00
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	280.00	m'	132,000.00	36,960,000.00
-	Las joint	16.00	titik	176,000.00	2,816,000.00
-	Bobokan spun pile	8.00	ttk	120,000.00	960,000.00
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	1.01	m3	1,105,350.00	1,116,403.50
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	130.55	Kg	15,016.84	1,960,448.46
-	Multiplek 16 mm	1.01	m2	98,747.00	99,734.47
7	Test pembebanan PDA test	5.00	titik	7,700,000.00	38,500,000.00
8	Mobilisasi dan demobilisasi alat pancang	1.00	ls	100,000,000.00	100,000,000.00

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

D PEKERJAAN BETON					
LANTAI DASAR					
<b>Catatan :</b>					
<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>					
1	Rabat beton bawah pilecape, tebal 100 mm (1 pc : 3 ps :	196.23	m3	991,805.42	194,621,977.57
<b>PONDASI PILECAPE</b>					
2	Pilecape P1b				
-	Bekisting dengan pasangan batako	229.32	m2	246,608.54	56,552,270.39
-	Besi tulangan	118,303.37	Kg	15,016.84	1,776,542,778.75
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	1,556.90	m3	1,514,550.00	2,358,002,895.00
3	Pilecape P1c				
-	Bekisting dengan pasangan batako	229.32	m2	246,608.54	56,552,270.39
-	Besi tulangan	118,303.37	Kg	15,016.84	1,776,542,778.75
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	1,556.90	m3	1,514,550.00	2,358,002,895.00
4	Pilecape P4				
-	Bekisting dengan pasangan batako	31.68	m2	246,608.54	7,812,558.55
-	Besi tulangan	3,008.14	Kg	15,016.84	45,172,757.08
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	26.14	m3	1,514,550.00	39,590,337.00
5	Pilecape P4a				
-	Bekisting dengan pasangan batako	15.84	m2	246,608.54	3,906,279.27
-	Besi tulangan	1,504.07	Kg	15,016.84	22,586,378.54
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	13.07	m3	1,514,550.00	19,795,168.50
6	Pilecape P5a				
-	Bekisting dengan pasangan batako	127.68	m2	246,608.54	31,486,978.39
-	Besi tulangan	27,901.14	Kg	15,016.84	418,986,955.20
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	307.19	m3	1,514,550.00	465,254,614.50
7	Pilecape P6				
-	Bekisting dengan pasangan batako	52.48	m2	246,608.54	12,942,016.18
-	Besi tulangan	11,704.59	Kg	15,016.84	175,765,955.30
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	69.17	m3	1,514,550.00	104,761,423.50
8	Pilecape P7				
-	Bekisting dengan pasangan batako	65.28	m2	246,608.54	16,098,605.49
-	Besi tulangan	8,745.85	Kg	15,016.84	131,335,030.11
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	72.86	m3	1,514,550.00	110,350,113.00
9	Pilecape P8				
-	Bekisting dengan pasangan batako	55.04	m2	246,608.54	13,573,334.04
-	Besi tulangan	4,235.73	Kg	15,016.84	63,607,279.69
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	59.17	m3	1,514,550.00	89,615,923.50
10	Pilecape P9				
-	Bekisting dengan pasangan batako	46.21	m2	246,608.54	11,395,780.63
-	Besi tulangan	1,823.31	Kg	15,016.84	27,380,354.54
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	17.33	m3	1,514,550.00	26,247,151.50

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Spun Pile*

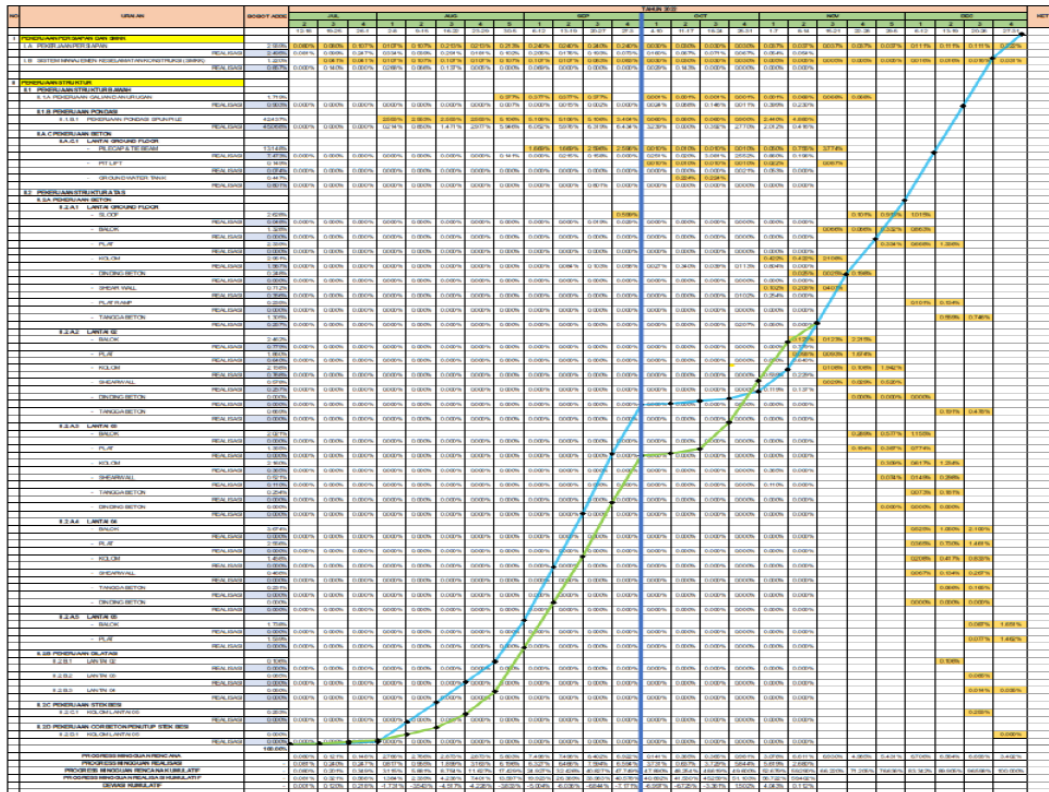
11	Pilecape P9a				
-	Bekisting dengan pasangan batako	12.61	m2	246,608.54	3,109,733.69
-	Besi tulangan	497.65	Kg	15,016.84	7,473,130.43
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	4.73	m3	1,514,550.00	7,163,821.50
12	Pilecape P10				
-	Bekisting dengan pasangan batako	30.80	m2	246,608.54	7,595,543.03
-	Besi tulangan	2,551.50	Kg	15,016.84	38,315,467.26
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	36.64	m3	1,514,550.00	55,493,112.00
13	Pilecape P11				
-	Bekisting dengan pasangan batako	15.01	m2	246,608.54	3,701,594.19
-	Besi tulangan	777.22	Kg	15,016.84	11,671,388.38
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.63	m3	1,514,550.00	8,526,916.50
14	Pilecape P12				
-	Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	246,608.54	2,382,238.50
-	Besi tulangan	503.44	Kg	15,016.84	7,560,077.93
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	1,514,550.00	8,587,498.50
15	Pilecape P12a				
-	Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	246,608.54	2,382,238.50
-	Besi tulangan	503.44	Kg	15,016.84	7,560,077.93
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	1,514,550.00	8,587,498.50
16	Pilecape P13				
-	Bekisting dengan pasangan batako	18.48	m2	246,608.54	4,557,325.82
-	Besi tulangan	1,927.06	Kg	15,016.84	28,938,351.69
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	16.40	m3	1,514,550.00	24,838,620.00
17	Pilecape P13a				
-	Bekisting dengan pasangan batako	18.48	m2	246,608.54	4,557,325.82
-	Besi tulangan	1,927.06	Kg	15,016.84	28,938,351.69
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	16.40	m3	1,514,550.00	24,838,620.00
<b>BIAYA PEKERJAAN PONDASI</b>					<b>41,030,279,083.13</b>
<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN FISIK</b>					<b>41,354,063,840.11</b>

### 5.2.7 Analisis Waktu Spunpile (Eksisting)

Analisis waktu untuk pondasi spun pile (existing) menunjukkan bahwa keseluruhan proses konstruksi memerlukan waktu total 109 hari. Waktu tersebut sudah termasuk dengan waktu *pre order* tiang *spun pile* sampai *on site* sesuai dengan umur beton yaitu 28 hari untuk siap pancang. Pemesanan pondasi di lakukan di minggu pertama sehingga di minggu ke 5 pondasi sudah dapat dilakukan pemancangan. Kurva

S yang terdapat pada lampiran memberikan gambaran visual mengenai timeline pekerjaan.

Timeline pekerjaan didapat dari data primer berupa action plan yang dilakukan oleh kontraktor bisa diketahui melalui Gambar 5.12.



Gambar 5. 12 Time Schedule Action plan pelaksanaan konstruksi

Berdasarkan data primer action plan yang ada kurva S dibuat sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5.13.

ITEM PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BOBOT (%)	JUL				AUG				SEP				OCT				NOV				
			M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	
<b>UPN JATIM</b>	<b>109</b>																						
<b>Pondasi Spun Pile</b>																							
Pekerjaan Persiapan																							
Pembersihan lahan awal dan akhir	12	2,94	1,47																				
Pengukuran dan pemasangan bouwplank	7	1,72	1,72																				
Direksi keel (sewa)	3	0,74		0,74																			
Gudang (sewa)	3	0,74		0,74																			
Papan nama proyek	1	0,25		0,25																			
Pagar pengaman proyek (sewa)	3	0,74		0,74																			
<b>SMKK</b>	<b>109</b>	<b>26,72</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	<b>1,34</b>	
Pekerjaan Gallen dan urugan	78	19,12								1,59	1,59	1,59	1,59		1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	
Pemesanan Pondasi Spun Pile	28	6,86	1,72	1,72	1,72																		
Pekerjaan Pondasi Spun Pile	92	22,55					1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	
Pekerjaan Pilecape	72	17,65									1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>6,24</b>	<b>4,03</b>	<b>4,52</b>	<b>3,05</b>	<b>2,95</b>	<b>2,95</b>	<b>2,95</b>	<b>4,54</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>4,55</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>6,14</b>	<b>4,53</b>	<b>4,40</b>	
<b>Total Kumulatif</b>			<b>6,24</b>	<b>10,27</b>	<b>14,79</b>	<b>17,84</b>	<b>20,79</b>	<b>23,74</b>	<b>26,68</b>	<b>31,22</b>	<b>37,37</b>	<b>43,51</b>	<b>49,65</b>	<b>54,20</b>	<b>60,35</b>	<b>66,49</b>	<b>72,64</b>	<b>78,78</b>	<b>84,92</b>	<b>91,07</b>	<b>95,60</b>	<b>100,00</b>	

Gambar 5. 13 Grafik kurva S pekerjaan pondasi *Spun pile*

### 5.2.8 Analisis Mutu Borepile

Perhitungan daya dukung fondasi dilakukan terhadap tiga tipe dimensi *boredpile* untuk mencari daya dukung yang hampir mendekati dengan *spunpile*. Diketahui dari hasil analisis daya dukung ijin *spun pile* dengan kedalaman 35 meter adalah 95,15 ton. Maka dari itu analisis boredpile dilakukan dengan metode trial error terhadap 3 tipe dimensi yang berbeda untuk mencapai daya dukung yang hampir sama dengan spun pile.

#### 1. Daya dukung fondasi tiang tunggal

Data perhitungan daya dukung tiang pada kedalaman 30 meter dari pondasi *borepile* dengan diameter 80 cm sebagai berikut :

Data perhitungan

Kedalaman tiang ( h ) = 30 meter

Panjang tiang ( Li ) = 2,5 meter

Diameter tiang ( D ) = 0,8 meter

Jenis tanah = Lempung

Nilai N-SPT = 24

#### i. Perhitungan Luas Ujung Tiang ( $A_p$ )

Perhitungan luas ujung tiang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_p &= 0,25 * \pi * 0,8^2 \\ &= 0,503 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa luas ujung tiang adalah 0,503 m<sup>2</sup>.

#### j. Perhitungan Selimut Tiang ( $P_i$ )

Berikut perhitungan keliling selimut tiang :

$$\begin{aligned} P_i &= \pi * 0,8 \\ &= 2,51 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa keliling selimut tiang adalah 2,51 m.

k. Tahanan Geser Selimut (  $\tau$  )

Parameter  $C_u$  dihitung dengan rumus 5.4. Sedangkan nilai  $\alpha$  diperoleh dengan interpolasi dari gambar 5.4.

$$\begin{aligned} C_u &= 5 * 24 \\ &= 120 \text{ kN/m}^2 \\ &= 1,2 \text{ tsf} \end{aligned}$$

Menurut Kulhawy ( 1984 ), Nilai  $\alpha$  didapatkan dari rumus 5.13. Hal ini karena nilai  $C_u$  pada perhitungan sebelumnya sebesar 120 kN/m<sup>2</sup>. Maka perhitungan dari tahanan geser tiang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,21 + ( 0,26 * \left( \frac{1}{c_u} \right) ) && ( 5.13 ) \\ &= 0,21 + ( 0,26 * \left( \frac{1}{1,2} \right) ) \\ &= 0,43 \\ \tau &= 0,43 * 120 \\ &= 51,2 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka tahanan geser tiang yaitu sebesar 51,2 kN/m<sup>2</sup>.

l. Tanah Ujung Tiang (  $q_p$  )

Perhitungan tahanan ujung tiang mengacu pada metode Meyerhorf 1976. Berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned} q_p &= 9 * 120 \\ &= 1080 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka tahanan ujung tiang yaitu sebesar 1080 kN/m<sup>2</sup>.

m. Daya Dukung Selimut Tiang (  $Q_s$  )

Berikut ini merupakan perhitungan terkait daya dukung selimut tiang:

$$\begin{aligned}
&\text{Daya dukung selimut} &= & 1485,71 \text{ kN} \\
&\text{tiang lapisan sebelumnya} \\
&\text{Daya dukung selimut} &= & 51,2 * 2,5 * 2,51 \\
&\text{tiang lapisan} \\
& &= & 321,7 \text{ kN} \\
Q_s & &= & 1485,71 + 321,7 \\
& &= & 1807,04 \text{ kN} \\
& &= & 180,7 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung selimut tiang pada lapisan ini yaitu 180,7 ton.

n. Daya Dukung Ujung Tiang (  $Q_p$  )

Berikut ini merupakan perhitungan terkait daya dukung ujung tiang:

$$\begin{aligned}
Q_p & &= & 0,503 * 1080 \\
& &= & 542,87 \text{ kN} \\
& &= & 54,287 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung ujung tiang pada lapisan ini yaitu 54,29 ton.

o. Daya Dukung Ultimit Tiang (  $Q_u$  )

Berikut ini merupakan perhitungan terkait daya dukung ultimit tiang:

$$\begin{aligned}
Q_u & &= & 54,29 + 180,7 \\
& &= & 234,99 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung ultimit tiang pada lapisan ini yakni 234,99 ton.

p. Daya Dukung Ijin Tiang (  $Q_{all}$  )

Berikut ini merupakan perhitungan terkait daya dukung ijin tiang :

$$\begin{aligned}
Q_{all} & &= & \frac{234,99}{2,5} \\
& &= & 94 \text{ Ton}
\end{aligned}$$

Maka daya dukung ijin tiang yakni sebanyak 94 ton.

Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi *boredpile* diameter 80 cm dapat dilihat pada tabel 5.12

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Daya Dukung Pondasi *Boredpile* diameter 80 cm

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-15,00	4	Lempung	9,05	12,57	21,61	2,5	2,5	8,65
-17,50	4	Lempung	9,05	25,13	34,18	2,5	2,5	13,67
-20,00	16	Lempung	36,19	52,02	88,22	2,5	2,5	35,29
-22,50	24	Lempung	54,29	84,19	138,48	2,5	2,5	55,39
-25,00	24	Lempung	54,29	116,36	170,65	2,5	2,5	68,26
-27,50	24	Lempung	54,29	148,53	202,82	2,5	2,5	81,13
-30,00	24	Lempung	54,29	180,70	234,99	2,5	2,5	94,00
-32,50	24	Lempung	54,29	212,87	267,16	2,5	2,5	106,86
-35,00	24	Lempung	54,29	245,04	299,33	2,5	2,5	119,73
-37,50	60	Lempung	135,72	300,96	436,68	2,5	2,5	174,67

Dari hasil perhitungan analisis daya dukung didapat pondasi *boredpile* 80 cm dengan kedalaman 30 meter sebesar 94 ton. Kemudian Adapun perhitungan rekapitulasi daya dukung pondasi *boredpile* diameter 60 cm dan 100 cm dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan tabel 5.14 berikut.

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Daya Dukung Pondasi *Borepile* diameter 100 cm

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-15,00	4	Lempung	14,14	15,71	29,85	2,5	2,5	11,94
-17,50	4	Lempung	14,14	31,42	45,55	2,5	2,5	18,22
-20,00	16	Lempung	56,55	65,03	121,58	2,5	2,5	48,63
-22,50	24	Lempung	84,82	105,24	190,07	2,5	2,5	76,03
-25,00	24	Lempung	84,82	145,46	230,28	2,5	2,5	92,11
-27,50	24	Lempung	84,82	185,67	270,49	2,5	2,5	108,20
-30,00	24	Lempung	84,82	225,88	310,70	2,5	2,5	124,28
-32,50	24	Lempung	84,82	266,09	350,92	2,5	2,5	140,37
-35,00	24	Lempung	84,82	306,31	391,13	2,5	2,5	156,45
-37,50	60	Lempung	212,06	376,21	588,26	2,5	2,5	235,31

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Daya Dukung Pondasi *Borepile* diameter 60 cm

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-15,00	4	Lempung	5,09	9,42	14,51	2,5	2,5	5,81
-17,50	4	Lempung	5,09	18,85	23,94	2,5	2,5	9,58
-20,00	16	Lempung	20,36	39,02	59,38	2,5	2,5	23,75
-22,50	24	Lempung	30,54	63,15	93,68	2,5	2,5	37,47
-25,00	24	Lempung	30,54	87,27	117,81	2,5	2,5	47,12
-27,50	24	Lempung	30,54	111,40	141,94	2,5	2,5	56,77
-30,00	24	Lempung	30,54	135,53	166,06	2,5	2,5	66,43
-32,50	24	Lempung	30,54	159,66	190,19	2,5	2,5	76,08
-35,00	24	Lempung	30,54	183,78	214,32	2,5	2,5	85,73
-37,50	60	Lempung	76,34	225,72	302,06	2,5	2,5	120,83

Dari hasil perhitungan rekapitulasi daya dukung terhadap pondasi *boredpile* diameter 60 cm, dan 100 cm. Dapat dilihat bahwa hasil yang paling mendekati dengan daya dukung pondasi tiang *spun pile* diameter 60 cm yaitu pondasi *boredpile* diameter 80 cm sehingga pondasi yang digunakan untuk redesain adalah pondasi dengan diameter 80 cm.

## 2. Daya dukung lateral

Perhitungan daya dukung lateral pada kedalaman 30 meter dari pondasi *borepile* dengan diameter 80 cm sebagai berikut :

Data perhitungan

Panjang tiang ( L ) = 30 meter

Diameter tiang ( B ) = 0,8 meter

Panjang tertanam ( E ) = 0,8 meter

Momen *crack* = 579 kN.m

Kohesi rerata, C<sub>u</sub> = 60 kN/m<sup>2</sup>

Nilai N-SPT = 24

Kemudian perhitungan dari daya dukung lateral tiang panjang metode Broms ialah seperti dibawah ini :

$$L / d = \frac{30}{0,8}$$

$$= 37,5$$

$$E / B = 1$$

Perhitungan daya dukung lateral tiang metode broms memakai plotting dari grafik. Grafik hubungan tahanan lateral dan momen Broms ditunjukkan pada gambar 5.6. Kemudian untuk mencari nilai sumbu x sebagai berikut .:

$$x = \frac{579}{60 * 0,8^3}$$

$$= 18,85$$

Nilai dari sumbu x kemudian di plot ke gambar 5.6, nilai y didapatkan sebesar 5,8. Rumus perhitungan daya dukung lateral ultimit dan ijin sebagai berikut :

$$H_u = 5,8 * 60 * 0,8^2$$

$$= 222,72 \text{ ton}$$

$$H_{all} = \frac{222,72}{3}$$

$$= 74,24 \text{ Ton}$$

Berdasarkan perhitungan diatas nilai daya dukung lateral ultimit sebanyak 222,72 ton. Selanjutnya untuk daya dukung lateral ijin sebesar 74,24 ton.

Tabel 5. 15 Estimasi Dimensi Pile Cap (Pondasi Boredpile)

Pondasi	Estimasi Dimensi Pile Cap			
	Jarak Antar Tiang min	Jarak Antar Tiang 3D	Jarak Antar Tiang 4D	Jarak Tepi
	(m)	(m)	(m)	(m)
F1	2	2.4	3.2	1
F2	2	2.4	3.2	1

Tabel 5. 16 Tinjauan Group Pondasi Boredpile untuk Beban Layan

Pondasi	Pu	Qall	Diameter Pile	Kedalaman Pile	N Pile	N Pile	Jumlah Pile	Jumlah Pile	Qpile
	(Ton)	(Ton)	(m)	(m)	Hitungan	Digunakan	Per Baris (Arah X)	Per Baris (Arah Y)	(Ton)
F1	15013.05	94	0.8	30	159.71	284.00	15.00	19.00	26696
F2	75.28	94	0.8	30	0.80	4.00	2.00	2.00	376

Tabel 5. 17 Tinjauan Group Pondasi Boredpile untuk Beban Gempa Nominal

Pondasi	Pu	Qall	Diameter Pile	Kedalaman Pile	N Pile	N Pile	Jumlah Pile	Jumlah Pile	Qpile	Ket
	(Ton)	(Ton)	(m)	(m)	Hitungan	Digunakan	Per Baris (Arah X)	Per Baris (Arah Y)	(Ton)	
F1	18913.40	122	0.8	30	154.77	284.00	15.00	19.00	34705	Oke
F2	79.70	122	0.8	30	0.65	4.00	2.00	2.00	489	Oke

Tabel 5. 18 Tinjauan Group Pondasi Boredpile untuk Beban Gempa Kuat

Pondasi	Pu	Qall	Diameter Pile	Kedalaman Pile	N Pile	N Pile	Jumlah Pile	Jumlah Pile	Qpile	Ket
	(Ton)	(Ton)	(m)	(m)	Hitungan	Digunakan	Per Baris (Arah X)	Per Baris (Arah Y)	(Ton)	
F1	22231.96	147	0.8	30	151.62	284.00	15.00	19.00	41643	Oke
F2	79.92	147	0.8	30	0.55	4.00	2.00	2.00	587	Oke

### 3. Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang

Terdapat dua perhitungan pondasi tiang yaitu penurunan elastis dan konsolidasi.

Perhitungan penurunan tiang sebagai berikut :

#### a. Penurunan Elastis

Data penurunan elastis sebagai berikut :

Data perhitungan

$$\text{Beban di ujung tiang} = 542,9 \text{ kN}$$

(  $Q_p$  )

$$\text{Beban di selimut tiang} = 1807 \text{ kN}$$

(  $Q_s$  )

$$\text{Mutu beton tiang ( } f'c \text{ )} = 28 \text{ MPa}$$

$$\text{Modulus elastisitas tanah} = 30364,65 \text{ kN/m}^2$$

(  $E_s$  )

$$\text{Poisson ratio tanah, ( } \mu_s \text{ )} = 0,4$$

$$\text{Panjang tiang ( } L \text{ )} = 30 \text{ meter}$$

$$\text{Diameter tiang ( D )} = 0,8 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar pile group, B} = 4,4 \text{ meter}$$

Perhitungan penurunan elastis mengacu pada rumus di bab 3. Maka perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Modulus elastisitas tiang} = 4700 * \sqrt{28} * 1000$$

( Ep )

$$= 248700062 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Luas penampang tiang} = 0,25 * \pi * 0,8^2$$

( Ap )

$$= 0,503 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling tiang ( p )} = \pi * 0,8$$

$$= 2,51 \text{ m}$$

$$\text{Beban per ujung luasan} = \frac{542,9}{0,503}$$

$$= 1080,065 \text{ kN/m}^2$$

Penurunan elastik tiang ( S<sub>e1</sub> )

$$S_{e1} = \frac{(542,9 + 0,5 * 1807) * 30}{0,503 * 248700062}$$

$$= 3,47 \text{ mm}$$

Penurunan disebabkan oleh beban pada ujung tiang ( S<sub>e2</sub> )

$$S_{e2} = \frac{1080,06 * 0,8}{30364,65} (1 - 0,4^2) * 0,85$$

$$= 20,32 \text{ mm}$$

Penurunan disebabkan oleh beban sepanjang selimut tiang ( S<sub>e3</sub> )

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{30}{0,8}}$$

$$= 4,14$$

$$S_{e3} = \left( \frac{1807}{2,5 * 30} \right) * \frac{0,8}{30364,47} * (1 - 0,4^2) * 4,14$$

$$= 2,2 \text{ mm}$$

Penurunan elastik total ( $S_e$ )

$$S_e = 3,47 + 20,32 + 2,2$$

$$= 25,99 \text{ mm}$$

Penurunan elastik tiang group ( $S_{e(g)}$ )

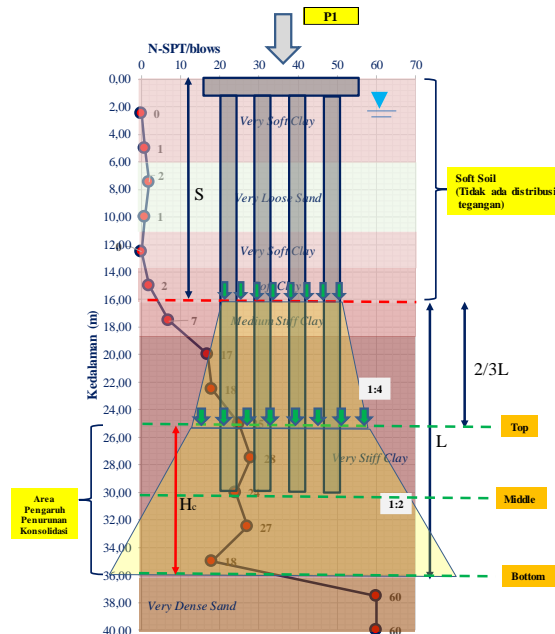
$$S_{e(g)} = \sqrt{\frac{4,4}{0,8}} * 25,99$$

$$= 60,94 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, nilai penurunan elastis yaitu sebesar 60,94 mm.

c. Penurunan Konsolidasi

Penurunan konsolidasi perlu melakukan plotting statigrafi tanah. Ploting tersebut ditunjukkan pada gambar 5.14.



Gambar 5. 14 Ploting Pondasi Tiang dan Statigrafi Tanah Pondasi *Borepile*

Data penurunan konsolidasi sebagai berikut :

Data perhitungan	
Panjang tiang yang ditinjau ( L )	= 14 m
Batas tinjauan tiang ( 2/3 L )	= 9,33 m
Beban aksial pondasi ( P )	= 15700 kN
Lebar pilecap arah x ( L <sub>x</sub> )	= 45,6 m
Lebar pilecap arah y ( L <sub>y</sub> )	= 30 m
Tebal tanah terkonsolidasi ( H <sub>c</sub> )	= 10,67 m
Tebal lapisan tanah lunak ( S )	= 16 m
Nilai C <sub>c</sub>	= 0,22
Nilai C <sub>s</sub>	= 0,3
Nilai e <sub>o</sub>	= 1,102
Nilai <i>preconsolidation pressure</i> ( σ' <i>c</i> )	= 176,58 kPa
Berat volume tanah	= 17,54 kN/m <sup>3</sup>
Tegangan Tanah	= ( 17,54 - 10 ) * ( 16 + 10,67 + 8 * 0,5 ) = 231,24 kPa
Luas dasar pilecap	= 45,6 * 30 = 1368 m <sup>2</sup>
Distribusi tegangan tanah	
1) Area Atas	
Arah x ( L' <sub>x (top)</sub> )	= 45,6 + ( 0,25 * 9,33 * 2)

$$\begin{aligned}
 &= 50,27 \text{ m} \\
 \text{Arah y ( } L'_y \text{ (top) )} &= 30 + ( 0,25 * 9,33 * 2) \\
 &= 34,67 \text{ m} \\
 \text{Tegangan ( } \Delta\sigma'_t \text{ )} &= 15700 / ( 50,27 * 34,67 ) \\
 &= 9,07 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

### 2) Area Tengah

$$\begin{aligned}
 \text{Arah x ( } L'_x \text{ (middle) )} &= 50,27 + ( 0,5 * 10,67 ) \\
 &= 55,6 \text{ m} \\
 \text{Arah y ( } L'_y \text{ (middle) )} &= 34,67 + ( 0,5 * 10,67 ) \\
 &= 40 \text{ m} \\
 \text{Tegangan ( } \Delta\sigma'_{\text{mid}} \text{ )} &= 15700 / ( 55,6 * 40 ) \\
 &= 7,06 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

### 3) Area Bawah

$$\begin{aligned}
 \text{Arah x ( } L'_x \text{ (bottom) )} &= 50,27 + ( 10,67 ) \\
 &= 60,94 \text{ m} \\
 \text{Arah y ( } L'_y \text{ (bottom) )} &= 34,67 + ( 10,67 ) \\
 &= 45,34 \text{ m} \\
 \text{Tegangan ( } \Delta\sigma'_{\text{bot}} \text{ )} &= 15700 / ( 57,23 * 43,93 ) \\
 &= 5,68 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Distribusi tegangan rerata

$$\begin{aligned}
 \Delta\sigma'_{av} &= \frac{1}{6} (9,01 + 4 * 7,06 + 5,68) \\
 &= 7,15 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Pengecekan tipe tanah terkonsolidasi

$$\begin{aligned}
 \sigma'_o &= 231,24 \text{ kPa} \\
 \sigma'_c &= 176,58 \text{ kPa} \\
 \text{Cek} &= \sigma'_o > \sigma'_c \\
 &= \textit{Normally Consolidated ( NC )} \\
 \sigma'_o + \Delta\sigma'_{av} &= 231,24 + 7,15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 238,39 \text{ kPa} \\
\text{Cek} &= (\sigma'_o + \Delta'\sigma_{av}) > \sigma'_c \\
&= \textit{Normally Consolidated ( NC )} \\
\text{Penurunan akibat konsolidasi ( } S_c \text{ )} \\
S_c &= \frac{0,22 * 10,67}{1 + 1,1} * \log \left( \frac{231,24 + 238,39}{231,24} \right) \\
&= 1,48 \text{ cm} \\
&= 14,8 \text{ mm}
\end{aligned}$$

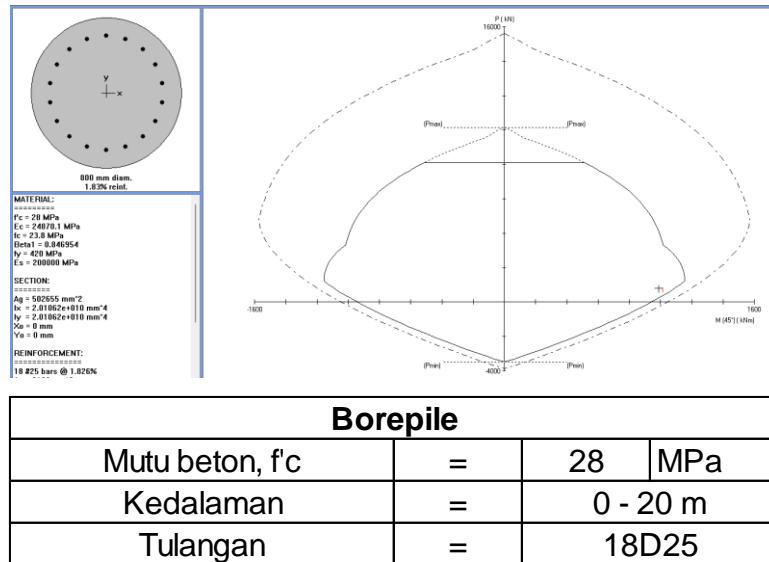
Berdasarkan perhitungan diatas maka nilai penurunan konsolidasi sebesar 14,8 mm. Kemudian penurunan total dari pondasi sebesar  $14,8 + 60,94 = 75,72$  mm. Nilai ini kurang dari batas ijin yaitu 15 cm ( SNI 8460 2017 ). Maka pondasi ini aman terhadap penurunan.

#### 4. Penulangan *Borepile*

Perhitungan kebutuhan penulangan borepile dibagi menjadi 2 segmen. Segmen 1 yang terdiri dari kedalaman 0 – 20 m kemudian segmen 2 yang berada pada kedalaman 20 – 30 m. Perhitungan menggunakan *software* SpColumn. Nilai momen yang terjadi sebagai berikut :

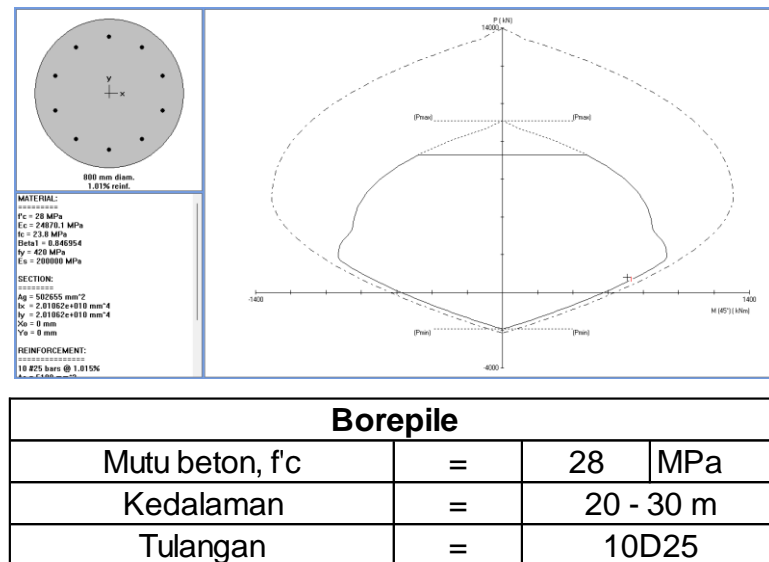
$$\begin{aligned}
&\text{Kedalaman 0 – 20 m} \\
\text{Gaya aksial} &= 800 \text{ kN} \\
M_x &= 700 \text{ kN.m} \\
M_y &= 700 \text{ kN.m} \\
&\text{Kedalaman 20 – 30 m} \\
\text{Gaya aksial} &= 800 \text{ kN} \\
M_x &= 500 \text{ kN.m} \\
M_y &= 500 \text{ kN.m}
\end{aligned}$$

Kemudian hasil perhitungan tulangan lentur borepile pada kedalaman 0 – 20 m seperti dibawah ini :



Gambar 5. 15 Perhitungan dan Rekap Tulangan Lentur Borepile Kedalaman 0 – 20 m

Berdasarkan gambar diatas dinilai bahwa gaya yang terjadi berada di dalam diagram interaksi. Kemudian hasil perhitungan tulangan lentur borepile pada kedalaman 20 – 30 m sebagai berikut :



Gambar 5. 16 Perhitungan dan Rekap Tulangan Lentur Borepile Kedalaman 20 – 30 m

Berdasarkan gambar diatas dinilai bahwa gaya yang terjadi berada di dalam diagram interaksi maka aman.

### 5.2.9 Analisis Biaya Borepile

Berdasarkan hal tersebut, data harga – harga yang dipergunakan bisa diketahui melalui Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Harga Barang Jasa

No	Uraian	Satuan	Harga	Sumber
<b>Tenaga Kerja</b>				
1.	Tukang	OH	138.800	Perwal Surabaya 2021
2.	Kepala Tukang	OH	143.300	Perwal Surabaya 2021
3.	Pekerja	OH	130.800	Perwal Surabaya 2021
4.	Mandor	OH	152.400	Perwal Surabaya 2021
<b>Tiang Pancang</b>				
5.	Tiang Pancang Spun Pile dia. 600 mm panjang 26 m (13+ 13 m) Kelas C	M	690,000	Harga Adhimix
6.	Jasa pancang dengan mesin jack in pile including handling	M	120,000	Beton Sarana Teknik
7.	Joint las	Titik	160,000	Beton Sarana Teknik
8.	Bobokan spun pile	Titik	120,000	Beton Sarana Teknik
9.	Mobilisasi dan demobilisasi alat pancang	Ls	100,000,000	Beton Sarana Teknik
<b>Pengeboran Borepile</b>				

Tabel 5. 19 Harga Barang Jasa

No	Uraian	Satuan	Harga	Sumber
	Pengeboran dengan preliminary casing Ø 800 mm	m	325,000	Penawaran PT.Global Sakti Perasa 2023
	Pengadaan dan aplikasi slurry stabilizer	M3	100,000	Penawaran PT.Global Sakti Perasa 2023
	Angkat besi	Kg	1,000	Penawaran PT.Global Sakti Perasa 2023
	Pipa tremi	M3	85,000	Penawaran PT.Global Sakti Perasa 2023
	Mobilisasi dan demobilisasi alat bor	Ls	95,000,000	Penawaran PT.Global Sakti Perasa 2023
<b>PDA Test</b>				
	PDA Test	Ttk	7,000,000	Imanuel Teknik Sentosa
	Mobilisasi dan akomodasi	Ls	3,000,000	Metro Pile
<b>Alat Berat</b>				
	Stamper (sewa)	Jam	31,250	Perwal Surabaya 2021
	Vibrator (Sewa)	Hari	36,875	Anekasewajasa.com
	Jack Hammer (Sewa)	Hari	108,700	Anekasewajasa.com
	Pompa beton long boom	Jam	3,100,000,000	Tokopedia-inreadymix
	Molen kapasitas 0,35 m3	Jam	26,400	Anekasewajasa.com
	Bar Cutter	Jam	36,875	Anekasewajasa.com
	Bar bender	Jam	36,875	Anekasewajasa.com
	Genset (sewa)	Jam	31,900	Anekasewajasa.com

Tabel 5. 19 Harga Barang Jasa

No	Uraian	Satuan	Harga	Sumber
	Mobil sedot lumpur kapasitas 3 m3	Jam	300,000	Perumda Palijaya

### 1. Rekapitulasi biaya pekerjaan pondasi *borepile*

Berdasarkan hasil perhitungan biaya *borepile* dari keseluruhan pekerjaan mulai dari pekerjaan persiapan, SMKK, Pekerjaan galian urugan, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan pilecape memiliki estimasi biaya yang bisa diketahui melalui tabel 5.20

Tabel 5. 20 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi *Borepile*

No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SAT.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
a	b	c	d	f	g=c x f
<b>GEDUNG</b>					
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Pembersihan lahan awal dan akhir	5,812.80	m2	15,226.20	88,506,855.36
2	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	295.60	m'	76,484.39	22,608,785.68
3	Air dan listrik kerja	3.00	bln	2,774,400.00	8,323,200.01
4	Direksi keet (sewa)	30.00	m2	885,071.41	26,552,142.15
5	Gudang (sewa)	18.00	m2	885,071.41	15,931,285.29
6	Papan nama proyek	1.00	unit	510,553.12	510,553.12
7	Pagar pengaman proyek (sewa)	319.60	m'	147,867.38	47,258,413.37
<b>B SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)</b>					
1	Penyiapan RKK	1.00	set	1,350,000.00	1,350,000.00
	- Pembuatan dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi				
	- Pembuatan prosedur dan instruksi kerja				
	- Penyiapan formulir				
2	Sosialisasi dan Promosi K3 terdiri dari :				
	- Induksi K3 (Safety Induction)	100.00	org	6,750.00	675,000.00
	- Papan informasi K3, uk. 2000 x 750 mm	1.00	bh	305,550.00	305,550.00
3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri, terdiri dari :				
a	Alat Pelindung Kerja, terdiri dari :				
	- Jaring pengaman	1.00	ls	13,500,000.00	13,500,000.00
b	Alat Pelindung Diri, terdiri dari :				
	- Topi pelindung	100.00	bh	28,500.00	2,850,000.00
	- Pelindung mata	20.00	psg	9,500.00	190,000.00
	- Tameng Muka	2.00	psg	128,250.00	256,500.00
	- Pelindung pernafasan dan mulut (masker habis pakai)	50.00	bh	35,844.00	1,792,200.00
	- Sarung tangan (habis pakai)	7,500.00	psg	900.00	6,750,000.00
	- Sepatu keselamatan	100.00	psg	76,500.00	7,650,000.00
	- Rompi keselamatan	100.00	bh	22,500.00	2,250,000.00
	- Penunjang seluruh tubuh (Full Body Harness)	10.00	bh	112,500.00	1,125,000.00
4	Fasilitas Sarana Kesehatan :				
	- Peralatan P3K (Kotak P3K, Tandu, Tabung Oksigen, Obal)	1.00	ls	225,000.00	225,000.00
5	Personel keselamatan konstruksi				
	- Petugas K3 konstruksi	7.00	OB	4,520,200.00	31,641,400.00
	- Ahli K3 konstruksi	1.00	OB	26,494,750.00	26,494,750.00
6	Rambu - Rambu :				
	- Rambu-Rambu proyek, uk. 2000 x 750	10.00	bh	67,500.00	675,000.00
	- Jalur evakuasi, uk. 2000 x 750	1.00	ls	315,000.00	315,000.00
7	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi				
	- Ahli Teknik Bangunan Gedung	14.00	OH	1,109,948.00	15,539,272.00
8	Lain - Lain Terkait Pengendalian Resiko K3 :				
	- Alat pemadam api ringan (sewa)	4.00	bh	115,575.00	462,300.00
	- Bendera K3, uk. 1350 x 900 mm	2.00	bh	23,275.00	46,550.00
<b>BIAYA PEKERJAAN PERSIAPAN &amp; SMKK</b>					<b>323,784,756.98</b>

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi  
*Borepile*

II.1 PEKERJAAN STRUKTUR					
A PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN					
1	Galian pondasi pilecape P1, sedalam s.d. 1 meter	2,947.41	m3	90,442.57	266,571,335.24
2	Galian pondasi pilecape P1, sedalam > 1 m s.d. 2 m	2,947.41	m3	108,434.70	319,601,519.13
3	Galian pondasi pilecape P2, sedalam s.d. 1 meter	136.90	m3	90,442.57	12,381,587.83
4	Galian pondasi pilecape P2, sedalam > 1 m s.d. 2 m	27.38	m3	108,434.70	2,968,942.09
5	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	237.98	m3	90,442.57	21,523,522.81
6	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	237.98	m3	108,434.70	25,805,289.91
7	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	237.98	m3	122,089.44	29,054,844.93
8	Galian pondasi pilecape P6, sedalam s.d. 1 meter	99.90	m3	90,442.57	9,035,212.74
9	Galian pondasi pilecape P6, sedalam > 1 m s.d. 2 m	39.96	m3	108,434.70	4,333,050.61
10	Galian pondasi pilecape P7, sedalam s.d. 1 meter	108.04	m3	90,442.57	9,771,415.26
11	Galian pondasi pilecape P7, sedalam > 1 m s.d. 2 m	43.22	m3	108,434.70	4,686,547.73
12	Galian pondasi pilecape P8, sedalam s.d. 1 meter	88.36	m3	90,442.57	7,991,505.49
13	Galian pondasi pilecape P8, sedalam > 1 m s.d. 2 m	35.34	m3	108,434.70	3,832,082.30
14	Galian pondasi pilecape P9, sedalam s.d. 1 meter	39.71	m3	90,442.57	3,591,474.45
15	Galian pondasi pilecape P9, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.91	m3	108,434.70	1,291,457.28
16	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	10.83	m3	90,442.57	979,493.03
17	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	10.83	m3	108,434.70	1,174,347.80
18	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	10.83	m3	122,089.44	1,322,228.64
19	Galian pondasi pilecape P9a, sedalam > 3 m	0.54	m3	134,137.74	72,434.38
20	Galian pondasi pilecape P10, sedalam s.d. 1 meter	53.82	m3	90,442.57	4,867,619.12
21	Galian pondasi pilecape P10, sedalam > 1 m s.d. 2 m	21.53	m3	108,434.70	2,334,599.09
22	Galian pondasi pilecape P11, sedalam s.d. 1 meter	7.22	m3	90,442.57	652,995.36
23	Galian pondasi pilecape P11, sedalam > 1 m s.d. 2 m	6.14	m3	108,434.70	665,789.06
24	Galian pondasi pilecape P12, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	90,442.57	996,677.12
25	Galian pondasi pilecape P12, sedalam > 1 m s.d. 2 m	3.31	m3	108,434.70	358,918.86
26	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	90,442.57	996,677.12
27	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.02	m3	108,434.70	1,194,950.39
28	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	11.02	m3	122,089.44	1,345,425.63
29	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 3 m	0.55	m3	134,137.74	73,775.76
30	Pasir urug bawah pilecape, tebal 100 mm	80.48	m3	287,641.86	23,149,416.89
31	Urugan kembali dan pemadatan bekas galian pondasi den	2,561.20	m3	97,306.00	249,220,127.20

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi  
*Borepile*

<b>B PEKERJAAN PONDASI</b>					
1	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P1)				
-	Pengeboran Borepile	14,280.00	m1	456,975.49	6,525,609,970.00
-	Pengecoran dengan pipa tremie	6,842.94	m3	93,500.00	639,814,890.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	6,842.94	m3	1,102,121.90	7,541,754,034.39
-	Besi tulangan	987,770.01	Kg	15,016.84	14,833,184,196.97
-	Buang lumpur galian pondasi	7,177.91	m3	45,678.93	327,879,248.44
-	Bobokan kepala borepile	476.00	titik	30,440.92	14,489,877.92
2	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P2)				
-	Pengeboran Borepile	1,200.00	m1	456,975.49	548,370,585.71
-	Pengecoran dengan pipa tremie	575.04	m3	93,500.00	53,766,240.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	575.04	m3	1,102,121.90	633,764,177.38
-	Besi tulangan	82,907.54	Kg	15,016.84	1,245,009,262.97
-	Buang lumpur galian pondasi	603.19	m3	45,678.93	27,553,073.79
-	Bobokan kepala borepile	40.00	titik	30,440.92	1,217,636.80
3	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P5a)				
-	Pengeboran Borepile	2,160.00	m1	456,975.49	987,067,054.29
-	Pengecoran dengan pipa tremie	1,035.07	m3	93,500.00	96,779,045.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	1,035.07	m3	1,102,121.90	1,140,773,315.03
-	Besi tulangan	149,411.09	Kg	15,016.84	2,243,682,432.76
-	Buang lumpur galian pondasi	1,085.73	m3	45,678.93	49,594,984.67
-	Bobokan kepala borepile	72.00	titik	30,440.92	2,191,746.24
4	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P6)				
-	Pengeboran Borepile	840.00	m1	456,975.49	383,859,410.00
-	Pengecoran dengan pipa tremie	402.53	m3	93,500.00	37,636,555.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	402.53	m3	1,102,121.90	443,637,128.41
-	Besi tulangan	58,052.49	Kg	15,016.84	871,764,953.93
-	Buang lumpur galian pondasi	422.23	m3	45,678.93	19,287,014.61
-	Bobokan kepala borepile	28.00	titik	30,440.92	852,345.76
5	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P7)				
-	Pengeboran Borepile	960.00	m1	456,975.49	438,696,468.57
-	Pengecoran dengan pipa tremie	460.03	m3	93,500.00	43,012,805.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	460.03	m3	1,102,121.90	507,009,137.66
-	Besi tulangan	66,345.09	Kg	15,016.84	996,293,601.32
-	Buang lumpur galian pondasi	482.55	m3	45,678.93	22,042,367.67
-	Bobokan kepala borepile	32.00	titik	30,440.92	974,109.44
6	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P8)				
-	Pengeboran Borepile	600.00	m1	456,975.49	274,185,292.86
-	Pengecoran dengan pipa tremie	287.52	m3	93,500.00	26,883,120.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	287.52	m3	1,102,121.90	316,882,088.69
-	Besi tulangan	41,465.86	Kg	15,016.84	622,686,185.08
-	Buang lumpur galian pondasi	301.59	m3	45,678.93	13,776,308.50
-	Bobokan kepala borepile	20.00	titik	30,440.92	608,818.40
7	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P9)				
-	Pengeboran Borepile	330.00	m1	456,975.49	150,801,911.07
-	Pengecoran dengan pipa tremie	158.14	m3	93,500.00	14,786,090.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	158.14	m3	1,102,121.90	174,289,557.27
-	Besi tulangan	22,803.46	Kg	15,016.84	342,435,910.27
-	Buang lumpur galian pondasi	165.88	m3	45,678.93	7,577,220.91
-	Bobokan kepala borepile	11.00	titik	30,440.92	334,850.12

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi

*Borepile*

8	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P9a)				
-	Pengeboran Borepile	90.00	m1	456,975.49	41,127,793.93
-	Pengecoran dengan pipa tremie	43.13	m3	93,500.00	4,032,655.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	43.13	m3	1,102,121.90	47,534,517.55
-	Besi tulangan	6,219.26	Kg	15,016.84	93,393,632.34
-	Buang lumpur galian pondasi	45.24	m3	45,678.93	2,066,514.79
-	Bobokan kepala borepile	3.00	titik	30,440.92	91,322.76
9	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P10)				
-	Pengeboran Borepile	300.00	m1	456,975.49	137,092,646.43
-	Pengecoran dengan pipa tremie	143.76	m3	93,500.00	13,441,560.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	143.76	m3	1,102,121.90	158,441,044.34
-	Besi tulangan	20,732.93	Kg	15,016.84	311,343,092.54
-	Buang lumpur galian pondasi	150.80	m3	45,678.93	6,888,382.64
-	Bobokan kepala borepile	10.00	titik	30,440.92	304,409.20
10	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P11)				
-	Pengeboran Borepile	60.00	m1	456,975.49	27,418,529.29
-	Pengecoran dengan pipa tremie	28.75	m3	93,500.00	2,688,125.00
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	28.75	m3	1,102,121.90	31,686,004.63
-	Besi tulangan	4,149.08	Kg	15,016.84	62,306,070.51
-	Buang lumpur galian pondasi	30.16	m3	45,678.93	1,377,676.53
-	Bobokan kepala borepile	2.00	titik	30,440.92	60,881.84
11	Test pembebanan PDA test	5.00	titik	7,700,000.00	38,500,000.00
12	Mobilisasi dan demobilisasi alat bor	1.00	ls	95,000,000.00	95,000,000.00
<b>D PEKERJAAN BETON</b>					
<b>LANTAI DASAR</b>					
<i>Catatan :</i>					
<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembongkaran bekisting</i>					
1	Rabat beton bawah pilecape, tebal 100 mm (1 pc : 3 ps :	80.48	m3	991,805.42	79,820,500.20
<b>PONDASI PILECAPE</b>					
2	Pilecape P1				
-	Bekisting dengan pasangan batako	458.64	m2	246,608.54	113,104,540.79
-	Besi tulangan	289,458.93	Kg	15,016.84	4,346,758,438.38
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	4,037.60	m3	1,514,550.00	6,115,147,080.00
3	Pilecape P2				
-	Bekisting dengan pasangan batako	79.20	m2	246,608.54	19,531,396.37
-	Besi tulangan	7,519.20	Kg	15,016.84	112,914,623.33
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	65.34	m3	1,514,550.00	98,960,697.00
4	Pilecape P5a				
-	Bekisting dengan pasangan batako	127.68	m2	246,608.54	31,486,978.39
-	Besi tulangan	27,901.14	Kg	15,016.84	418,986,955.20
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	307.19	m3	1,514,550.00	465,254,614.50
5	Pilecape P6				
-	Bekisting dengan pasangan batako	52.48	m2	246,608.54	12,942,016.18
-	Besi tulangan	11,704.59	Kg	15,016.84	175,765,955.30
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	69.17	m3	1,514,550.00	104,761,423.50

Lanjutan Tabel 5.20 Rekapitulas Estimasi Biaya Perhitungan Pekerjaan Pondasi  
*Borepile*

6	Pilecape P7				
	- Bekisting dengan pasangan batako	65.28	m2	246,608.54	16,098,605.49
	- Besi tulangan	8,745.85	Kg	15,016.84	131,335,030.11
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	72.86	m3	1,514,550.00	110,350,113.00
7	Pilecape P8				
	- Bekisting dengan pasangan batako	55.04	m2	246,608.54	13,573,334.04
	- Besi tulangan	4,235.73	Kg	15,016.84	63,607,279.69
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	59.17	m3	1,514,550.00	89,615,923.50
8	Pilecape P9				
	- Bekisting dengan pasangan batako	46.21	m2	246,608.54	11,395,780.63
	- Besi tulangan	1,823.31	Kg	15,016.84	27,380,354.54
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	17.33	m3	1,514,550.00	26,247,151.50
9	Pilecape P9a				
	- Bekisting dengan pasangan batako	12.61	m2	246,608.54	3,109,733.69
	- Besi tulangan	497.65	Kg	15,016.84	7,473,130.43
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	4.73	m3	1,514,550.00	7,163,821.50
10	Pilecape P10				
	- Bekisting dengan pasangan batako	30.80	m2	246,608.54	7,595,543.03
	- Besi tulangan	2,551.50	Kg	15,016.84	38,315,467.26
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	36.64	m3	1,514,550.00	55,493,112.00
11	Pilecape P11				
	- Bekisting dengan pasangan batako	15.01	m2	246,608.54	3,701,594.19
	- Besi tulangan	777.22	Kg	15,016.84	11,671,388.38
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	5.63	m3	1,514,550.00	8,526,916.50
12	Pilecape P12				
	- Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	246,608.54	2,382,238.50
	- Besi tulangan	503.44	Kg	15,016.84	7,560,077.93
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	1,514,550.00	8,587,498.50
13	Pilecape P12a				
	- Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	246,608.54	2,382,238.50
	- Besi tulangan	503.44	Kg	15,016.84	7,560,077.93
	- Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	1,514,550.00	8,587,498.50
	<b>BIAYA PEKERJAAN PONDASI</b>				<b>57,474,604,273.90</b>
	<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN FISIK</b>				<b>57,798,389,030.88</b>

### 5.2.10 Analisis Waktu Borepile

Analisis waktu untuk pekerjaan pondasi bored pile menunjukkan bahwa keseluruhan proses konstruksi memerlukan waktu total 180 hari. Kurva S yang terdapat pada lampiran memberikan gambaran visual mengenai timeline pekerjaan tersebut. Proses konstruksi terdiri dari beberapa tahapan utama.

Tahap pertama adalah pekerjaan persiapan yang memakan waktu 31 hari. Proses ini melibatkan penyediaan alat, bahan, dan personel proyek yang diperlukan serta pengaturan area kerja. Selanjutnya, pekerjaan galian dan urugan berlangsung selama 37 hari. Tahapan ini melibatkan penggalian tanah untuk pemasangan pondasi dan pengurugan kembali setelah pondasi dipasang. Pekerjaan pondasi bored pile membutuhkan waktu 127 hari untuk diselesaikan. Durasi ini mencerminkan kompleksitas pekerjaan tersebut, termasuk pengeboran tanah, pembesian dan pengecoran boredpile yang dihitung berdasarkan SE-DJBK-NO-68-2024-LAMPIRAN-IV-SDA mengenai jenis pekerjaan pengeboran pondasi tiang bor. Urutan pekerjaan pengeboran pondasi tiang bor mulai dari pengeboran dan pembuangan tanah yang tidak terpakai, pemasangan casing, pemasangan tulangan, hingga pengecoran campuran beton. Jenis alat yang digunakan yaitu Bored pile Machine (hidraulik) auger diameter 80 cm.

1. Perhitungan waktu pekerjaan *boredpile* dengan mengacu ke SE-DJBK-NO-68-2024-LAMPIRAN-IV-SDA

Produktivitas pekerjaan pengecoran berdasarkan SE-DJBK-NO-68-2024-LAMPIRAN-IV-SDA bisa diketahui melalui Gambar 5.17.

<b>b. Bored Pile Machine (Hidraulik) Auger ø 30 - 80 cm</b>	E.06.b	0,80	m'	
Kapasitas Produksi Bor Auger (menerus)	C	22,38	m'/jam	Bor auger 100 HP, D= 0,8 m'
Faktor Efisiensi Alat (Tabel 4)	Fa	0,83		Pemeliharaan mesin baik
<b>Waktu Siklus</b>	Ts			
- Penggeseran dan Setup ttk Bor	T.1	8,00	menit	
- Pengeboran dan Pembuangan tanah	T.2	13,40	menit	pengeboran= H/C*60
- Pemasangan Casing	T.3	6,28	menit	30 detik/m2 casing
- Pemasangan tulangan	T.4	12,57	menit	5 menit/m3 pondasi
- Pengecoran	T.5	7,54	menit	3 menit/m3 pondasi
- Lain-lain	T.6	1,00	menit	Waktu tunggu
	Ts2	48,79	menit	
Kap. Produksi/jam = [D / (Ts/60)]	Q.1	6,1484	m'/jam	
<b>Koefisien Alat/m'</b> = 1 / Q.1		<b>0,1626</b>	jam	
<b>Koefisien Tenaga kerja/ m'</b>				
- Pekerja : ( Tk x P ) : Q.1'		0,1626	jam	Dibantu 1T+1P
- Tukang batu : ( Tk x T ) : Q.1'		0,1626	jam	
- Mandor : ( Tk x M ) : Q.1'		0,0163	jam	

Gambar 5. 17 produktivitas pekerjaan pengecoran berdasarkan SE-DJBK-NO-68-2024-LAMPIRAN-IV-SDA

Berdasarkan Gambar 5.17 maka didapatkan hasil sebagai berikut.

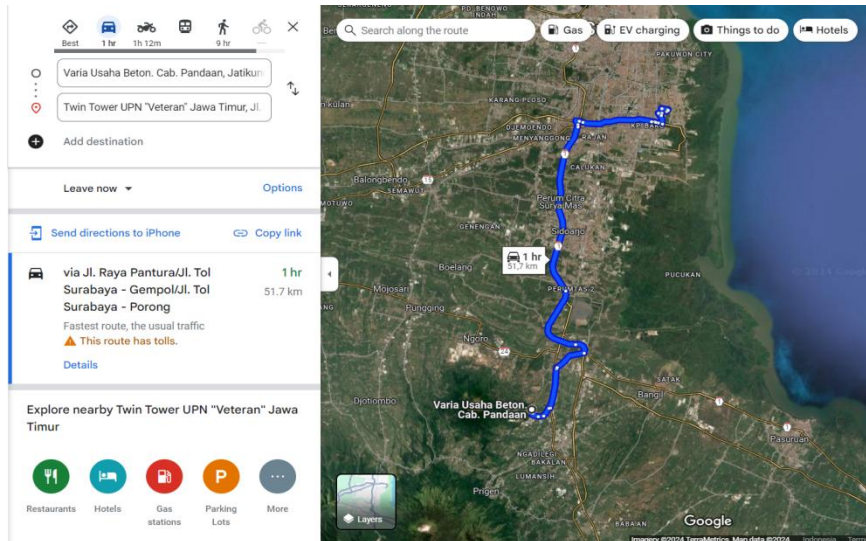
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,83
- Waktu Siklus (Ts) = 48,79 menit
- Penggeseran dan setup titik bor (T.1) = 8 menit
- Pengeboran dan Pembuangan tanah (T.2) = 13,4 menit
- Pemasangan Cassing (T.3) = 6,28 menit
- Pemasangan tulangan (T.4) = 12,57 menit
- Pengecoran (T.5) = 7,54 menit
- Lain-lain (T.6) = 1 menit
- Kap. Produksi/Jam (Q.1) =  $D/(Ts/60)$   
= 6,1484 m<sup>3</sup>/jam
- Kedalaman pondasi = 30 m
- Total jumlah tiang = 258 buah
- Total volume = 7740 m<sup>3</sup>
- Waktu total pekerjaan boredpile = 1258.86 jam  
= 157,358 hari kerja

2. Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran berdasarkan hasil penelitian
  - a. Analisa Jarak tempat pengecoran dengan batching plant

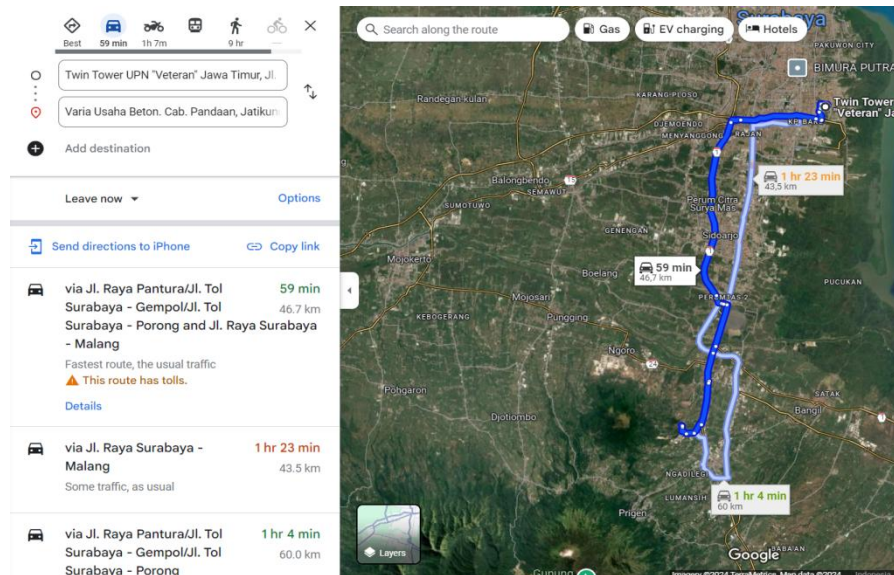


Gambar 5. 18 Lokasi Pengecoran Beton *Ready Mix*

Gambar 5.18 memperlihatkan lokasi pengecoran beton *ready mix* untuk pekerjaan *borepile*, dimana kondisi disekitar lokasi pengecoran tersebut sangat memungkinkan dilalui oleh truck mixer berkapasitas  $7m^3$  yang membawa beton *ready mix* dari *batching plant*. Sehingga pemilihan *truck mixer pump* dirasa tepat dan sesuai dengan kondisi jalan yang ada di lokasi sebagai akses keluar masuknya *truck*. Area atau lokasi pengecoran perlu diatur sedemikian rupa agar nantinya tidak terjadi kemacetan yang menimbulkan permasalahan pada proses pengecoran. Beton *ready mix* yang dipakai merupakan produksi dari varia usaha beton yang memiliki jarak antara *batching plant* dengan proyek bisa diketahui melalui gambar 5.19.



(a)



(b)

Gambar 5. 19 (a) Gambar jarak *truck mixer* dari *batching plant* ke proyek (b) Gambar jarak *truck mixer* dari proyek ke *batching plant*

Dapat dilihat pada gambar 5.19 terdapat perbedaan jarak pada saat waktu ke proyek dan setelah dari proyek karena memikirkan kondisi jalan di area sekitar lokasi proyek yaitu jarak tempuh dari *batching plant* menuju ke proyek berkisar 51,7 km

sedangkan jarak tempuh dari proyek ke *batching plant* berkisar 46,7 km. dengan kecepatan truck mixer waktu bermuatan sekitar 30 km/jam sedangkan kecepatan waktu tidak bermuatan sekitar 40 km/jam menurut . Dari data tersebut didapat waktu tempuh dari *batching plant* ke proyek berkisar 103,4 menit sedangkan, waktu tempuh dari proyek ke *batching plant* berkisar 70,05 menit.

b. Volume Beton

Dengan menggunakan pondasi *boredpile* berdiameter 80 cm kedalaman 30 meter maka didapat volume beton satu tiang adalah 15,08 m<sup>3</sup>. volume total beton *boredpile* adalah 6593,11 m<sup>3</sup>.

c. Waktu penakaran *Batching Plant*

Waktu yang dibutuhkan oleh Jawat, Rahadiani, Armaeni (2018) selama melaksanakan penelitian bisa diketahui melalui Tabel 5.21 berikut,.

Tabel 5. 21 Waktu Penakaran *batching plant*

No	Tahap penakaran	waktu penakaran (menit)	Waktu memasukkan ke dalam mixer (menit)	Waktu total (menit)
1	Tahap 1	1.3	5.38	7.08
2	Tahap 2	1.3	5.43	7.13
3	Tahap 3	1.3	5.41	7.11

Waktu yang diperlukan selama proses pengecoran (penakaran/penimbangan, pengadukan material, dan penuangan material ke *truck mixer*) yaitu sebesar 7,11 menit. Produktivitas *batching plant* bisa diukur menggunakan persamaan  $= (V \times Fa \times 60)/(1000 \times Ts) = (15,08 \times 0,83 \times 60)/(1000 \times 7,11) = 0,11 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

d. Perhitungan produktivitas *truck concrete pump*

produktivitas merupakan rasio diantara masukan atau input dan kegiatan atau output, dimana masukan yang dimaksud yaitu waktu dan kegiatan (output) yang

dimaksud yaitu luasan segmen untuk setiap area pengecoran. Waktu didalam perhitungan pengecoran mencakup waktu total, efektif dan delay.

waktu delay adalah waktu yang terbuang karena berbagai faktor, seperti penundaan pengiriman material, masalah cuaca, atau peralatan yang tidak berfungsi. waktu total mencakup seluruh durasi dari awal hingga akhir proses pengecoran. Waktu efektif ialah waktu yang digunakan selama proses pengecoran. Ini mencakup waktu di mana semua proses berjalan secara optimal tanpa gangguan.

berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jawat, Rahadiani, Armaeni (2018) didapatkan hasil yang bisa diketahui dalam Tabel 5.22.

Tabel 5. 22 Waktu Siklus *truck Concrete Pump*

No	Tahap penakaran	Waktu efektif (menit)	Waktu delay (menit)	Waktu total (menit)
1	Tahap 1	7.26	3.2	10.47
2	Tahap 2	7.05	3.07	10.12
3	Tahap 3	7.15	3.45	10.6
Waktu total siklus				31.19 menit

Sesudah memperoleh waktu siklus pengecoran, maka berikutnya bisa dihitung produktivitas alat dengan persamaan berikut = volume/waktu total. Produktivitas =  $15,08 \text{ m}^3/31,19 \text{ menit} = 0,484 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

e. Perhitungan produktivitas *truck mixer*

perhitungan terhadap produktivitas *truck mixer* bisa dilakukan sesudah penetapan atau penentuan siklus *truck mixer* yang dimulai dari *blatching plant* sampai dengan lokasi pengecoran dan ulangi dari awal yaitu *blatching plant* begitu seterusnya hingga waktu yang ditentukan. Berdasarkan lokasi yang ada dan penelitian yang telah dilakukan oleh Jawat, Rahadiani, Armaeni (2018) diperoleh hasil seperti Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Waktu Siklus *Truck Mixer*

No	Truck	Waktu muat beton ke truck mixer (menit)	Waktu angkut ke lokasi proyek (menit)	Waktu tunggu (menit)	Waktu tuang ke concrete pump (menit)	Waktu kembali ke pabrik beton (menit)	Waktu tunggu untuk dimuati (menit)	Waktu total (menit)
1	Truck 1	5.38	103.4	3.28	6.47	70.05	3	191.58
2	Truck 2	5.43	103.4	4.09	6.23	70.05	4.14	193.34
3	Truck 3	5.41	103.4	4.21	6.13	70.05	3.38	192.58

577.5 menit

sesudah waktu siklus *truck mixer* didapatkan, berikutnya bisa diukur produktivitas *truck mixer* tersebut. jika perawatan mesin *truck mixer* dilaksanakan secara optimal serta mampu digunakan dengan baik saat proses pengecoran, maka didapatkan efisiensi *truck mixer* yaitu sebesar 075 yang relevan terhadap tabel. produktivitas dari *truck mixer* dihitung memakai persamaan  $P = (60 \times 0,75 / 577,5) \times 3 = 0,234 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

f. Perhitungan Durasi

- Perhitungan durasi *truck concrete pump*

besarnya waktu (d) pekerjaan pengecoran satu tiang *boredpile* bisa dihitung:  $d = 15,08 / 0,483 = 31,22$  menit atau 0,52 jam. Sehingga, disimpulkan bawah durasi waktu yang diperlukan *truck concrete pump* guna bisa menuntaskan seluruh pengecoran beton *ready mix* satu tiang *boredpile* dengan volume  $15,08 \text{ m}^3$  ialah sebanyak 31,22 menit.

- Perhitungan durasi *truck mixer*

besarnya waktu (d) pekerjaan pengecoran satu tiang *boredpile* bisa dihitung:  $d = 15,08 / 0,234 = 64,48$  menit atau 1,07 jam Sehingga, disimpulkan bawah durasi waktu yang diperlukan *truck mixer* guna bisa menuntaskan seluruh pengecoran beton *ready mix* pada satu tiang *boredpile* dengan volume  $15,08 \text{ m}^3$  ialah sebanyak 1,07 jam

Berdasarkan hasil perhitungan manual didapatkan waktu pekerjaan pengecoran per  $\text{m}^3$  adalah  $64,5 \text{ menit} / 15,08 \text{ m}^3 = 4,28$  menit. Kemudian untuk waktu pengerjaan pengecoran per  $\text{m}^3$  berdasarkan SE yaitu 3 menit. Pada penelitian kali ini penggunaan durasi pekerjaan untuk *boredpile* yang dipakai adalah SE.

Uji PDA (Pile Driving Analyzer) dilakukan selama 60 hari setelah pemasangan pondasi untuk mengevaluasi kualitas dan daya dukung pondasi tiang borepile yang telah dipasang. Tahap terakhir adalah pekerjaan pilecap yang berlangsung selama 44 hari.



### 5.2.11 Jumlah Tiang Pondasi dan Penulangan Pilecap

Analisis perbandingan jumlah tiang pondasi dan penulangan pilecap antara desain awal dengan desain setelah dilakukan redesain menunjukkan adanya perbedaan signifikan. Desain awal menggunakan spun pile dengan jumlah tiang dan penulangan pilecap tertentu. Setelah dilakukan redesain dengan metode bored pile, terjadi perubahan dalam jumlah tiang pondasi dan penulangan pilecap.

Perubahan ini dapat disebabkan oleh kebutuhan struktural yang berbeda antara spun pile dan bored pile. Borepile memungkinkan penyesuaian yang lebih fleksibel terhadap kondisi tanah, sehingga mungkin memerlukan perubahan dalam jumlah tiang dan konfigurasi pilecap. Penulangan pilecap pada desain borepile mungkin dirancang untuk mengakomodasi distribusi beban yang berbeda, mengingat perilaku struktur yang khas dari borepile.

Perubahan jumlah tiang pondasi dan penulangan pilecap perlu dievaluasi dengan hati-hati untuk memastikan kekuatan, stabilitas, dan efisiensi struktur yang diinginkan. Selain itu, pemilihan metode yang tepat juga bergantung pada kondisi tanah dan kebutuhan spesifik dari proyek.

Contoh perhitungan dari penulangan pilecap pada pondasi *borepile* F2 sebagai berikut :

Data perhitungan

Kuat tekan beton, $F'_c$	=	30 MPa
Tengan leleh, $F_y$	=	420 Mpa
Berat volume beton, $W_c$	=	24 kN/m <sup>3</sup>
Jarak tiang ke tepi, $a$	=	1 m
Tebal pilecap, $h$	=	0,6 m
Lebar pilecap x, $L_x$	=	4,4 m
Lebar pilecap y, $L_y$	=	4,4 m
Lebar kolom x, $b_x$	=	0,95 m
Lebar kolom y, $b_y$	=	0,95 m

$$\begin{aligned} \text{Tebal tanah, } z &= 0 \\ \text{Posisi kolom, } as &= 40 \\ \text{Gaya aksial kolom} &= 796,992 \text{ kN} \\ \text{Gaya aksial tiang} &= 400 \text{ kN} \\ \text{Faktor reduksi kuat} &= 0,75 \end{aligned}$$

geser,

$$\text{Faktor reduksi lentur, } = 0,8$$

Tinjauan Geser 1 Arah Terpendek

$$\text{Lebar pilecap terpendek, } = 4,4 \text{ m}$$

$l_p$

$$d' = 0,1 \text{ m}$$

$$d = h - d' = 0,5 \text{ m}$$

$$c = (l_p - b - d) / 2 = 1,475 \text{ m}$$

$$W_1 = c * l_y * h * w_c = 93,456 \text{ kN}$$

$$W_2 = c * l_y * z * w_s = 0 \text{ kN}$$

$$V_u = 3 * p_{\text{umax}} - W_1 - W_2 = 1106,54 \text{ kN}$$

Kuat geser minimum pilecap

$$\begin{aligned} V_{c1} &= [1 + 2 / bc] * \sqrt{f_c'} * b * d / 6 \\ &= 6024,95 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c2} &= [as * d / b + 2] * \sqrt{f_c'} * b * d / 12 \\ &= 6572,67 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c3} &= 1 / 3 * \sqrt{f_c'} * b * d \\ &= 4016,63 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$0,75 * V_c = 3012,47$$

$$\text{Cek} = \text{AMAN}$$

Tinjauan Geser 2 Arah

$$\text{Lebar pilecap terpendek, } = 4,4 \text{ m}$$

$l_p$

$$\begin{aligned}
d' &= 0,1 \text{ m} \\
d = h - d' &= 0,5 \text{ m} \\
B = b + d &= 1,45 \text{ m} \\
\text{Gaya aksial kolom} &= 796,992 \text{ kN} \\
A_p = 2 * (2 * B) * d &= 2,9 \text{ m}^2 \\
b_p = 4 * B &= 5,8 \text{ m} \\
\text{Tegangan geser minimum pilecap} & \\
F1 &= [ 1 + 2 / b_c ] * \sqrt{f_c'} / 6 \\
&= 2,74 \text{ MPa} \\
F2 &= [ a_s * d / b_p + 2 ] * \sqrt{f_c'} / 12 \\
&= 2,49 \text{ MPa} \\
F3 &= 1 / 3 * \sqrt{f_c'} \\
&= 1,83 \text{ MPa} \\
0,75 * V_{np} = 0,75 * A_p * f_p &= 3970,99 \text{ kN} \\
f_p & \\
\text{Cek} &= \text{AMAN} \\
\text{Pembesian Pilecap} & \\
\text{Tulangan lentur} & \\
\text{Lebar pilecap terpendek, } l_p &= 4,4 \text{ m} \\
l_p & \\
c = (L - b) / 2 &= 1,725 \text{ m} \\
e = c - a &= 0,725 \text{ m} \\
W_1 = c * L * h * w_c &= 109,296 \text{ kN} \\
M_u &= 3 * p_{u_{\max}} * e - W_1 * c / 2 \\
&= 775,732 \text{ kN.m} \\
\text{Rasio seimbang} &= \beta_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / ( 600 + f_y ) \\
&= 0,03036
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot [1 - 0,5 \cdot 0,75 \cdot \rho_b \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c')] \\
&= 7,76953 \\
M_n = M_u / \phi &= 969,665 \text{ kN.m} \\
R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2) &= 0,88151 \\
R_n < R_{\max} &= \text{AMAN} \\
\rho_b &= 0,85 \cdot f_c' / f_y \cdot [1 - \{1 - 2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f_c')\}^{0,5}] \\
&= 0,00214 \\
\rho_{\min} &= 0,0025 \\
A_s = \rho \cdot b \cdot d &= 5500 \text{ mm}^2 \\
S = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot b / A_s &= 226,823 \text{ mm}^2 \\
\text{Tulangan pakai} &= \text{D19 - 100} \\
\text{Tulangan susut} & \\
\rho_{\min} &= 0,0014 \\
A_s = \rho \cdot b \cdot d &= 3080 \text{ mm}^2 \\
S = \pi / 4 \cdot D^2 \cdot b / A_s &= 189 \text{ mm}^2 \\
\text{Tulangan pakai} &= \text{D13 - 180}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka tulangan lentur pada pilecap yaitu memakai D19-100 sedangkan tulangan susutnya yaitu D13-180.

### 5.2.12 Keadaan lapangan

Keadaan lapangan yang meliputi kapasitas daya dukung dan penurunan yang terjadi ditampilkan melalui Tabel 5.24.

Tabel 5. 24 Keadaan Lapangan

Keterangan	<i>Spunpile</i>	<i>Borepile</i>
Daya Dukung Ijin	97 ton	-
Penurunan	59,89 mm	60,94 mm

### 5.2.13 Tinjauan Biaya

Biaya adalah faktor penting dalam proyek konstruksi, dan analisis menunjukkan perbedaan biaya yang cukup besar antara spun pile dan bored pile. Biaya spun pile tercatat sebesar Rp 45,903,011,000, sedangkan biaya bored pile mencapai Rp 64,156,212,000. Terdapat selisih biaya sebesar Rp 18,253,201,000. atau 33,17%, dengan spun pile lebih murah dibandingkan bored pile.

Selisih biaya ini mungkin disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk metode dan bahan yang digunakan dalam konstruksi, kompleksitas pemasangan tiang pondasi, serta biaya tenaga kerja. Spun pile cenderung lebih ekonomis karena proses pemasangannya lebih sederhana dan lebih cepat, sementara bored pile memerlukan teknik dan peralatan khusus yang bisa lebih mahal.

Perbedaan biaya yang signifikan ini harus dipertimbangkan dalam konteks anggaran proyek. Proyek-proyek yang memiliki batasan anggaran ketat mungkin lebih memilih metode spun pile, sementara proyek yang membutuhkan fleksibilitas atau spesifikasi struktural tertentu mungkin lebih memilih bored pile.

### 5.2.14 Tinjauan Waktu Pelaksanaan

Analisis waktu pelaksanaan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara spun pile dan bored pile. Metode spun pile membutuhkan waktu 108 hari untuk menyelesaikan konstruksi, sedangkan metode bored pile memakan waktu 180 hari.

Terdapat selisih waktu sebesar 72 hari kerja atau 40%, dengan spun pile lebih cepat dibandingkan bored pile.

Durasi waktu yang lebih lama untuk bored pile mungkin disebabkan oleh tingkat kesulitan dan kompleksitas pemasangan tiang bored pile, termasuk waktu yang dibutuhkan untuk pengeboran, pembuangan lumpur galian pondasi, serta pembesian dan pengecoran tiang.

Waktu pelaksanaan yang lebih lama dapat mempengaruhi jadwal proyek secara keseluruhan dan potensi penundaan. Hal ini dapat berdampak pada biaya proyek jika tidak dikelola dengan baik. Proyek dengan tenggat waktu ketat mungkin lebih memilih metode spun pile karena waktu pelaksanaannya yang lebih cepat.

Pembahasan ini menggambarkan perbedaan yang jelas antara spun pile dan bored pile dalam hal jumlah tiang pondasi, biaya, dan waktu pelaksanaan. Setiap metode mempunyai kekurangan dan kelebihan, yang harus dipertimbangkan secara cermat dalam perencanaan dan pengambilan keputusan proyek. Pemilihan metode yang tepat akan sangat bergantung pada kebutuhan spesifik proyek, kondisi tanah, dan anggaran yang tersedia.

### 5.2.15 Rekapitulasi Perbandingan *Spunpile* dan *Borepile*

Hasil rekapitulasi dari perbandingan *spunpile* dan *borepile* ditunjukkan melalui tabel 5.25

Tabel 5. 25 Rekapitulasi Perbandingan

Keterangan	<i>Spunpile</i>	<i>Borepile</i>
Daya dukung ijin layan	95,15 ton	94 ton
Daya dukung ijin gempap rencana	123,7 ton	122,2 ton
Daya dukung ijin gempap kuat	148, 44 ton	146,63 ton
Penurunan	70,72 mm	75,72 mm

Biaya	Rp 45.903.011.000,-	Rp 64.156.212.000,-
Waktu	108 hari	180 hari
Diameter	600 mm	800 mm
Kedalaman	35 m	30 m
Jumlah tiang pondasi raft	389	258
Volume beton pondasi	2.139,64 m <sup>3</sup>	9.975,91 m <sup>3</sup>

Terlihat bahwa pondasi *spunpile* mempunyai keunggulan yang lebih banyak dari *borepile*.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilaksanakan terkait perbandingan antara jumlah tiang, biaya tiang pancang, dan estimasi waktu pelaksanaan diantara pondasi *Bored Pile* dan *Spun Pile* (tiang pancang) pada proyek pembangunan Gedung Universitas Pembangunan Nasional di Jawa Timur, maka bisa diambil kesimpulan seperti dibawah ini.

1. Berdasarkan hasil analisis perbandingan jumlah tiang pondasi tiang pancang dan penulangan pilecap pada desain awal dengan jumlah tiang pondasi *Borepile* dengan penulangan pilecap setelah dilakukan redesain pondasi proyek yaitu jumlah tiang pondasi *spun pile* sebanyak 389 buah dan pondasi *borepile* sebanyak 258 buah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah tiang pondasi *boredpile* lebih sedikit dibandingkan dengan *spun pile*.
2. Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya *Spun Pile* (tiang pancang) adalah Rp 45,903,011,000 sedangkan pada pondasi yang menggunakan tiang *BorePile* yaitu sebesar Rp 64,156,212,000. Terdapat selisih sebesar Rp 18,253,201,000 atau sebanyak 33,17 % sehingga dapat disimpulkan bahwa pondasi tiang pancang memiliki harga yang lebih rendah dibandingkan harga pemakaian pondasi *Bore Pile*.
3. Berdasarkan hasil analisis perbandingan waktu pelaksanaan *Spun Pile* (tiang pancang) dan penulangan *pile cap* pada desain awal memperoleh estimasi hari yaitu selama 108 hari kerja, sedangkan waktu pelaksanaan pondasi *Borepile* membutuhkan estimasi waktu yang lebih lama yaitu sebesar 180 hari kerja. Berdasarkan hal tersebut maka secara estimasi waktu terdapat selisih 72 hari kerja, dimana pekerjaan tiang pancang lebih cepat dibandingkan pekerjaan pondasi *borepile* dengan selisih sebanyak 40% atau 72 hari kerja.

4. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, pemilihan pondasi yang tepat untuk digunakan pada proyek ini adalah *spunpile* dikarenakan kondisi tanah dan kondisi lapangan yang memungkinkan untuk dilakukan penetrasi *Spunpile*. Selain itu pondasi *spunpile* juga lebih efisien dan efektif jika dibandingkan dengan *borepile* dari aspek biaya maupun waktu pelaksanaan.

## **6.2 Saran**

Hal penting yang perlu disampaikan dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan rujukan untuk penelitian berikutnya yaitu seperti dibawah ini.

1. Jumlah titik pondasi yang telah diteliti perlu diperbanyak sehingga dapat dilihat perbandingan yang signifikan antara harga dan waktu dari jenis pondasi dalam yang lebih baik
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis perhitungan pondasi dari perspektif yang berbeda seperti menambahkan perhitungan dimensi, dan kedalaman tiang pondasi.
3. Masing – masing jenis alat pancang memiliki tingkat produktivitas yang berbeda, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan perhitungan perbandingan penggunaan alat pancang yang efektif untuk karakteristik jenis tanah tertentu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2002. *Prosedur penelitian : Suatu pendekatan praktek*. Edisi revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Baru, Salonten, Ilham, dan Hermawan (2022). *Optimalisasi Biaya Produksi Pada Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Universitas Palangka Raya*.
- Cresswell, J. W. (2012). *Research Design Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed*. Cetakan Ke dua. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.
- Joseph E. Bowles. *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi Keempat Jilid I.
- Kuswaya dan Ma'arif (2020). *Analisis Optimalisasi Pondasi Dalam Pada Crude Oil Storage Tank*.
- Leedy, D. (1997). *Practical Research: Planning and design*. Prentice-Hall.
- Lincoln, Yvonna S & Egon G. Guba (1985). *Naturalistic Inquiry*. California: Sage
- Megasari, Yanti, Zainuri, dan Hidayat (2022). *Analisis Redesain Pondasi Mini Pile Berbentuk Persegi Pada Gedung Pengadilan Negeri Pulau Punjung*.
- Mulyana, D. (2013). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Prasetyo dan Asyifa (2021). *Redesain Fondasi Tiang Pancang ke Fondasi Bore Pile*.
- SNI 1726 (2019). *Tata Cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan nongedung*.
- SNI 1727 (2020). *Beban Desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan Gedung dan struktur lain*.
- SNI 2052 (2017). *Baja tulangan beton*.

SNI 2847 (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung dan penjelasan.*

SNI 8460 (2017). *Persyaratan Perencanaan Geoteknik.*

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Bandung: CV.Afabeta

Yin, R. K. (2012). *Studi Kasus Desain dan Metode.* Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

Yin, R. K. (2013). *Studi Kasus Desain dan Metode.* Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada

# LAMPIRAN

## LAMPIRAN I DAYA DUKUNG SPUN PILE

### REKAPITULASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG SPUN PILE BEBAN LAYAN

Dimensi Tiang :  m

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	2,5	2,5	0,00
-15,00	4	Lempung	5,09	9,42	14,51	2,5	2,5	5,81
-17,50	4	Lempung	5,09	18,85	23,94	2,5	2,5	9,58
-20,00	16	Lempung	20,36	37,70	58,06	2,5	2,5	23,22
-22,50	24	Lempung	30,54	65,97	96,51	2,5	2,5	38,60
-25,00	24	Lempung	30,54	94,25	124,78	2,5	2,5	49,91
-27,50	24	Lempung	30,54	122,52	153,06	2,5	2,5	61,22
-30,00	24	Lempung	30,54	150,80	181,33	2,5	2,5	72,53
-32,50	24	Lempung	30,54	179,07	209,61	2,5	2,5	83,84
-35,00	24	Lempung	30,54	207,35	237,88	2,5	2,5	95,15

### REKAPITULASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG SPUN PILE BEBAN LAYAN + GEMPA NOMINAL

Dimensi Tiang :  m

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,92	1,92	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,92	1,92	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,92	1,92	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,92	1,92	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,92	1,92	0,00
-15,00	4	Lempung	5,09	9,42	14,51	1,92	1,92	7,55
-17,50	4	Lempung	5,09	18,85	23,94	1,92	1,92	12,45
-20,00	16	Lempung	20,36	37,70	58,06	1,92	1,92	30,19
-22,50	24	Lempung	30,54	65,97	96,51	1,92	1,92	50,19
-25,00	24	Lempung	30,54	94,25	124,78	1,92	1,92	64,89
-27,50	24	Lempung	30,54	122,52	153,06	1,92	1,92	79,59
-30,00	24	Lempung	30,54	150,80	181,33	1,92	1,92	94,29
-32,50	24	Lempung	30,54	179,07	209,61	1,92	1,92	109,00
-35,00	24	Lempung	30,54	207,35	237,88	1,92	1,92	123,70

**REKAPITULASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG SPUN PILE BEBAN LAYAN +  
GEMPA KUAT**

Dimensi Tiang : 0,6 m

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-15,00	4	Lempung	5,09	9,42	14,51	1,60	1,60	9,06
-17,50	4	Lempung	5,09	18,85	23,94	1,60	1,60	14,94
-20,00	16	Lempung	20,36	37,70	58,06	1,60	1,60	36,23
-22,50	24	Lempung	30,54	65,97	96,51	1,60	1,60	60,22
-25,00	24	Lempung	30,54	94,25	124,78	1,60	1,60	77,87
-27,50	24	Lempung	30,54	122,52	153,06	1,60	1,60	95,51
-30,00	24	Lempung	30,54	150,80	181,33	1,60	1,60	113,15
-32,50	24	Lempung	30,54	179,07	209,61	1,60	1,60	130,79
-35,00	24	Lempung	30,54	207,35	237,88	1,60	1,60	148,44

Rekap daya dukung pondasi *spunpile* kedalaman 35 m diameter 60 cm :

Beban layan → **95,15 ton**

Beban layan + gempa nominal → **123,7 ton**

Beban layan + gempa kuat → **148,44 ton**

## LAMPIRAN II DAYA DUKUNG BOREPILE

### REKAPITULASI DAYA DUKUNG TIANG BORE PILE BEBAN LAYAN

Dimensi Tiang : **0,8** m

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	2,5	2,5	<b>0,00</b>
-5,00	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	2,5	2,5	<b>0,00</b>
-7,50	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	2,5	2,5	<b>0,00</b>
-10,00	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	2,5	2,5	<b>0,00</b>
-12,50	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	2,5	2,5	<b>0,00</b>
-15,00	<b>4</b>	Lempung	<b>9,05</b>	<b>12,57</b>	21,61	2,5	2,5	<b>8,65</b>
-17,50	<b>4</b>	Lempung	<b>9,05</b>	<b>25,13</b>	34,18	2,5	2,5	<b>13,67</b>
-20,00	<b>16</b>	Lempung	<b>36,19</b>	<b>52,02</b>	88,22	2,5	2,5	<b>35,29</b>
-22,50	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>84,19</b>	138,48	2,5	2,5	<b>55,39</b>
-25,00	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>116,36</b>	170,65	2,5	2,5	<b>68,26</b>
-27,50	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>148,53</b>	202,82	2,5	2,5	<b>81,13</b>
-30,00	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>180,70</b>	234,99	2,5	2,5	<b>94,00</b>

### REKAPITULASI DAYA DUKUNG TIANG BORE PILE BEBAN LAYAN + GEMPA NOMINAL

Dimensi Tiang : **0,8** m

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	1,92	1,92	<b>0,00</b>
-5,00	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	1,92	1,92	<b>0,00</b>
-7,50	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	1,92	1,92	<b>0,00</b>
-10,00	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	1,92	1,92	<b>0,00</b>
-12,50	<b>0</b>	Lempung	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	0,00	1,92	1,92	<b>0,00</b>
-15,00	<b>4</b>	Lempung	<b>9,05</b>	<b>12,57</b>	21,61	1,92	1,92	<b>11,24</b>
-17,50	<b>4</b>	Lempung	<b>9,05</b>	<b>25,13</b>	34,18	1,92	1,92	<b>17,77</b>
-20,00	<b>16</b>	Lempung	<b>36,19</b>	<b>52,02</b>	88,22	1,92	1,92	<b>45,87</b>
-22,50	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>84,19</b>	138,48	1,92	1,92	<b>72,01</b>
-25,00	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>116,36</b>	170,65	1,92	1,92	<b>88,74</b>
-27,50	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>148,53</b>	202,82	1,92	1,92	<b>105,47</b>
-30,00	<b>24</b>	Lempung	<b>54,29</b>	<b>180,70</b>	234,99	1,92	1,92	<b>122,20</b>

**REKAPITULASI DAYA DUKUNG TIANG BORE PILE BEBAN LAYAN + GEMPA KUAT**

Dimensi Tiang : 0,8 m

Kedalaman	Nilai	Jenis Tanah	Q <sub>p</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>ult</sub>	SF ujung	SF friksi	Q izin
m	N-SPT		Ton	Ton	Ton			Ton
-2,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-5,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-7,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-10,00	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-12,50	0	Lempung	0,00	0,00	0,00	1,60	1,60	0,00
-15,00	4	Lempung	9,05	12,57	21,61	1,60	1,60	13,49
-17,50	4	Lempung	9,05	25,13	34,18	1,60	1,60	21,33
-20,00	16	Lempung	36,19	52,02	88,22	1,60	1,60	55,05
-22,50	24	Lempung	54,29	84,19	138,48	1,60	1,60	86,41
-25,00	24	Lempung	54,29	116,36	170,65	1,60	1,60	106,49
-27,50	24	Lempung	54,29	148,53	202,82	1,60	1,60	126,56
-30,00	24	Lempung	54,29	180,70	234,99	1,60	1,60	146,63

Rekap daya dukung pondasi *borepile* kedalaman 30 m diameter 80 cm :

Beban layan → **94 ton**

Beban layan + gempa nominal → **122,2 ton**

Beban layan + gempa kuat → **146,63 ton**

**LAMPIRAN III PENULANGAN PILECAP PONDASI SPUNPILE**

<b>Tipe pondasi</b>	<b>=</b>	<b>P1</b>	
Tebal pilecap	=	1.4	m
Mutu beton, f'c	=	30	Mpa
Lebar PileCap Arah-X	=	42.9	m
Lebar PileCap Arah-Y	=	29.6	m
Tulangan Arah-X	=	D22 - 100	
Tulangan Arah-Y	=	D22 - 100	
Tulangan Susut Arah-X	=	D16 - 100	
Tulangan Susut Arah-Y	=	D16 - 100	

<b>Tipe pondasi</b>	<b>=</b>	<b>P2</b>	
Tebal pilecap	=	0.6	m
Mutu beton, f'c	=	30	Mpa
Lebar PileCap Arah-X	=	3.3	m
Lebar PileCap Arah-Y	=	3.3	m
Tulangan Arah-X	=	D19 - 100	
Tulangan Arah-Y	=	D19 - 100	
Tulangan Susut Arah-X	=	D13 - 180	
Tulangan Susut Arah-Y	=	D13 - 180	

**LAMPIRAN IV PENULANGAN PILECAP PONDASI BOREPILE**

<b>Tipe pondasi</b>	<b>=</b>	<b>P1</b>	
Tebal pilecap	=	1,4	m
Mutu beton, f'c	=	28	Mpa
Lebar PileCap Arah-X	=	45,6	m
Lebar PileCap Arah-Y	=	30	m
Tulangan Arah-X	=	D22 - 100	
Tulangan Arah-Y	=	D22 - 100	
Tulangan Susut Arah-X	=	D16 - 100	
Tulangan Susut Arah-Y	=	D16 - 100	

<b>Tipe pondasi</b>	<b>=</b>	<b>P2</b>	
Tebal pilecap	=	0,6	m
Mutu beton, f'c	=	28	Mpa
Lebar PileCap Arah-X	=	3,3	m
Lebar PileCap Arah-Y	=	3,3	m
Tulangan Arah-X	=	D19 - 100	
Tulangan Arah-Y	=	D19 - 100	
Tulangan Susut Arah-X	=	D13 - 180	
Tulangan Susut Arah-Y	=	D13 - 180	

## LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE

RENCANA ANGGARAN BIAYA		REKAPITULASI			
NO.		SUB TOTAL	JUMLAH	BOBOT (%)	JUMLAH KESELURUHAN
<b>A</b>	<b>PONDASI SPUN PILE</b>				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN DAN SMKK		Rp 323,784,756.98	0.783%	
	- Pekerjaan persiapan	Rp 209,691,234.98			
	- Sistem manajemen keselamatan konstruksi (SMKK)	Rp 114,093,522.00			
II	PEKERJAAN STRUKTUR		Rp 41,030,279,083.13	99.217%	
	- Pekerjaan galian dan urugan	Rp 878,799,655.35			
	- Pekerjaan pondasi	Rp 40,151,479,427.78			
<b>JUMLAH HARGA :</b>				100.00%	<b>Rp 41,354,063,840.11</b>
<b>PPN 11 % :</b>					<b>Rp 4,548,947,022.41</b>
<b>JUMLAH TOTAL TERMASUK PPN (A):</b>					<b>Rp 45,903,010,862.53</b>
<b>JUMLAH TOTAL SELURUH PEKERJAAN (DIBULATKAN) :</b>					<b>Rp 45,903,011,000.00</b>
<b>Terbilang :</b>		<b>Empat Puluh Lima Milyar Sembilan Ratus Tiga Juta Sebelas Ribu Rupiah</b>			

## LANJUTAN LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE

RENCANA ANGGARAN BIAYA		<b>RAB</b>						
		RENCANA ANGGARAN BIAYA				No	-	
						Tanggal	-	
						Lokasi	-	
						Owner	-	
No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SAT.	KODE	REF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)	BOBOT
a	b	c	d	e	e	f	g=c x f	h
<b>GEDUNG</b>								
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>								
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>								
1	Pembersihan lahan awal dan akhir	5,812.80	m2	A.06	1.1.3.1	15,226.20	88,506,855.36	0.21%
2	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	295.60	m'	A.01	1.1.4.2	76,484.39	22,608,785.68	0.05%
3	Air dan listrik kerja	3.00	bln	A.02	Survey Pasar	2,774,400.00	8,323,200.01	0.02%
4	Direksi keet (sewa)	30.00	m2	A.03	1.1.2.3	885,071.41	26,552,142.15	0.06%
5	Gudang (sewa)	18.00	m2	A.03	1.1.2.3	885,071.41	15,931,285.29	0.04%
6	Papan nama proyek	1.00	unit	A.05	1.1.2.2	510,553.12	510,553.12	0.00%
7	Pagar pengamanan proyek (sewa)	319.60	m'	A.04	1.1.1.2	147,867.38	47,258,413.37	0.11%
<b>B SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)</b>								
1	Penyiapan RKK	1.00	set	BN	Survey Pasar	1,350,000.00	1,350,000.00	0.00%
	- Pembuatan dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi							
	- Pembuatan prosedur dan instruksi kerja							
	- Penyiapan formulir							
2	Sosialisasi dan Promosi K3 terdiri dari :							
	- Induksi K3 (Safety Induction)	100.00	org	BN	Survey Pasar	6,750.00	675,000.00	0.00%
	- Papan informasi K3, uk. 2000 x 750 mm	1.00	bh	BN	Survey Pasar	305,550.00	305,550.00	0.00%
3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri, terdiri dari :							
a	Alat Pelindung Kerja, terdiri dari :							
	- Jaring pengamanan	1.00	ls	BN	Survey Pasar	13,500,000.00	13,500,000.00	0.03%
b	Alat Pelindung Diri, terdiri dari :							
	- Topi pelindung	100.00	bh	BN	Survey Pasar	28,500.00	2,850,000.00	0.01%
	- Pelindung mata	20.00	psg	BN	Survey Pasar	9,500.00	190,000.00	0.00%
	- Tameng Muka	2.00	psg	BN	Survey Pasar	128,250.00	256,500.00	0.00%
	- Pelindung pernafasan dan mulut (masker habis pakai)	50.00	bh	BN	Survey Pasar	35,844.00	1,792,200.00	0.00%
	- Sarung tangan (habis pakai)	7,500.00	psg	BN	Survey Pasar	900.00	6,750,000.00	0.02%
	- Sepatu keselamatan	100.00	psg	BN	Survey Pasar	76,500.00	7,650,000.00	0.02%
	- Rompi keselamatan	100.00	bh	BN	Survey Pasar	22,500.00	2,250,000.00	0.01%
	- Penunjang seluruh tubuh (Full Body Harness)	10.00	bh	BN	Survey Pasar	112,500.00	1,125,000.00	0.00%
4	Fasilitas Sarana Kesehatan :							
	- Peralatan P3K (Kotak P3K, Tandu, Tabung Oksigen, Oba	1.00	ls	BN	Survey Pasar	225,000.00	225,000.00	0.00%
5	Personel keselamatan konstruksi							
	- Petugas K3 konstruksi	7.00	OB	-	Survey Pasar	4,520,200.00	31,641,400.00	0.08%
	- Ahli K3 konstruksi	1.00	OB	-	Survey Pasar	26,494,750.00	26,494,750.00	0.06%
6	Rambu - Rambu :							
	- Rambu-Rambu proyek, uk. 2000 x 750	10.00	bh	BN	Survey Pasar	67,500.00	675,000.00	0.00%
	- Jalur evakuasi, uk. 2000 x 750	1.00	ls	BN	Survey Pasar	315,000.00	315,000.00	0.00%
7	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi							
	- Ahli Teknik Bangunan Gedung	14.00	OH	-		1,109,948.00	15,539,272.00	0.04%
8	Lain - Lain Terkait Pengendalian Resiko K3 :							
	- Alat pemadam api ringan (sewa)	4.00	bh	BN	Survey Pasar	115,575.00	462,300.00	0.00%
	- Bendera K3, uk. 1350 x 900 mm	2.00	bh	BN	Survey Pasar	23,275.00	46,550.00	0.00%
<b>BIAYA PEKERJAAN PERSIAPAN &amp; SMKK</b>							<b>323,784,756.98</b>	
<b>II.1 PEKERJAAN STRUKTUR</b>								
<b>A PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN</b>								
1	Galian pondasi pilecape P1b, sedalam s.d. 1 meter	1,144.99	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	103,555,838.22	0.25%
2	Galian pondasi pilecape P1b, sedalam > 1 m s.d. 2 m	1,144.99	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	124,156,647.15	0.30%
3	Galian pondasi pilecape P1c, sedalam s.d. 1 meter	1,144.99	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	103,555,838.22	0.25%
4	Galian pondasi pilecape P1c, sedalam > 1 m s.d. 2 m	1,144.99	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	124,156,647.15	0.30%
5	Galian pondasi pilecape P4, sedalam s.d. 1 meter	54.76	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	4,952,635.13	0.01%
6	Galian pondasi pilecape P4, sedalam > 1 m s.d. 2 m	10.95	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,187,359.97	0.00%
7	Galian pondasi pilecape P4a, sedalam s.d. 1 meter	27.38	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	2,476,317.57	0.01%
8	Galian pondasi pilecape P4a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	27.38	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	2,968,942.09	0.01%
9	Galian pondasi pilecape P4a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	26.01	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	3,175,546.33	0.01%

## LANJUTAN LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE

10	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	237.98	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	21,523,522.81	0.05%
11	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	237.98	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	25,805,289.91	0.06%
12	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	237.98	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	29,054,844.93	0.07%
13	Galian pondasi pilecape P6, sedalam s.d. 1 meter	99.90	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	9,035,212.74	0.02%
14	Galian pondasi pilecape P6, sedalam > 1 m s.d. 2 m	39.96	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	4,333,050.61	0.01%
15	Galian pondasi pilecape P7, sedalam s.d. 1 meter	108.04	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	9,771,415.26	0.02%
16	Galian pondasi pilecape P7, sedalam > 1 m s.d. 2 m	43.22	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	4,686,547.73	0.01%
17	Galian pondasi pilecape P8, sedalam s.d. 1 meter	88.36	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	7,991,505.49	0.02%
18	Galian pondasi pilecape P8, sedalam > 1 m s.d. 2 m	35.34	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	3,832,082.30	0.01%
19	Galian pondasi pilecape P9, sedalam s.d. 1 meter	39.71	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	3,591,474.45	0.01%
20	Galian pondasi pilecape P9, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.91	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,291,457.28	0.00%
21	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	10.83	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	979,493.03	0.00%
22	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	10.83	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,174,347.80	0.00%
23	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	10.83	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	1,322,228.64	0.00%
24	Galian pondasi pilecape P9a, sedalam > 3 m	0.54	m3	B.01.9	Analisa standar	134,137.74	72,434.38	0.00%
25	Galian pondasi pilecape P10, sedalam s.d. 1 meter	53.82	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	4,867,619.12	0.01%
26	Galian pondasi pilecape P10, sedalam > 1 m s.d. 2 m	21.53	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	2,334,599.09	0.01%
27	Galian pondasi pilecape P11, sedalam s.d. 1 meter	7.22	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	652,995.36	0.00%
28	Galian pondasi pilecape P11, sedalam > 1 m s.d. 2 m	6.14	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	665,789.06	0.00%
29	Galian pondasi pilecape P12, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	996,677.12	0.00%
30	Galian pondasi pilecape P12, sedalam > 1 m s.d. 2 m	3.31	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	358,918.86	0.00%
31	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	996,677.12	0.00%
32	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.02	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,194,950.39	0.00%
33	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	11.02	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	1,345,425.63	0.00%
34	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 3 m	0.55	m3	B.01.9	Analisa standar	134,137.74	73,775.76	0.00%
35	Galian pondasi pilecape P13, sedalam s.d. 1 meter	33.65	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	3,043,392.48	0.01%
36	Galian pondasi pilecape P13, sedalam > 1 m s.d. 2 m	6.73	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	729,765.53	0.00%
37	Galian pondasi pilecape P13a, sedalam s.d. 1 meter	33.65	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	3,043,392.48	0.01%
38	Galian pondasi pilecape P13a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	33.65	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	3,648,827.66	0.01%
39	Galian pondasi pilecape P13a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	31.97	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	3,903,199.40	0.01%
40	Pasir urug bawah pilecape, tebal 100 mm	196.23	m3	B.03.3	1.3.1.3	287,641.86	56,443,962.19	0.14%
41	Urug kembali dan pematatan bekas galian pondasi dan	2,053.82	m3	B.03.7	Analisa Standar	97,306.00	199,849,008.92	0.48%
<b>B PEKERJAAN PONDASI</b>								
1	Pondasi spun pile (Pilecape P1b), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	11,725.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	9,166,253,250.00	22.17%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	11,725.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	1,547,700,000.00	3.74%
-	Las joint	670.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	117,920,000.00	0.29%
-	Bobokan spun pile	335.00	titik	BN	Survey Pasar	120,000.00	40,200,000.00	0.10%
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	42.10	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	46,535,235.00	0.11%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	5,441.71	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	81,717,288.40	0.20%
-	Multiplek 16 mm	42.10	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	4,157,248.70	0.01%
2	Pondasi spun pile (Pilecape P1c), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton f'c 52 Mpa	11,725.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	9,166,253,250.00	22.17%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	11,725.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	1,547,700,000.00	3.74%
-	Las joint	670.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	117,920,000.00	0.29%
-	Bobokan spun pile	335.00	titik	BN	Survey Pasar	120,000.00	40,200,000.00	0.10%
-	Beton mutu f'c 28 Mpa tanpa pompa beton	42.10	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	46,535,235.00	0.11%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	5,441.71	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	81,717,288.40	0.20%
-	Multiplek 16 mm	42.10	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	4,157,248.70	0.01%

## LANJUTAN LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE

3	Pondasi spun pile (Pilecape P4), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	560.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	437,791,200.00	1.06%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	560.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	73,920,000.00	0.18%
-	Las joint	32.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	5,632,000.00	0.01%
-	Bobokan spun pile	16.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	1,920,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	2.01	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	2,221,753.50	0.01%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	259.81	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	3,901,525.20	0.01%
-	Multiplek 16 mm	2.01	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	198,481.47	0.00%
4	Pondasi spun pile (Pilecape P4a), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	280.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	218,895,600.00	0.53%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	280.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	36,960,000.00	0.09%
-	Las joint	16.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	2,816,000.00	0.01%
-	Bobokan spun pile	8.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	960,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	1.01	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	1,116,403.50	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	130.55	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	1,960,448.46	0.00%
-	Multiplek 16 mm	1.01	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	99,734.47	0.00%
5	Pondasi spun pile (Pilecape P5a), L= 37 m (12+12+13)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	2,664.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	2,082,635,280.00	5.04%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	2,664.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	351,648,000.00	0.85%
-	Las joint	144.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	25,344,000.00	0.06%
-	Bobokan spun pile	72.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	8,640,000.00	0.02%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	9.05	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	10,003,417.50	0.02%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	1,169.77	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	17,566,248.93	0.04%
-	Multiplek 16 mm	9.05	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	893,660.35	0.00%
6	Pondasi spun pile (Pilecape P6), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	980.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	766,134,600.00	1.85%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	980.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	129,360,000.00	0.31%
-	Las joint	56.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	9,856,000.00	0.02%
-	Bobokan spun pile	28.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	3,360,000.00	0.01%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	3.52	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	3,890,832.00	0.01%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	454.98	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	6,832,361.86	0.02%
-	Multiplek 16 mm	3.52	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	347,589.44	0.00%
7	Pondasi spun pile (Pilecape P7), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	1,120.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	875,582,400.00	2.12%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	1,120.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	147,840,000.00	0.36%
-	Las joint	64.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	11,264,000.00	0.03%
-	Bobokan spun pile	32.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	3,840,000.00	0.01%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	4.02	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	4,443,507.00	0.01%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	519.61	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,802,900.23	0.02%
-	Multiplek 16 mm	4.02	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	396,962.94	0.00%
8	Pondasi spun pile (Pilecape P8), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	700.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	547,239,000.00	1.32%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	700.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	92,400,000.00	0.22%
-	Las joint	40.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	7,040,000.00	0.02%
-	Bobokan spun pile	20.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	2,400,000.00	0.01%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	2.51	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	2,774,428.50	0.01%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	324.43	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	4,871,913.40	0.01%
-	Multiplek 16 mm	2.51	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	247,854.97	0.00%
9	Pondasi spun pile (Pilecape P9), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	385.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	300,981,450.00	0.73%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	385.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	50,820,000.00	0.12%
-	Las joint	22.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	3,872,000.00	0.01%
-	Bobokan spun pile	11.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	1,320,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	1.38	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	1,525,383.00	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	178.37	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	2,678,553.75	0.01%
-	Multiplek 16 mm	1.38	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	136,270.86	0.00%
10	Pondasi spun pile (Pilecape P9a), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	105.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	82,085,850.00	0.20%

## LANJUTAN LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE

-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	105.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	13,860,000.00	0.03%
-	Las joint	6.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	1,056,000.00	0.00%
-	Bobokan spun pile	3.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	360,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	0.38	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	420,033.00	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	49.12	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	737,627.18	0.00%
-	Multiplek 16 mm	0.38	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	37,523.86	0.00%
11	Pondasi spun pile (Pilecape P10), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	350.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	273,619,500.00	0.66%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	350.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	46,200,000.00	0.11%
-	Las joint	20.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	3,520,000.00	0.01%
-	Bobokan spun pile	10.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	1,200,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	1.26	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	1,392,741.00	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	162.86	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	2,445,642.56	0.01%
-	Multiplek 16 mm	1.26	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	124,421.22	0.00%
12	Pondasi spun pile (Pilecape P11), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	70.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	54,723,900.00	0.13%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	70.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	9,240,000.00	0.02%
-	Las joint	4.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	704,000.00	0.00%
-	Bobokan spun pile	2.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	240,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	0.25	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	276,337.50	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	32.31	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	485,194.10	0.00%
-	Multiplek 16 mm	0.25	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	24,686.75	0.00%
13	Pondasi spun pile (Pilecape P13), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	280.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	218,895,600.00	0.53%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	280.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	36,960,000.00	0.09%
-	Las joint	16.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	2,816,000.00	0.01%
-	Bobokan spun pile	8.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	960,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	1.01	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	1,116,403.50	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	130.55	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	1,960,448.46	0.00%
-	Multiplek 16 mm	1.01	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	99,734.47	0.00%
14	Pondasi spun pile (Pilecape P13a), L= 35 m (12+12+11)							
-	Spun pile, uk. Ø 600 mm, mutu beton fc 52 Mpa	280.00	m1	A.16	Survey Pasar	781,770.00	218,895,600.00	0.53%
-	Jasa pancang dengan mesin jack-in pile	280.00	m'	A.17	Survey Pasar	132,000.00	36,960,000.00	0.09%
-	Las joint	16.00	titik	A.18	Survey Pasar	176,000.00	2,816,000.00	0.01%
-	Bobokan spun pile	8.00	ttk	BN	Survey Pasar	120,000.00	960,000.00	0.00%
-	Beton mutu fc 28 Mpa tanpa pompa beton	1.01	m3	D.02.16	Analisa Standar	1,105,350.00	1,116,403.50	0.00%
-	Stek angkur besi dia. 7D16 mm dan sengkang dia. 8-120	130.55	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	1,960,448.46	0.00%
-	Multiplek 16 mm	1.01	m2	D.04.18.A	Analisa Standar	98,747.00	99,734.47	0.00%
7	Test pembebanan PDA test	5.00	titik	A.15	Survey Pasar	7,700,000.00	38,500,000.00	0.09%
8	Mobilisasi dan demobilisasi alat pancang	1.00	ls	BN	Survey Pasar	100,000,000.00	100,000,000.00	0.24%
<b>D PEKERJAAN BETON</b>								
<b>LANTAI DASAR</b>								
<i>Catatan :</i>								
<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pemboakanan bekisting.</i>								
1	Rabat beton bawah pilecape, tebal 100 mm (1 pc : 3 ps :	196.23	m3	D.02.01	2.2.1.5.1	991,805.42	194,621,977.57	0.47%
<b>PONDASI PILECAPE</b>								
2	Pilecape P1b							
-	Bekisting dengan pasangan batako	229.32	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	56,552,270.39	0.14%
-	Besi tulangan	118,303.37	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	1,776,542,778.75	4.30%
-	Beton ready mix fc 28 MPa	1,556.90	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	2,358,002,895.00	5.70%
3	Pilecape P1c							
-	Bekisting dengan pasangan batako	229.32	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	56,552,270.39	0.14%
-	Besi tulangan	118,303.37	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	1,776,542,778.75	4.30%
-	Beton ready mix fc 28 MPa	1,556.90	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	2,358,002,895.00	5.70%
4	Pilecape P4							
-	Bekisting dengan pasangan batako	31.68	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	7,812,558.55	0.02%
-	Besi tulangan	3,008.14	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	45,172,757.08	0.11%

## LANJUTAN LAMPIRAN V RAB PEKERJAAN PONDASI SPUN PILE

-	Beton ready mix f'c 28 MPa	26.14	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	39,590,337.00	0.10%
5	Pilecape P4a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	15.84	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	3,906,279.27	0.01%
-	Besi tulangan	1,504.07	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	22,586,378.54	0.05%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	13.07	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	19,795,168.50	0.05%
6	Pilecape P5a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	127.68	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	31,486,978.39	0.08%
-	Besi tulangan	27,901.14	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	418,986,955.20	1.01%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	307.19	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	465,254,614.50	1.13%
7	Pilecape P6							
-	Bekisting dengan pasangan batako	52.48	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	12,942,016.18	0.03%
-	Besi tulangan	11,704.59	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	175,765,955.30	0.43%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	69.17	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	104,761,423.50	0.25%
8	Pilecape P7							
-	Bekisting dengan pasangan batako	65.28	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	16,098,605.49	0.04%
-	Besi tulangan	8,745.85	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	131,335,030.11	0.32%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	72.86	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	110,350,113.00	0.27%
9	Pilecape P8							
-	Bekisting dengan pasangan batako	55.04	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	13,573,334.04	0.03%
-	Besi tulangan	4,235.73	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	63,607,279.69	0.15%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	59.17	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	89,615,923.50	0.22%
10	Pilecape P9							
-	Bekisting dengan pasangan batako	46.21	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	11,395,780.63	0.03%
-	Besi tulangan	1,823.31	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	27,380,354.54	0.07%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	17.33	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	26,247,151.50	0.06%
11	Pilecape P9a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	12.61	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	3,109,733.69	0.01%
-	Besi tulangan	497.65	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,473,130.43	0.02%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	4.73	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	7,163,821.50	0.02%
12	Pilecape P10							
-	Bekisting dengan pasangan batako	30.80	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	7,595,543.03	0.02%
-	Besi tulangan	2,551.50	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	38,315,467.26	0.09%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	36.64	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	55,493,112.00	0.13%
13	Pilecape P11							
-	Bekisting dengan pasangan batako	15.01	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	3,701,594.19	0.01%
-	Besi tulangan	777.22	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	11,671,388.38	0.03%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.63	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	8,526,916.50	0.02%
14	Pilecape P12							
-	Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	2,382,238.50	0.01%
-	Besi tulangan	503.44	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,560,077.93	0.02%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	8,587,498.50	0.02%
15	Pilecape P12a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	2,382,238.50	0.01%
-	Besi tulangan	503.44	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,560,077.93	0.02%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	8,587,498.50	0.02%
16	Pilecape P13							
-	Bekisting dengan pasangan batako	18.48	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	4,557,325.82	0.01%
-	Besi tulangan	1,927.06	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	28,938,351.69	0.07%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	16.40	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	24,838,620.00	0.06%
17	Pilecape P13a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	18.48	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	4,557,325.82	0.01%
-	Besi tulangan	1,927.06	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	28,938,351.69	0.07%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	16.40	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	24,838,620.00	0.06%
<b>BIAYA PEKERJAAN PONDASI</b>							<b>41,030,279,083.13</b>	
<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN FISIK</b>							<b>41,354,063,840.11</b>	

## LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE

RENCANA ANGGARAN BIAYA PONDASI TWIN TOWER UPN JAWA TIMUR		REKAPITULASI		No	:
				Tanggal	:
				Lokasi	:
				Owner	:
NO.		SUB TOTAL	JUMLAH	BOBOT (%)	JUMLAH KESELURUHAN
<b>A</b>	<b>PONDASI SPUN PILE</b>				
I	PEKERJAAN PERSIAPAN DAN SMKK		Rp 323,784,756.98	0.560%	
	- Pekerjaan persiapan	Rp 209,691,234.98			
	- Sistem manajemen keselamatan konstruksi (SMKK)	Rp 114,093,522.00			
II	PEKERJAAN STRUKTUR		Rp 57,474,604,273.90	99.440%	
	- Pekerjaan galian dan urugan	Rp 1,011,845,263.25			
	- Pekerjaan pondasi	Rp 56,462,759,010.65			
<b>JUMLAH HARGA :</b>				100.00%	<b>Rp 57,798,389,030.88</b>
<b>PPN 11 % :</b>					<b>Rp 6,357,822,793.40</b>
<b>JUMLAH TOTAL TERMASUK PPN (A):</b>					<b>Rp 64,156,211,824.27</b>
<b>JUMLAH TOTAL SELURUH PEKERJAAN (DIBULATKAN) :</b>					<b>Rp 64,156,212,000.00</b>
<b>Terbilang :</b>		<b>Empat Puluh Lima Milyar Sembilan Ratus Tiga Juta Sebelas Ribu Rupiah</b>			

## LANJUTAN LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE

RENCANA ANGGARAN BIAYA PONDASI TWIN TOWER UPN JAWA TIMUR		<b>RAB</b> RENCANA ANGGARAN BIAYA				No	:	
						Tanggal	:	
						Lokasi	:	
						Owner	:	
No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME	SAT.	KODE	REF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)	BOBOT
a	b	c	d	e	e	f	g=c x f	h
<b>GEDUNG</b>								
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>								
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>								
1	Pembersihan lahan awal dan akhir	5,812.80	m2	A.06	1.1.3.1	15,226.20	88,506,855.36	0.15%
2	Pengukuran dan pemasangan bouwplank	295.60	m'	A.01	1.1.4.2	76,484.39	22,608,785.68	0.04%
3	Air dan listrik kerja	3.00	bin	A.02	Survey Pasar	2,774,400.00	8,323,200.01	0.01%
4	Direksi keet (sewa)	30.00	m2	A.03	1.1.2.3	885,071.41	26,552,142.15	0.05%
5	Gudang (sewa)	18.00	m2	A.03	1.1.2.3	885,071.41	15,931,285.29	0.03%
6	Papan nama proyek	1.00	unit	A.05	1.1.2.2	510,553.12	510,553.12	0.00%
7	Pagar pengamanan proyek (sewa)	319.60	m'	A.04	1.1.1.2	147,867.38	47,258,413.37	0.08%
<b>B SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)</b>								
1	Penyiapan RKK	1.00	set	BN	Survey Pasar	1,350,000.00	1,350,000.00	0.00%
	- Pembuatan dokumen Rencana Keselamatan Konstruksi							
	- Pembuatan prosedur dan instruksi kerja							
	- Penyiapan formulir							
2	Sosialisasi dan Promosi K3 terdiri dari :							
	- Induksi K3 (Safety Induction)	100.00	org	BN	Survey Pasar	6,750.00	675,000.00	0.00%
	- Papan informasi K3, uk. 2000 x 750 mm	1.00	bh	BN	Survey Pasar	305,550.00	305,550.00	0.00%
3	Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri, terdiri dari :							
a	Alat Pelindung Kerja, terdiri dari :							
	- Jaring pengamanan	1.00	ls	BN	Survey Pasar	13,500,000.00	13,500,000.00	0.02%
b	Alat Pelindung Diri, terdiri dari :							
	- Topi pelindung	100.00	bh	BN	Survey Pasar	28,500.00	2,850,000.00	0.00%
	- Pelindung mata	20.00	psg	BN	Survey Pasar	9,500.00	190,000.00	0.00%
	- Tameng Muka	2.00	psg	BN	Survey Pasar	128,250.00	256,500.00	0.00%
	- Pelindung pernafasan dan mulut (masker habis pakai)	50.00	bh	BN	Survey Pasar	35,844.00	1,792,200.00	0.00%
	- Sarung tangan (habis pakai)	7,500.00	psg	BN	Survey Pasar	900.00	6,750,000.00	0.01%
	- Sepatu keselamatan	100.00	psg	BN	Survey Pasar	76,500.00	7,650,000.00	0.01%
	- Rompi keselamatan	100.00	bh	BN	Survey Pasar	22,500.00	2,250,000.00	0.00%
	- Penunjang seluruh tubuh (Full Body Harness)	10.00	bh	BN	Survey Pasar	112,500.00	1,125,000.00	0.00%
4	Fasilitas Sarana Kesehatan :							
	- Peralatan P3K (Kotak P3K, Tandu, Tabung Oksigen, Obal	1.00	ls	BN	Survey Pasar	225,000.00	225,000.00	0.00%
5	Personel keselamatan konstruksi							
	- Petugas K3 konstruksi	7.00	OB	-	Survey Pasar	4,520,200.00	31,641,400.00	0.05%
	- Ahli K3 konstruksi	1.00	OB	-	Survey Pasar	26,494,750.00	26,494,750.00	0.05%
6	Rambu - Rambu :							
	- Rambu-Rambu proyek, uk. 2000 x 750	10.00	bh	BN	Survey Pasar	67,500.00	675,000.00	0.00%
	- Jalur evakuasi, uk. 2000 x 750	1.00	ls	BN	Survey Pasar	315,000.00	315,000.00	0.00%
7	Konsultasi dengan Ahli terkait Keselamatan Konstruksi							
	- Ahli Teknik Bangunan Gedung	14.00	OH	-		1,109,948.00	15,539,272.00	0.03%
8	Lain - Lain Terkait Pengendalian Resiko K3 :							
	- Alat pemadam api ringan (sewa)	4.00	bh	BN	Survey Pasar	115,575.00	462,300.00	0.00%
	- Bendera K3, uk. 1350 x 900 mm	2.00	bh	BN	Survey Pasar	23,275.00	46,550.00	0.00%
<b>BIAYA PEKERJAAN PERSIAPAN &amp; SMKK</b>							<b>323,784,756.98</b>	

## LANJUTAN LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE

II.1 PEKERJAAN STRUKTUR								
A PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN								
1	Galian pondasi pilecape P1, sedalam s.d. 1 meter	2,947.41	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	266,571,335.24	0.46%
2	Galian pondasi pilecape P1, sedalam > 1 m s.d. 2 m	2,947.41	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	319,601,519.13	0.55%
3	Galian pondasi pilecape P2, sedalam s.d. 1 meter	136.90	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	12,381,587.83	0.02%
4	Galian pondasi pilecape P2, sedalam > 1 m s.d. 2 m	27.38	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	2,968,942.09	0.01%
5	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	237.98	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	21,523,522.81	0.04%
6	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	237.98	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	25,805,289.91	0.04%
7	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	237.98	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	29,054,844.93	0.05%
8	Galian pondasi pilecape P6, sedalam s.d. 1 meter	99.90	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	9,035,212.74	0.02%
9	Galian pondasi pilecape P6, sedalam > 1 m s.d. 2 m	39.96	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	4,333,050.61	0.01%
10	Galian pondasi pilecape P7, sedalam s.d. 1 meter	108.04	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	9,771,415.26	0.02%
11	Galian pondasi pilecape P7, sedalam > 1 m s.d. 2 m	43.22	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	4,686,547.73	0.01%
12	Galian pondasi pilecape P8, sedalam s.d. 1 meter	88.36	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	7,991,505.49	0.01%
13	Galian pondasi pilecape P8, sedalam > 1 m s.d. 2 m	35.34	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	3,832,082.30	0.01%
14	Galian pondasi pilecape P9, sedalam s.d. 1 meter	39.71	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	3,591,474.45	0.01%
15	Galian pondasi pilecape P9, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.91	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,291,457.28	0.00%
16	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam s.d. 1 meter	10.83	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	979,493.03	0.00%
17	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	10.83	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,174,347.80	0.00%
18	Galian pondasi pilecape P5a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	10.83	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	1,322,228.64	0.00%
19	Galian pondasi pilecape P9a, sedalam > 3 m	0.54	m3	B.01.9	Analisa standar	134,137.74	72,434.38	0.00%
20	Galian pondasi pilecape P10, sedalam s.d. 1 meter	53.82	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	4,867,619.12	0.01%
21	Galian pondasi pilecape P10, sedalam > 1 m s.d. 2 m	21.53	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	2,334,599.09	0.00%
22	Galian pondasi pilecape P11, sedalam s.d. 1 meter	7.22	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	652,995.36	0.00%
23	Galian pondasi pilecape P11, sedalam > 1 m s.d. 2 m	6.14	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	665,789.06	0.00%
24	Galian pondasi pilecape P12, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	996,677.12	0.00%
25	Galian pondasi pilecape P12, sedalam > 1 m s.d. 2 m	3.31	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	358,918.86	0.00%
26	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam s.d. 1 meter	11.02	m3	B.01.2	1.2.1.1.2	90,442.57	996,677.12	0.00%
27	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 1 m s.d. 2 m	11.02	m3	B.01.5	1.2.1.1.6	108,434.70	1,194,950.39	0.00%
28	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 2 m s.d. 3 m	11.02	m3	B.01.7	1.2.1.1.7	122,089.44	1,345,425.63	0.00%
29	Galian pondasi pilecape P12a, sedalam > 3 m	0.55	m3	B.01.9	Analisa standar	134,137.74	73,775.76	0.00%
30	Pasir urug bawah pilecape, tebal 100 mm	80.48	m3	B.03.3	1.3.1.3	287,641.86	23,149,416.89	0.04%
31	Urugan kembali dan pemadatan bekas galian pondasi der	2,561.20	m3	B.03.7	Analisa Standar	97,306.00	249,220,127.20	0.43%
B PEKERJAAN PONDASI								
1	Pondasi Borpile Ø800 mm (Pilecape P1)							
-	Pengeboran Borpile	14,280.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	6,525,609,970.00	11.29%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	6,842.94	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	639,814,890.00	1.11%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	6,842.94	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	7,541,754,034.39	13.05%
-	Besi tulangan	987,770.01	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	14,833,184,196.97	25.66%
-	Buang lumpur galian pondasi	7,177.91	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	327,879,248.44	0.57%
-	Bobokan kepala borpile	476.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	14,489,877.92	0.03%

## LANJUTAN LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE

2	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P2)							
-	Pengeboran Borepile	1,200.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	548,370,585.71	0.95%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	575.04	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	53,766,240.00	0.09%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	575.04	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	633,764,177.38	1.10%
-	Besi tulangan	82,907.54	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	1,245,009,262.97	2.15%
-	Buang lumpur galian pondasi	603.19	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	27,553,073.79	0.05%
-	Bobokan kepala borepile	40.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	1,217,636.80	0.00%
3	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P5a)							
-	Pengeboran Borepile	2,160.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	987,067,054.29	1.71%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	1,035.07	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	96,779,045.00	0.17%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	1,035.07	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	1,140,773,315.03	1.97%
-	Besi tulangan	149,411.09	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	2,243,682,432.76	3.88%
-	Buang lumpur galian pondasi	1,085.73	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	49,594,984.67	0.09%
-	Bobokan kepala borepile	72.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	2,191,746.24	0.00%
4	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P6)							
-	Pengeboran Borepile	840.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	383,859,410.00	0.66%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	402.53	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	37,636,555.00	0.07%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	402.53	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	443,637,128.41	0.77%
-	Besi tulangan	58,052.49	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	871,764,953.93	1.51%
-	Buang lumpur galian pondasi	422.23	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	19,287,014.61	0.03%
-	Bobokan kepala borepile	28.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	852,345.76	0.00%
5	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P7)							
-	Pengeboran Borepile	960.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	438,696,468.57	0.76%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	460.03	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	43,012,805.00	0.07%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	460.03	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	507,009,137.66	0.88%
-	Besi tulangan	66,345.09	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	996,293,601.32	1.72%
-	Buang lumpur galian pondasi	482.55	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	22,042,367.67	0.04%
-	Bobokan kepala borepile	32.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	974,109.44	0.00%
6	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P8)							
-	Pengeboran Borepile	600.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	274,185,292.86	0.47%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	287.52	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	26,883,120.00	0.05%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	287.52	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	316,882,088.69	0.55%
-	Besi tulangan	41,465.86	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	622,686,185.08	1.08%
-	Buang lumpur galian pondasi	301.59	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	13,776,308.50	0.02%
-	Bobokan kepala borepile	20.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	608,818.40	0.00%
7	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P9)							
-	Pengeboran Borepile	330.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	150,801,911.07	0.26%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	158.14	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	14,786,090.00	0.03%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	158.14	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	174,289,557.27	0.30%
-	Besi tulangan	22,803.46	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	342,435,910.27	0.59%
-	Buang lumpur galian pondasi	165.88	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	7,577,220.91	0.01%
-	Bobokan kepala borepile	11.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	334,850.12	0.00%
8	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P9a)							
-	Pengeboran Borepile	90.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	41,127,793.93	0.07%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	43.13	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	4,032,655.00	0.01%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	43.13	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	47,534,517.55	0.08%
-	Besi tulangan	6,219.26	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	93,393,632.34	0.16%
-	Buang lumpur galian pondasi	45.24	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	2,066,514.79	0.00%
-	Bobokan kepala borepile	3.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	91,322.76	0.00%

## LANJUTAN LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE

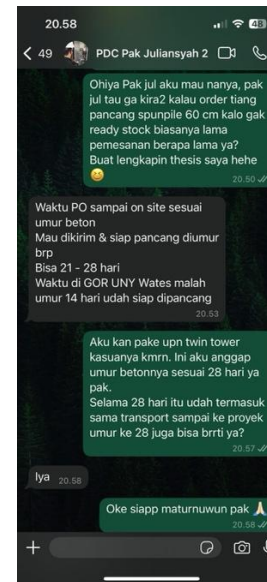
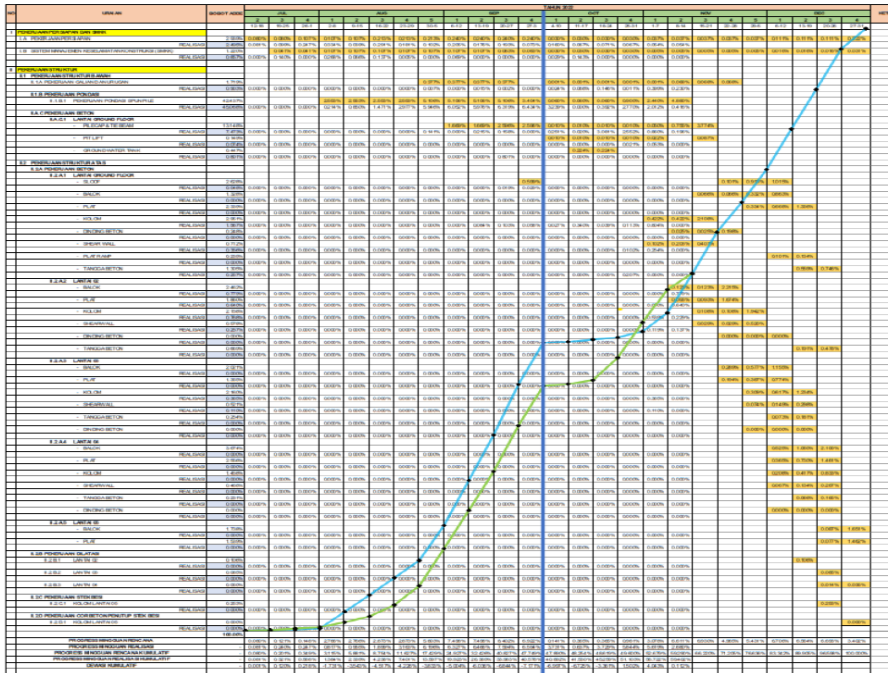
9	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P10)							
-	Pengeboran Borepile	300.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	137,092,646.43	0.24%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	143.76	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	13,441,560.00	0.02%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	143.76	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	158,441,044.34	0.27%
-	Besi tulangan	20,732.93	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	311,343,092.54	0.54%
-	Buang lumpur galian pondasi	150.80	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	6,888,382.64	0.01%
-	Bobokan kepala borepile	10.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	304,409.20	0.00%
10	Pondasi Borepile Ø800 mm (Pilecape P11)							
-	Pengeboran Borepile	60.00	m1	B.02.6	Survey pasar	456,975.49	27,418,529.29	0.05%
-	Pengecoran dengan pipa tremie	28.75	m3	D.02.20	Survey Pasar	93,500.00	2,688,125.00	0.00%
-	Beton ready mix f'c 28 Mpa	28.75	m3	D.02.06	2.2.1.6.1	1,102,121.90	31,686,004.63	0.05%
-	Besi tulangan	4,149.08	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	62,306,070.51	0.11%
-	Buang lumpur galian pondasi	30.16	m3	B.04.3	1.4.2.5	45,678.93	1,377,676.53	0.00%
-	Bobokan kepala borepile	2.00	titik	B.05.5	Analisa Standar	30,440.92	60,881.84	0.00%
11	Test pembebanan PDA test	5.00	titik	A.15	Survey Pasar	7,700,000.00	38,500,000.00	0.07%
12	Mobilisasi dan demobilisasi alat bor	1.00	ls	BN	Survey Pasar	95,000,000.00	95,000,000.00	0.16%
<b>D PEKERJAAN BETON</b>								
<b>LANTAI DASAR</b>								
<i>Catatan :</i>								
<i>Pekerjaan beton bertulang meliputi : Beton ready mix, pembesian, bekisting, perancah/scaffolding dan pembonakaran bekisting</i>								
1	Rabat beton bawah pilecape, tebal 100 mm (1 pc : 3 ps :	80.48	m3	D.02.01	2.2.1.5.1	991,805.42	79,820,500.20	0.14%
<b>PONDASI PILECAPE</b>								
2	Pilecape P1							
-	Bekisting dengan pasangan batako	458.64	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	113,104,540.79	0.20%
-	Besi tulangan	289,458.93	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	4,346,758,438.38	7.52%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	4,037.60	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	6,115,147,080.00	10.58%
3	Pilecape P2							
-	Bekisting dengan pasangan batako	79.20	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	19,531,396.37	0.03%
-	Besi tulangan	7,519.20	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	112,914,623.33	0.20%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	65.34	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	98,960,697.00	0.17%
4	Pilecape P5a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	127.68	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	31,486,978.39	0.05%
-	Besi tulangan	27,901.14	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	418,986,955.20	0.72%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	307.19	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	465,254,614.50	0.80%
5	Pilecape P6							
-	Bekisting dengan pasangan batako	52.48	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	12,942,016.18	0.02%
-	Besi tulangan	11,704.59	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	175,765,955.30	0.30%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	69.17	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	104,761,423.50	0.18%

## LANJUTAN LAMPIRAN VI RAB PEKERJAAN PONDASI BOREPILE

6	Pilecape P7							
-	Bekisting dengan pasangan batako	65.28	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	16,098,605.49	0.03%
-	Besi tulangan	8,745.85	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	131,335,030.11	0.23%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	72.86	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	110,350,113.00	0.19%
7	Pilecape P8							
-	Bekisting dengan pasangan batako	55.04	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	13,573,334.04	0.02%
-	Besi tulangan	4,235.73	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	63,607,279.69	0.11%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	59.17	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	89,615,923.50	0.16%
8	Pilecape P9							
-	Bekisting dengan pasangan batako	46.21	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	11,395,780.63	0.02%
-	Besi tulangan	1,823.31	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	27,380,354.54	0.05%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	17.33	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	26,247,151.50	0.05%
9	Pilecape P9a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	12.61	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	3,109,733.69	0.01%
-	Besi tulangan	497.65	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,473,130.43	0.01%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	4.73	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	7,163,821.50	0.01%
10	Pilecape P10							
-	Bekisting dengan pasangan batako	30.80	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	7,595,543.03	0.01%
-	Besi tulangan	2,551.50	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	38,315,467.26	0.07%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	36.64	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	55,493,112.00	0.10%
11	Pilecape P11							
-	Bekisting dengan pasangan batako	15.01	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	3,701,594.19	0.01%
-	Besi tulangan	777.22	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	11,671,388.38	0.02%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.63	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	8,526,916.50	0.01%
12	Pilecape P12							
-	Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	2,382,238.50	0.00%
-	Besi tulangan	503.44	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,560,077.93	0.01%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	8,587,498.50	0.01%
13	Pilecape P12a							
-	Bekisting dengan pasangan batako	9.66	m2	C.02.12	Analisa Standar	246,608.54	2,382,238.50	0.00%
-	Besi tulangan	503.44	Kg	D.01.01	2.2.1.1.4	15,016.84	7,560,077.93	0.01%
-	Beton ready mix f'c 28 MPa	5.67	m3	D.02.14	Analisa Standar	1,514,550.00	8,587,498.50	0.01%
<b>BIAYA PEKERJAAN PONDASI</b>						<b>57,474,604,273.90</b>		
<b>TOTAL BIAYA PEMBANGUNAN FISIK</b>						<b>57,798,389,030.88</b>		

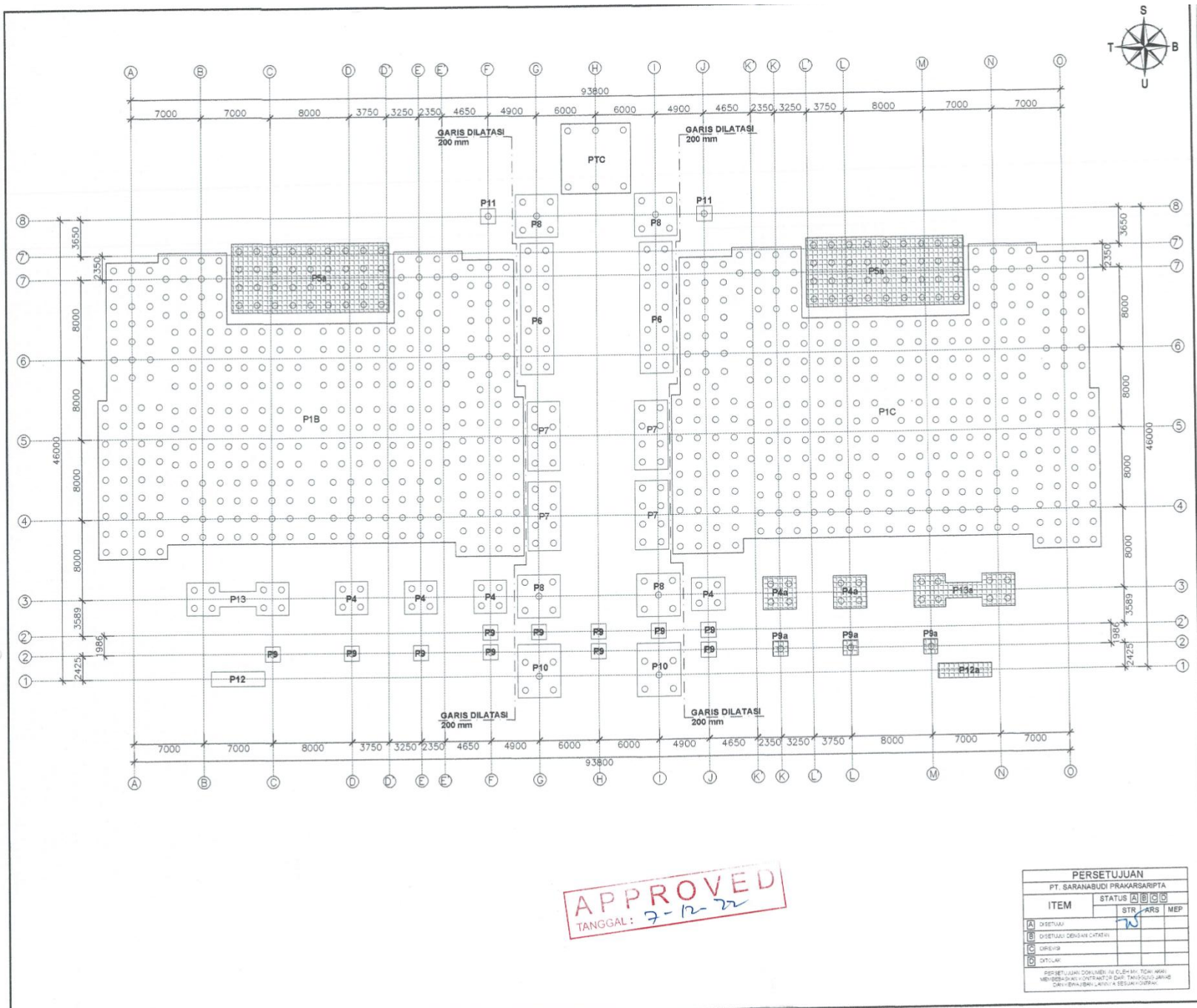
# LAMPIRAN VII TIME SCHEDULE SPUN PILE

ITEM PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BOBOT (%)	JUL				AUG				SEP				OCT				NOV				
			M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	
<b>UPN JATIM</b>	<b>109</b>																						
<b>Pondasi Spun Pile</b>																							
<b>Pekerjaan Persiapan</b>																							
Pembersihan lahan awal dan akhir	12	2,94	1,47																				1,47
Pengukuran dan pemasangan bouwplank	7	1,72	1,72																				
Direksi keet (sewa)	3	0,74			0,74																		
Gudang (sewa)	3	0,74			0,74																		
Papan nama proyek	1	0,25		0,25																			
Pagar pengamanan proyek (sewa)	3	0,74		0,74																			
<b>SMKK</b>	<b>109</b>	<b>26,72</b>	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	
<b>Pekerjaan Galian dan urugan</b>	<b>78</b>	<b>19,12</b>								1,59	1,59	1,59	1,59					1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	
<b>Pemesanan Pondasi Spun Pile</b>	<b>28</b>	<b>6,86</b>	1,72	1,72	1,72	1,72																	
<b>Pekerjaan Pondasi Spun Pile</b>	<b>92</b>	<b>22,55</b>					1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	
<b>Pekerjaan Pilecape</b>	<b>72</b>	<b>17,65</b>										1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	
<b>Total</b>		<b>100</b>	6,24	4,03	4,52	3,05	2,95	2,95	2,95	4,54	6,14	6,14	6,14	4,55	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	6,14	4,53	4,40
<b>Total Kumulatif</b>			6,24	10,27	14,79	17,84	20,79	23,74	26,68	31,22	37,37	43,51	49,65	54,20	60,35	66,49	72,64	78,78	84,92	91,07	95,60	100,00	





# LAMPIRAN IX DED AS BUILT DRAWING

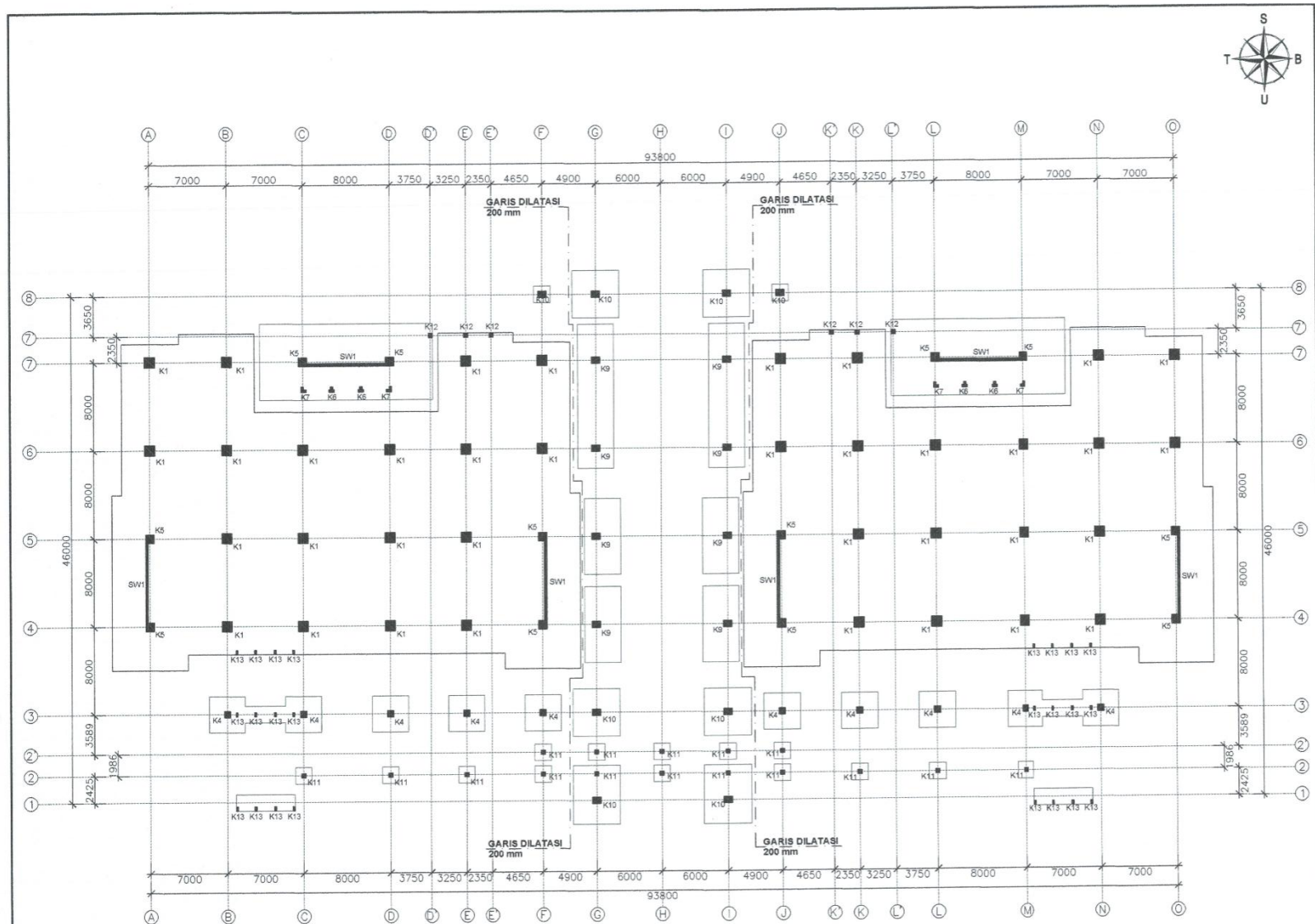


**APPROVED**  
TANGGAL: 7-12-22

PERSETUJUAN			
PT. SARANABUDI PRAKARSARIPTA			
ITEM	STATUS		
	A	B	C
A	DISETUJUI		
B	DISETUJUI DENGAN CATATAN		
C	DIREVISI		
D	DITOLAK		

PERSETUJUAN DOKUMEN: RI-CE-EM-TCM-0001  
MEMBERIKAN AKU DAN TANGGAL DI BAWAH TANDA TANGAN DAN  
DARI PERUSAHAAN YANG AKAN SESUAI DENGAN

# LANJUTAN LAMPIRAN IX DED AS BUILT DRAWING



## LEGENDA GAMBAR

NO.	NOTASI	KETERANGAN	NO.	NOTASI	KETERANGAN
1	K1	Kolom K1 - 950 x 950 mm	6	K9	Kolom K9 - 600 x 800 mm
2	K4	Kolom K4 - 600 x 600 mm	7	K10	Kolom K10 - 600 x 800 mm
3	K5	Kolom K5 - 800 x 800 mm	8	K11	Kolom K11 - 400 x 400 mm
4	K6	Kolom K6 - 250 x 500 x 500 mm	9	K12	Kolom K12 - 400 x 400 mm
5	K7	Kolom K7 - 250 x 500 x 500 mm	10	K13	Kolom K13 - 200 x 400 mm

Mutu beton f<sub>c</sub> 30 MPa  
 Mutu baja ulir ( Strip ) BJTS 420B  
 Mutu baja polos ( Plain ) BJTP 230

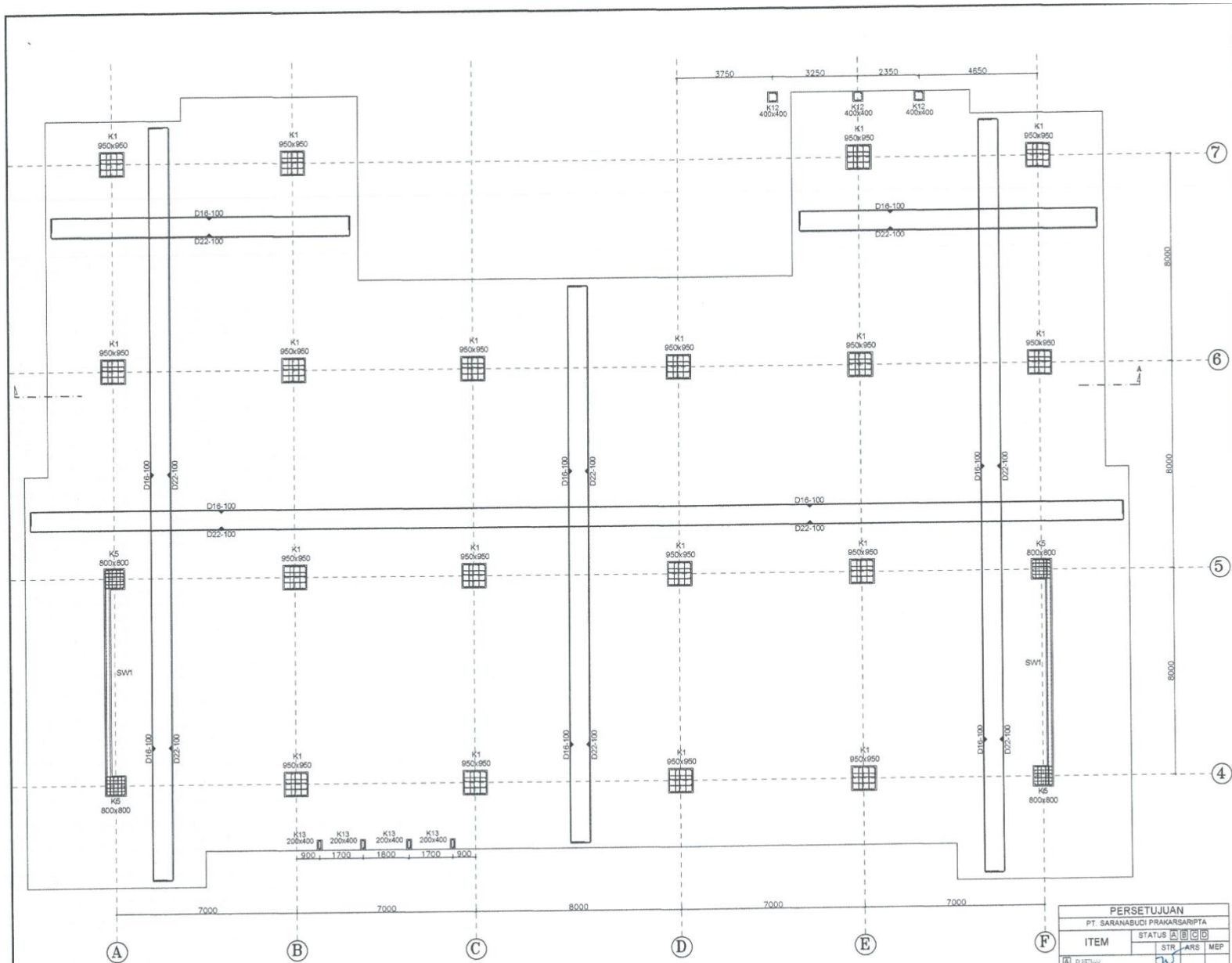
**APPROVED**  
 TANGGAL: 7-12-22

PERSETUJUAN	
PT. SARANABUDI PRAKARSARIPTA	
ITEM	STATUS A B C D
	STR / ARS / MEP
A	DIBUAT
B	DIREVISI (DENGAN CATATAN)
C	DIPERIKSA
D	DITOLAK

PERSETUJUAN DIGUNAKAN OLEH UJRA, TEHNIK AWAL  
 MEMBERSIHKAN KONTRAKTOR DAN PARTISIPAN DOKUMENTASI  
 DAN PERUBAHAN, KEMUDIAN SELESAI KONTRAK

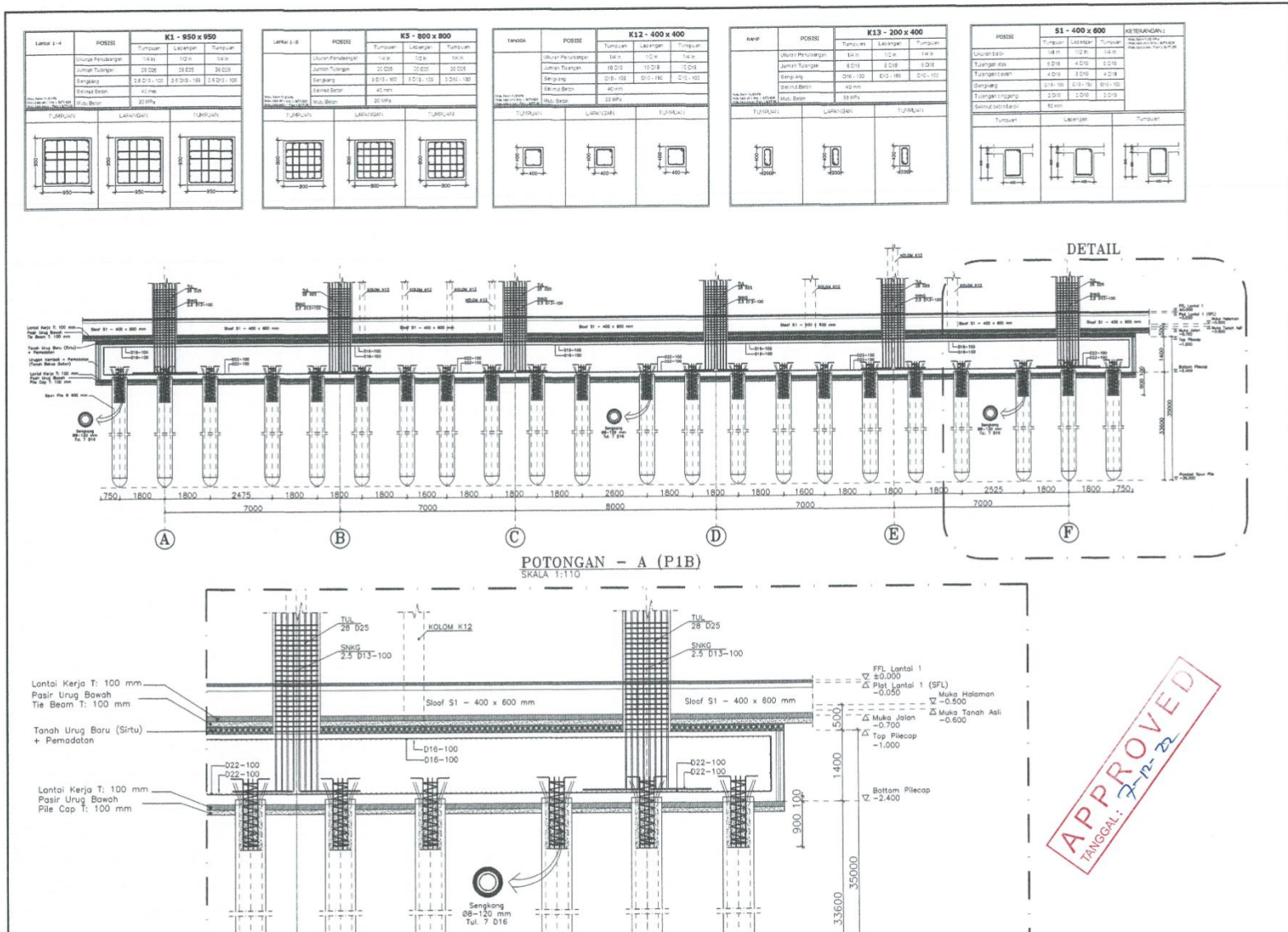


LANJUTAN LAMPIRAN IX DED AS BUILT DRAWING



PERSETUJUAN			
PT. SARANABUDI PRAKARSARIPTA			
ITEM	STATUS	A B C D	
	STR	ARS	MEP

LANJUTAN LAMPIRAN IX DED AS BUILT DRAWING





# LANJUTAN LAMPIRAN X SOIL TEST

PROJECT : Kampus UPN Surabaya, 13 Lantai.		DATE OF TESTING : 20 - 23 Juli 2022.		GROUND WATER LEVEL : - 0.75 m											
LOCATION : Jl. Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Sby.		DEPTH : 45.5 m		GROUND SURFACE LEVEL : ± 0.00 m											
DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST			STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS			γ	Gs	eo	Sr	
		TYPE	c/c'	φ/φ'											
0	Fill material (sand and gravel, brown, trace silt).														
1	Clay and silt, brown, inorganic, trace to little sand, soft.	4													
2		<1													
3		<1													
4		<1													
5		1													
6		<1													
7		<1													
8		<1													
9		<1													
10	Clay and silt, grey, inorganic, trace to little sand, very soft to medium.	<1													
11		<1													
12		<1													
13		<1													
14		<1													
15		7													
16		8													
17		8													
18		10													
19	Silt and sand, light brown, trace clay, medium.	10													
20	Clay and silt, greenish grey, inorganic, trace silt.	8													
21		8													
22		16													
23		16													
24		17													
25		17													
26		16													
27		16													
28		18													
29	Clay and silt, brown, inorganic, trace sand, contains shell at little depth, stiff to very stiff.	18													
30		22													
31		14													
32		14													
33		13													
34		13													
35		16													
36		16													
37		20													
38		20													
39	Clay and silt, greenish grey, inorganic, trace sand, very stiff.	18													
40		18													
41		30													
42		30													
43	Sand, grey, trace silt, medium.	27													
44		27													
45	End of Boring.														



NOTE:

0 to 10 % = Trace	▲ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	▣ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	▤ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	○ = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	γ = Unit weight, t/m <sup>3</sup>
	φ = Internal friction angle, deg	UCT = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio
			Sr = Saturation, %

# LANJUTAN LAMPIRAN X SOIL TEST

PROJECT : Kampus UPN Surabaya, 13 Lantai.		DATE OF TESTING : 24 - 27 Juli 2022.		GROUND WATER LEVEL : - 0.83 m									
LOCATION : Jl. Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Sby.		DEPTH : 40.0 m		GROUND SURFACE LEVEL : ± 0.00 m									
DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST			STRENGTH TEST		ATTERBERG LIMITS			γ	Gs	eo	Sr
		TYPE	C/C'	φ/φ'	0	20	40	60	80				
0	Fill material (sand and gravel, brown, trace silt)	3											
1		<1											
2		<1											
3		<1											
4		<1											
5		<1											
6		<1											
7		<1											
8		<1											
9		<1											
10	Clay and silt, grey, inorganic, trace to little sand, very soft to medium.	1											
11		<1											
12		1											
13		<1											
14		<1											
15		<1											
16		<1											
17		1											
18		1											
19		10											
20	7												
21	13												
22	15												
23	Clay and silt, brown, inorganic, trace to little sand, stiff to very stiff.	12											
24		17											
25		12											
26		15											
27		12											
28		17											
29		12											
30		15											
31		18											
32		44											
33	Clay and silt, greyish green, inorganic, trace sand.	17											
34		15											
35	Silt and sand, brown, little clay, medium.	18											
36		17											
37	Sand, grey, weakly cemented sand, trace silt.	17											
38		17											
39	Clay and silt, grey, inorganic, little sand, very stiff.	17											
40		17											
End of Boring.													



NOTE:

- 0 to 10 % = Trace
- 10 to 20 % = Little
- 20 to 35 % = Some
- 35 to 50 % = And
- ▬ = Undisturbed sample
- ⊠ = SPT
- ⊞ = Fairly UDS
- c = Cohesion intercept, kg/cm<sup>2</sup>
- φ = Internal friction angle, deg
- SPT = Standard penetration test (blows / ft)
- UU = Triaxial, Unconsolidated undrained
- CU = Triaxial, Consolidated undrained
- Vane = Vane shear test
- UCT = Unconfined compression strength, kg/cm<sup>2</sup>
- QT = Direct shear, quick test.
- = Wn = Moisture content, %
- = Wp = Plastic limit, %
- Δ = Wt = Liquid limit, %
- γ = Unit weight, t/m<sup>3</sup>
- Gs = Specific gravity
- eo = Void ratio
- Sr = Saturation, %

# LANJUTAN LAMPIRAN X SOIL TEST

PROJECT : Kampus UPN Surabaya, 13 Lantai.		DATE OF TESTING : 28 - 30 Juli 2022.		GROUND WATER LEVEL : - 1.06 m								
LOCATION : Jl. Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Sby.		DEPTH : 40.0 m		GROUND SURFACE LEVEL : ± 0.00 m								
DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST			STRENGTH TEST		ATTEBERG LIMITS		γ	Gs	eo	Sr
		10	20	30	40	50	60	80				
0	Fill material (sand and gravel, brown, trace silt)											
1	Clay and silt, grey, inorganic, little sand.	4										
2	Clay and silt, brown, inorganic, little sand, very soft.	<1										
3												
4												
5												
6												
7												
8	Clay and silt, grey, inorganic, trace sand, very soft.	<1										
9												
10												
11												
12												
13												
14	Sand, grey, little silt.	1										
15												
16	Clay and silt, grey, inorganic, trace sand, soft to medium.	2										
17												
18	Clay and silt, greyish green, inorganic, trace sand.	5										
19	Clay and silt, grey, inorganic, trace sand, stiff.	11										
20	Clay and silt, yellowish brown, inorganic, trace sand.	10										
21												
22												
23												
24												
25												
26	Clay and silt, brown, inorganic, trace sand, stiff to very stiff	14										
27												
28												
29												
30												
31												
32	Silt and sand, brown, trace clay.	13										
33	Clay and silt, greenish grey, inorganic, trace sand.	12										
34												
35	Clay and silt, brown, inorganic, trace sand, stiff.	14										
36												
37	Sand and silt, brown, trace clay.											
38	Sand, grey, very dense											
39												
40	Clay and silt, grey, inorganic, trace sand, stiff.	14										
End of Boring.												



NOTE:

0 to 10 % = Trace	▮ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	▮ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	▮ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And		Vane = Vane shear test	γ = Unit weight, t/m <sup>3</sup>
	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	UCT = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
	φ = Internal friction angle, deg	QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio
			Sr = Saturation, %



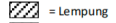
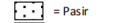
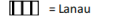
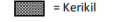
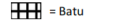
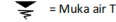




LANJUTAN LAMPIRAN X SOIL TEST

DRILLING LOG																																					
Project No. : I		Project : -		Type of Drilling : Rotary		Ket. :																															
Bore Hole No. : IV		Lokasi : UPN Kota Surabaya		Date : 9-Apr-22																																	
Water Table : 1.5 M (Dari Muka Elevation : ± 0.0 (muka tanah setempat)				Driller : Rob'in																																	
Tanah Setempat				Standard Penetration Test				Physical Properties			Atterberg Limit		Oedometer Tes		Strength Test																						
Scale in m	Elevation	Depth in m	Thickness in m	Legend	Description & Colour	Relative Density or Consistency	UD / SPT		Blows per each 15 cm			N - Value	$\gamma_t$	$W_c$	$S_r$	$e$	$G_s$	LL	PL	PI	Cc	Swell Test		Testing Type	C	$\phi$	$q_u$										
							Depth in m	Sample Cod	N-Value	BloWS/30	15 cm											15 cm	15 cm					SP	SwP	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>						
0	0.00																																				
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5					Lempung Berlanau Abu-abu	Very Soft																															
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					
10																																					
11																																					
12																																					
13																																					
14																																					
15																																					
16																																					
17																																					
18					Lempung Berlanau Berpasir Abu-abu	Soft																															
19																																					
20																																					
21																																					
22																																					
23		-23.00	4.00																																		
24																																					
25																																					
26																																					
27																																					
28																																					
29																																					
30		-30.00	7.00																																		
31																																					

<b>Legenda :</b>		<b>Remarks :</b>		<b>* = Not Tested</b>		$\gamma_t$ = Unit weight		$e$ = Void Ratio		LL = Liquit limit	
	= Lempung		= Pasir	UD	= Undisturbed Sample	NP	= Non Plastis	Wc	= Water content	Gs	= Specific Gra
	= Lanau		= Kerikil	SPT	= SPT Test	NS	= No Sample/SPT >50	Sr	= Degree of Saturation	PL	= Plastic limit
	= Batu		= Muka air Tanah							PI	= Plasticity Index