ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN KULIAH TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

SKRIPSI

OLEH:
ABDULLAH
15301010013

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
2022

ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN KULIAH TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

SKRIPSI

OLEH:
ABDULLAH
15301010013

Skripsi
Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
Pada
Universitas Borneo Tarakan

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi dengan judul "Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembangunan Gedung Laboratorium Dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan mauun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Skripsi ini. Penulisan ini dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Tarakan, 28 Maret 2022

Abdullah

NPM 15301010013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi	: Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembagunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan
Nama Mahasiswa	: Abdullah
Nomor Pokok Mahasiswa	: 15.301010.013
Program Studi	: Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik

Disetujui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Sipil	**Pembimbing,**
Ir.Rosmalia Handayani,S.T., M.T	**Hasrullah,S.T., M.T**
NIDN. 1108087901	**NIDN. 1127107501**

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ir.Asta,S.T.,M.Eng

NIDN. 1109117701

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI INI TELAH DIUJI DAN DINYATAKAN LULUS PADA

Hari : Senin

Tanggal : 21 Februari 2022

Tempat : Gedung Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan, Jl. Amal Lama No. 01 Kota Tarakan

TIM PENGUJI

1. **Hasrullah, S.T.,M.T** **NIDN. 1127107501**	**Ketua Penguji**	**1. .....**
2. **Ir. Budi Setiawan, S.T.,M.T** **NIDN. 1116087801**	**Penguji 1**	**2. .....**
3. **Ir. Rosmalia Handayani, S.T.,M.T** **NIDN. 1108087901**	**Penguji 2**	**3. .....**
4. **Rahmat Faizal, S.Pd.,M.Sc** **NIDN. 0027118903**	**Penguji 3**	**4. .....**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah Subhaanahu Wa Ta'alah, atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembangunan Gedung Laboratorium Dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan".

Penulis menyadari dalam penyusunan Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir.Asta,S.T.,M.Eng. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan beserta seluruh Staf Administrasi Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan, yang telah banyak membantu penulis dalam proses akademik.
2. Ibu Ir.Rosmalia Handayani,S.T.,M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan beserta seluruh Dosen dan Staf Administrasi Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan, yang telah banyak membantu penulis dalam proses perkuliahan di Fakultas Teknik pada Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Hasrullah, S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran kepada penulis dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir.Budi Setiawan, S.T.,M.T., Ibu Ir.Rosmalia Handayani, S.T., M.T, dan Bapak Rahmat Faizal, S.Pd.,M.Sc., Selaku Dosen Penguji.
5. Bapak Ibu Dan Dosen Fakultas Teknik Khususnya Jurusan Teknik Sipil
6. Terimakasih yang teristimewa, penulis ucapkan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda dan Ibunda, yang telah melahirkan, mengasuh, mendidik, dan membesarkan serta senantiasa memberikan dukungan baik moral, material, maupun do'a yang tidak henti-hentinya mereka mohonkan kepada Allah Subhaanahu Wa Ta'ala, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

7. Saudara-saudari seperjuangan angkatan 2015 Fakultas Teknik yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan, semagat, serta do'a kepada penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan masukan, pendapat dan saran sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan, saran dan kerja samanya dalam penyusunan Skripsi ini. Penulis menyadari dalam penyusuna Skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan.

Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Tarakan, Maret 2022

Penulis

ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN KULIAH TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Abstrak

Pondasi merupakan struktur bagian bawah pada bangunan yang berfungsi meneruskan beban kedalam tanah atau batuan keras dan memikul beban bangunan atau struktur lain diatasnya. Analisis daya dukung pondasi tiang pancang pada pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan, yaitu dengan cara statis dan dinamis menggunakan tes sondir di lapangan dan data PDA tes yang diuji langsung pada tiang pondasi. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan metode statis dari data sondir menggunakan perhitungan Meyerhof dan Aoki De Alencer serta metode Dinamis menggunakan data PDA Test. Hasil dari perhitungan didapatkan nilai daya dukung tiang kelompok yang terbesar pada perhitungan metode Meyerhof di titik sondir S-3 dengan nilai 902.161 ton dan nilai daya dukung terkecil pada titik Sondir S-7 dengan metode Aoki de Alencer sebesar 179.905 ton, Adapun untuk nilai keamanan (*safety factor*) tiang kelompok yang terbesar pada titik sondir S-3 dengan nilai sebesar 3.17 pada metode Meyerhoff. Dari hasil metode dinamis didapat nilai daya dukung tiang kelompok terbesar pada tiang P 26 B sebesar 503 ton dan terkecil tiang P 26 dengan nilai 396 ton, untuk nilai angka keamanan tiang kelompok metode dinamis didapatkan nilai yang tertinggi yakni pada tiang P 26 B sebesar 1.77. Berdasarkan beban rencana dari struktur atas yang telah di analisis menggunakan program Sap2000 sebesar 284.44 ton, maka gedung tersebut dapat dikatakan aman dari kegagalan struktur.

Kata kunci : Daya dukung pondasi, statis, dinamis, tiang kelompok, angka keamanan.

ANALYZING THE BEARING CAPACITY OF PILE FOUNDATION ON THE CONSTRUCTION OF INTEGRATED LABORATORY AND LECTURE BUILDING AT UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Abstract

Foundation is the lower part of building structure functioning to place the load into the soil or hard rock and carry the building load or other structures. The analysis on the bearing capacity of pile foundation in the construction of Integrated Lecture and Laboratory Building, Universitas Borneo Tarakan used the static and dynamic methods with sondir tests in the field and PDA test data directly examined on the pile foundation. The purpose of this research was to figure out the bearing capacity of pile foundation based on the static method with the sondir data using Meyerhof and Aoki De Alencer calculations and dynamic method using PDA Test data. The calculation results show that the greatest bearing capacity of pile foundation value in the calculation using the Meyerhof method at the Sondir S-3 point with the value of 902.161 tons and the smallest bearing capacity of pile foundation value was at the Sondir S-7 point using the Aoki de Alencer method by 179,905 tons. Meanwhile, for the safety value (safety factor), the largest pile group was at the sondir point S-3 by 3.17 using the Meyerhoff method. From the results of dynamic method, the largest bearing capacity of pile foundation value was pile P26B by 503 tons, while the smallest was pile P26 by 396 tons. For the safety factor of pile group with dynamic method, the highest value was obtained from pale P26B by 1.77. The load of design from the upper structure analyzed using the SAP2000 program was 284.44 tons. Thus, the building was considered safe from the structural failure.

Keywords: Foundation bearing capacity, Static, Dynamic, Pile group, Security Figure

This abstract was translated by
UBT Language Centre
March 14, 2022

Dr. Agus Rianto
Head

Verified by

Hasrullah.,S.T.,M.T
Supervisor

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN ORISINALITAS ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR NOTASI xiii
BAB 1 PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA
2.1 Umum 4
2.2 Sondir 5
2.3 Menentukan joint Reactions pada gedung 6
2.4 Daya Dukung Tiang Pancang 13
2.5 Tiang Pancang Kelompok *(Pile Group)* 21
2.6 Faktor Keamanan 26
2.7 Penelitian Terdahulu 28
BAB 3 METODE PENELITIAN
3.1 Lokasi Penelitian 29
3.2 Metode Pengumpulan Data 29
3.3 Analisis data 30
3.3.1 Penentuan *Joint Reaction* 30

3.3.2 Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode statis 36
3.3.3 Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode dinamis 37
3.4 Efisiensi kelompok tiang 38
3.5 Angka Keamanan 39
3.6 Bagan Alir/Flow Chart 40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Data teknis tiang pancang 41
4.2 Analisa data 41
4.3 Analisa struktur 42
4.4 Kapasitas daya dukung tiang pancang metode statis dan dinamis 48
4.5 Efisiensi kelompok tiang 57
4.6 Faktor keamanan 60
BAB 5 PENUTUP
5.1 Kesimpulan 62
5.2 Saran 63
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1. Data Formulir Sondir 6
2.2. Bert sendiri bahan bangunan dan komponen gedung 7
2.3. Beban hidup pada lantai gedung 9
2.4. Faktor Keutamaan Gempa 11
2.5. Faktor empiris Fb dan Fs 15
2.6. Nilai faktor empirik untuk tipe tanah yang berbeda 16
2.7. Zona tipe tanah qt-fr 17
2.8. Factor aman yang disarankan 27
3.1 Data tanah lunak gedung laboratorium dan kuliah terpadu……..... 32
3.2 Data dan Parameter pengujian PDA test…… 37
4.1 Nilai max dan min pada joint reactions…….. 47
4.2 Hasil daya dukung tiang pancang dengan metode meyerhoff 50
4.3 Hasil daya dukung tiang pancang dengan metode Aoki De Alencer 52
4.4 data tiang uji 53
4.5 data berdasarkan *Case Method* 53
4.6 daya dukung tiang 54
4.7 Hasil analisa metode statis dan dinamis 56
4.8 Daya dukung kelompok tiang metode statis 58
4.9 Kapasitas kelompok tiang berdasarkan PDA test 59
4.10 Nilai *safety factor* metode statis 60
4.11 Nilai *safety factor* metode dinamis 61

DAFTAR GAMBAR

2.1. Bikonus Pada Sondir 5
2.2. Alat Sondir 6
2.3. Peta Spektra 0.2 detik 10
2.4. Peta Spektra 1 detik 11
2.5. Respon Spektrum Ged Lab & Kuliah Terpadu 12
2.6. Zona tipe qt-fr 17
2.7. Monitor PDA test 18
2.8. Sensor *strain transducer* dan *accelerometer* 19
2.9. Penempatan *Accelerometer* dan *Strain Transducer* 19
2.10. Macam-macam pola kelompok tiang pancang khusus 22
2.11. Jarak antar tiang dalam kelompok 22
2.12. Pengaruh tiang akibat pemancangan 23
2.13. Tipe Keruntuhan Dalam Kelompok Tiang 24
2.14. Definisi Jarak s Dalam Hitungan Efisiensi Tiang 26
3.1 Lokasi Penelitian 29
3.2 Grafik respon Spektrum 31
3.3 Kotak Dialog New model 33
3.4 Bentuk Material 33
3.5 Penampang 34
3.6 Analisa Respone Spectrum 35
3.7 Run Analiysis 35
3.8 Joint Reaction Pada Gedung 36
3.9 Bagan alir penelitian 40
4.1 Detail Gambar Tiang Pancang 41
4.2 Gambar Model Sap2000 Gedung Laboratorium Dan Kuliah Terpadu UBT 42
4.3 Model pembebanan pada dinding 44
4.4 Pembebanan Pada Plat Lantai 45
4.5 Beban hidup pada lantai 45
4.6 Beban atap pada setiap joint balok 46
4.7 Beban hidup atap 46
4.8 Titik joint reaction yang menerima gaya terbesar 47
4.9 Nilai *outpu joint reaction* 48

DAFTAR NOTASI

Qult	= kapasitas daya dukung tiang (kg)
qc	= perlawanan konus (kg/cm^2)
Ap	= luas penampang (cm^2)
JHL	= jumlah hambatan lekat (kg/cm)
RMX/RSU	= Daya dukung tiang pada PDA Test (ton)
FMX	= Gaya Tekan Maksimum (ton)
EMX	= Energi Maksimum yg di Transfer (t-m)
DFN	= Penurunan Permanen (mm)
DMX	= Penurunan maksimum (mm)
ETR	= Nilai Keutuhan Tiang (%)
LP	= Panjang Tiang Tertanam
LE	= Panjang Tiang dibawah Instrument (m)
Ru	= Daya dukung tiang pada CAPWAP (Ton)
DMX	= Displacement (mm)
SF	= Gaya Gesek
EB	= tahanan kulit
Dy	= Penurunan Elastisitas
Dx	= Penurunan maksimum (mm)
K	= keliling (cm)
Qb	= kapasitas dukung ujung tiang (kg)
qb	= kapasitas dukung ujung tiang persatuan luas (kg/cm^2)
fb	= faktor empiris tahanan ujung tiang yang bergantung pada tipe tiang
fs	= faktor empiris tahanan kulit tiang yang bergantung pada tipe tiang
αs	= faktor empiris untuk tipe tanah
f	= kapasitas dukung kulit persatuan luas (kg/cm^2)
Qs	= kapasitas dukung kulit (kg)
Qa	= daya dukung izin tiang (kg)
eh	= efisiensi hammer

Wr	= berat ram (kg)
Wp	= berat tiang pancang (kg)
h	= tinggi jatuh hammer (m)
n	= koefisien restitusi
s	= penetrasi per pukulan
k	= rebound
L	= panjang tiang (m)
E	= modulus elastisitas tiang (kN/m^2)
Eh	= energi pemukul (kN.m)
S	= jarak antar tiang pancang (m)
D	= diameter tiang (m)
Qg	= daya dukung kelompok tiang (kg)
Eg	= efisiensi kelompok tiang
m	= jumlah baris tiang
n’	= jumlah tiang dalam satu baris
n	= jumlah tiang dalam kelompok

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Borneo Tarakan merupakan sebuah perguruan tinggi Negeri yang berkedudukan di kota Tarakan, Kalimantan Utara. Banyaknya jurusan yang ada di Universitas Borneo Tarakan (UBT) membuktikan bahwasanya mahasiswa yang masuk di setiap tahunnya semakin bertambah, maka dari itu Universitas Borneo Tarakan perlu penambahan gedung bertingkat untuk menampung mahasiswa yang semakin bertambah dari setiap tahunnya. Gedung yang kokoh tidak terlepas dari Struktur pondasi yang kokoh maka dari itu perlu analisis untuk mengetahui seberapa kuat pondasi tersebut dapat menahan beban di atasnya. Salah satu pembangunan perguruan tinggi di kota Tarakan yang sudah dalam proses pekerjaan yakni bangunan Lab dan bangunan perkuliahan terpadu. Pembangunan gedung ini terdiri dari 3 tingkatan yang di sertai dengan *top floor* dan beberapa ruangan lainnya yaitu, ruang perkuliahan, laboratorium, ruang ibadah, dan lainnya. Pembangunan pada gedung ini tentunya memiliki beban yang besar sehingga membutuhkan suatu pondasi yang kuat, guna untuk meneruskan beban ke dalam tanah yang ada dibawahnya.

Tanah diklasifikasikan menjadi 2 yaitu tanah yang berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus dibagi menjadi dua yaitu tanah lempung (kohesif) dan lanau (non-kohesif). Kondisi tanah pada lokasi pembangunan terpadu berdasarkan pekerjaan sondir yang dilakukan yaitu mengandung lempung berpasir sehingga resiko terjadinya penurunan dan kegagalan sturuktur bisa terjadi.

Tiang pancang terhubung dengan tanah dimaksudkan untuk memperoleh daya dukung yang mampu memikul (menahan) dan memberikan keamanan pada struktur diatasnya. Untuk memperoleh daya dukung yang kuat maka diperlukanlah suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Dalam menentukan analisis daya dukung tiang pancang ada berberapa metode yang bisa di gunakan, adapun pembahasan dalam

penelitian ini penulis ingin melakukan sebuah analisis daya dukung tiang pancang dengan metode statis dan Metode Dinamis. Metode statis menggunakan data sondir dengan metode perhitungan Meyerhof dan Aoki De Alancer. Metode Dinamis menggunakan alat berupa *Pile Driving Analyzer* (PDA) yang merupakan alat yang digunakan untuk menguji beban dinamis pada saat pemancangan, dari PDA Test akan diperoleh *output* berupa daya dukung ultimit pondasi (*Qu*). Adapun untuk analisis struktur atas menggunakan aplikasi SAP2000 v14.

Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu dengan judul penelitian, yakni **Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembagunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan**.

1.2 Rumusan Masalah

a. Bagaimana menganalisis daya dukung tiang pancang dengan metode Statis pada pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan?
b. Bagaimana menganalisis daya dukung tiang pancang dengan metode dinamis, Menggunakan data PDA Test pada pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan?

1.3 Tujuan Penelitian

a. Mengidentifikasi daya dukung tiang pancang dengan metode Statis pada pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan.
b. Mengidentifikasi daya dukung tiang pancang dengan Metode Dinamis, menggunakan data PDA Test pada pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk menghindari melebarnya permasalahan dalam penelitian ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah, adapun batasan sebagai berikut :

a. Perhitungan daya dukung pondasi hanya pada tiang pancang yang ditinjau menggunakan data Sondir dan data PDA Test.
b. Analisis perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan metode statis dan metode dinamis.
c. Analisis daya dukung tiang pancang akan meninjau tiang pancang tunggal dan efisiensi tiang kelompok.
d. Analisis efisiensi tiang kelompok menggunakan metode *Converse Labarre*.
e. Analisa struktur menggunakan program SAP2000 v.14 yang hanya untuk mendapatkan nilai *joint reaction* pada gedung.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

a. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan khususnya pembuat kebijakan Universitas Borneo Tarakan dan bahan pertimbangan dalam melaksanakan proyek pembangunan selanjutnya.
b. Dapat memberikan gambaran, wawasan, dan pembanding kelak khususnya bagi mahasiswa jurusan teknik sipil mengenai analisis daya dukung tiang pancang.
c. Sebagai bahan acuan atau contoh kepada mahasiswa apabila mengambil topik pembahasan yang serupa.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Semua bangunan yang dibangun di atas tanah harus memiliki tumpuan pondasi. Pondasi adalah bagian dari sistem rekayasa, yang mentransfer beban yang didukung oleh fondasi dan beratnya sendiri ke tanah dan batuan di bawahnya (Bowles (1988) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019).

Salah satu unsur utama dalam bangunan struktur yang perlu dianalisa kekuatanya ialah pondasi, dimana pondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi untuk menerima dan menahan gaya beban dari struktur diatasnya. Pondasi dapat menahan beban dengan kuat apabila sudah mencapai tanah yang keras dan tanah yang keras biasanya terdapat pada lapisan tanah yang sangat dalam. (Hardiyatmo, 2008) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019).

Dengan adanya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berkembang membuat perkembangan dan pembangunan gedung bertingkat tinggi selalu bertambah setiap tahunnya khususnya pada daerah perkotaan yang ingin memajukan daerahnya. Hal ini yang menyebabkan mengapa pondasi tiang sangat dibutuhkan dan terus meningkat kebutuhannya, karena pada gedung bertingkat tinggi penggunaan pondasi konvensional (sederhana) sudah tidak lagi memungkinkan. Hal ini dikarenakan pada gedung bertingkat tinggi memiliki beban vertikal dan beban lateral yang besar yang harus ditahan oleh pondasi dari struktur atas. Selain itu kondisi geografis indonesia yang rawan terhadap gempa memungkinkan pentingnya suatu analisis percobaan mengenai daya dukung pondasi tiang.

Ada bermacam cara untuk mengetahui daya dukung suatu tanah terhadap pondasi, salah satunya ialah menggunakan alat uji tekan *hidroulik* atau biasa disebut dengan sondir/CPT (*Cone Penetration Test)*. Saat merencanakan struktur tanah pondasi, pertama-tama gunakan parameter tanah (tegangan total dan tegangan efektif) untuk menganalisis dan menghitung stabilitas desain pondasi bangunan. Parameter

tahanan penetrasi dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu dengan menggunakan metode uji lapangan seperti sondir (SNI 03-2827-1992, h iv) metode ini cocok untuk kompresi mekanis (hidroulik) kerucut tunggal dan penetrasi kerucut ganda. (SNI 2827:2008)

2.2 Sondir

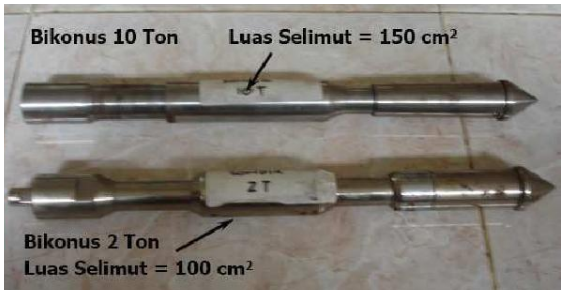
Sondir merupakan salah satu pengujian tanah untuk mengetahui karakteristik tanah yang dilakukan di lapangan atau pada lokasi yang akan dilakukan pembangunan konstruksi. (laboratorium praktikum USU, 2011).

2.2.1 Pengertian Tes Sondir

Tes sondir merupakan salah satu tes dalam bidang teknik sipil khususnya pada ilmu mekanika tanah yang berfungsi untuk mengetahui letak kedalaman tanah keras, yang nantinya akan didapatkan nilai dari kekuatan tanah di bawah beban. Tes Sondir dapat dilakukan sebelum mengemudikan dasar-dasarnya. Data hasil yang diperoleh berupa tahanan tanah terhadap kerucut dan tahanan lekat tanah yang diuji. Tahanan adhesi adalah tahanan geser tanah yang bekerja pada kerucut ganda radiosonde di bawah tekanan per satuan luas.

Adapun hasil dari tes sondir ini digunakan untuk:

- Mengetahui jenis tipe pondasi apa yang bagus digunakan nantinya
- Menghitung daya dukung tanah asli terhadap tiang
- Menentukan perkiraan kedalaman pondasi yang diperlukan nantinya.



Gambar 2.1 Bikonus pada Sondir

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil UBT, 2016

Gambar 2.2 Alat sondir

Sumber: Laporan Praktikum Mektan UBT, 2016

Tabel 2.1 Data Formulir Sondir

(1) Kedalaman tiang	(2) Perlawaan konus	(3) Jumlah Perlawanan	(4) Perlawanan Gesekan	(5) Hambatan pelekat	(6) JHP	(7) Hambatan Setempat
M	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)
			(3)-(2)	(4)x2	S(5)	(4)/10
						-
						-
						-
						-
						-

Sumber : Buku Panduan Mekanika Tanah UBT

2.3 Menentukan *Joint Reaction* pada Gedung

Sebelum melangkah pada tahap perhitungan kemampuan tiang pancang untuk menopang beban, hal pertama yang harus diketahui adalah nilai pembebanan yang akan diberikan. Terdapat berbagai macam pembebanan dalam struktur bangunan, diantaranya beban hidup, beban gempa, beban mati dan beban angin dan beban khusus lainnya.

2.3.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang diakibatkan oleh material yang digunakan dalam struktur dan beban tambahan yang bekerja pada struktur. Perangkat lunak SAP2000 digunakan untuk menghitung berat material secara otomatis berdasarkan data masukkan (Sugito, 2007).

Berat material bangunan tergantung pada jenis bahan material yang digunakan. Besarnya beban mati untuk berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983 untuk struktur,dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung (PPIUG 1983)

Bahan Bangunan	Berat
Baja	7.850 kg/m^3
Batu alam	2.600 kg/m^3
Batu belah,batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m^3
Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m^3
Batu pecah	1.450 kg/m^3
Besi tuang	7.250 kg/m^3
Beton (1)	2.200 kg/m^3
Beton bertulang (2)	2.400 kg/m^3
Kayu (kelas I)(3)	1.000 kg/m^3
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak	1.650 kg/m^3
Pasangan batu merah	1.700 kg/m^3
Pasangan batu belah,batu bulat, batu gunung	1.200 kg/m^3
Pasangan batu cetak	2.200 kg/m^3
Pasangan batu karang	1.450 kg/m^3
Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600 kg/m^3
Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m^3
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m^3
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700 kg/m^3
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000 kg/m^3
Timah hitam (timbel)	11.400 kg/m^3
Komponen Bangunan	**Berat**
Adukan, per cm tebal:	
- Dari semen	21 kg/m^2
- Dari kapur, semen merah atau teras	17 kg/m^2

Lanjutan, tabel 2.2

Bahan Bangunan	Berat
Aspal termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm Tebal	14.0 kg/m^2
Dinding pasangan batu merah:	
- Satu batu	450 kg/m2
- Setengah batu	250 kg/m2
Dinding pasangan batako:	
Berlubang:	
- Tebal dinding 20 cm (HB 20)	200 kg/m2
- Tebal dinding 10 cm (HB 10)	120 kg/m2
Tanpa lubang:	
- Tebal dinding 15 cm	
- Tebal dinding 10 cm	300 kg/m2
	200 kg/m2
Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa gantungan langit-langit atau pengaku) terdiri dari:	
- Semen asbes (etermit dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm	11 kg/m2
- Kaca, dengan tebal 3-4 mm	
	10 kg/m2
Lantai kayu biasa dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m2	40 kg/m2
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan jarak maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0.80 m	7 kg/m2
Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m2 bidang atap	50 kg/m2
Penutup atap sirap dengan reng/kaso, per m2 bidang atap	40 kg/m2
Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng	10 kg/m2
Penutup lantai dari ubin semen Portland, teraso dan beton, non adukan, per cm tebal	24 kg/m2
Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11 kg/m2

Sumber: Pedoeman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung SNI 03 1727-1989. dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

2.3.2 Beban hidup

Beban hidup (*live load*) pada suatu struktur gedung ini adalah peralatan untuk beban manusia, dinding partisi dan bangunan lainnya. Beban dimodelkan sebagai beban *uniform to frame (Shell)* untuk analisis pembebanan dengan program SAP2000. Besarnya beban hidup untuk gedung sekolah dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Beban hidup pada lantai gedung

Beban hidup pada lantai gedung		
a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m^2
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m^2
c.	Lantai, sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m^2
d.	Lantai ruang olahraga	400 kg/m^2
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m^2
f.	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat,bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m^2
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m^2
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m^2
i.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m^2
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c,d,e,f,dan g	250 kg/m^2
k.	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m^2

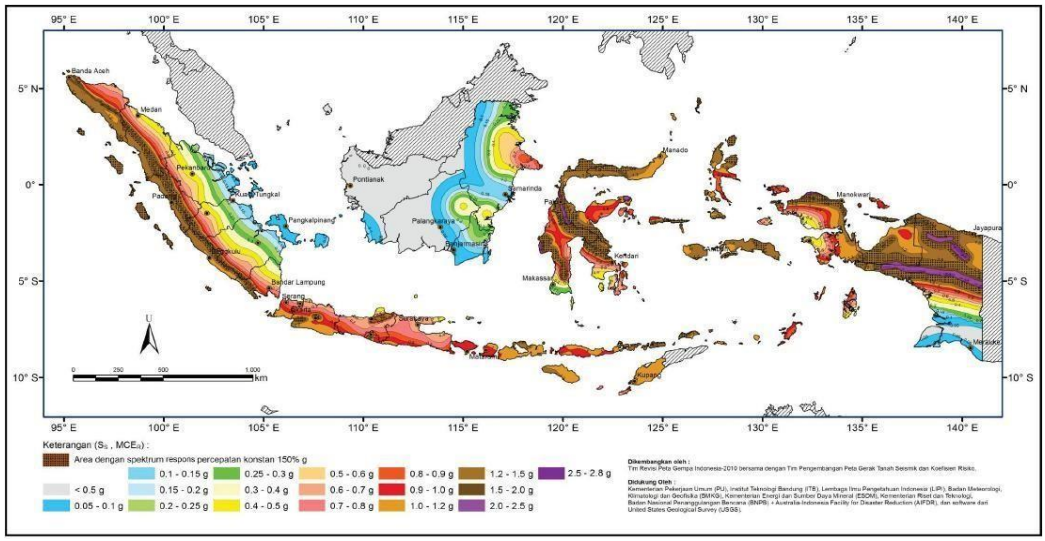
Lanjutan, tabel 2.3

	Beban hidup pada lantai gedung	
l.	Lantai gedung parkir bertingkat:	
	- Untuk lantai bawah	800 kg/m^2
	- Untuk lantai tingkat lainnya	400 kg/m^2
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m^2

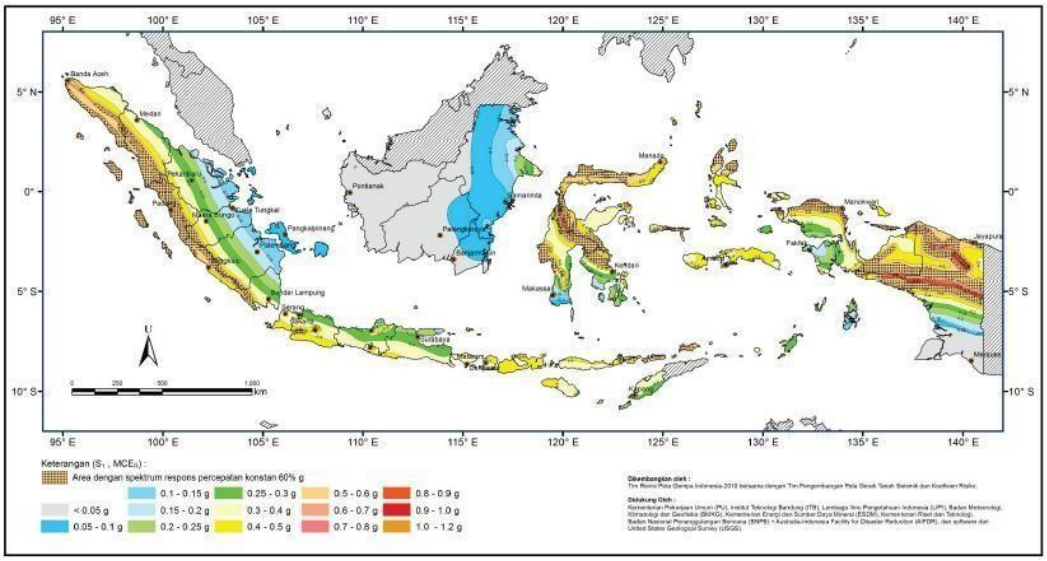
Sumber: Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1727-1989. dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

2.3.4 Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan dari pergerakan tanah akibat adanya gempa bumi. Pengaruh gempa pada struktur diukur dengan analisis dinamik, yang berarti beban pada struktur merupakan gaya-gaya didalam tanah itu sendiri. Berdasarkan data dari puskim.co.id, Gedung Laboratorium & Perkuliahan Terpadu memiliki respon spektra percepatan pada 0,156 detik, SS = 0,308, dan respon spektral percepatan pada satu detik, S1 = 0,134. Berikut adalah peta maksimum gempa bumi berdasarkan peta gempa Indonesia, SNI 1726-2012.



Gambar 2.3 Peta Spektra 0.2 detik
Sumber: SNI 1726:2012



Gambar 2.4 Peta Spektra 1 detik
Sumber: SNI 1726:2012

Analisa pembebanan untuk beban gempa menggunakan respon spektrum. Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi beban gempa:

1. Faktor keutamaan struktur (I)

   Untuk berbagai risiko struktur bangunan gedung dan non gedung, pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I. Gedung ini direncanakan sebagai gedung sekolah dan termasuk kedalam kategori risiko IV. Berikut adalah tabel faktor keutamaan gempa.

   Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa

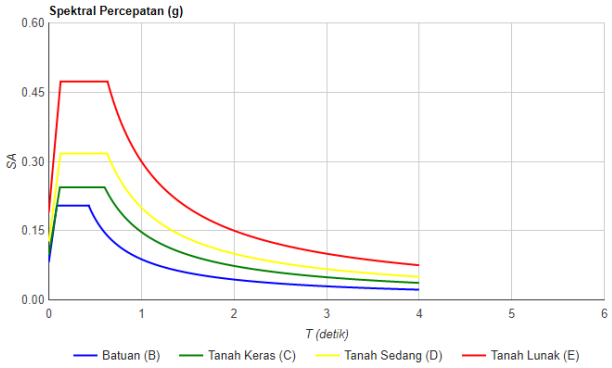
Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

Sumber: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung SNI 03-1726-2012).

2. Respon Spectrum (C)

   Koefisien spektrum respon gempa (C) biasanya digunakan untuk memastikan bahwa struktur dalam suatu gedung dapat menahan beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan struktural pada gedung tersebut. Menurut spektrum

respon seismik, ukuran faktor respon seismik diperoleh. Pemilihan dan penggunaan spektrum respon didasarkan pada dasar bangunan.



Gambar 2.5 Respon Spektrum Ged Lab & Kuliah Terpadu
Sumber: www.puskim.pu.go.id

2.3.5 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 03-1727-2013 kombinasi pembebanan untuk gedung adalah sebagai berikut:

a. 1,4 D
b. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau S atau R)
c. 1,2 D + 1,6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5 W)
d. 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr atau S atau R)
e. 0,9 D + 1,0 W
f. 0,9 D + 1,0 E

Dimana:

D = beban mati

L = beban hidup

Lr = beban hidup atap

S = beban salju

R = beban hujan

W = beban angin

E = beban gempa

2.4 Daya Dukung Tiang Pancang

Daya dukung tiang dapat dihitung dengan menggunakan metode statis ataupun metode dinamis ini adalah perhitungan rumit yang dilakukan dengan rumus yang didasarkan pada mekanika tanah atau parameter-parameter geser tanah (c dan φ) dengan menggunakan hasil pengujian CPT dan SPT. Adapun Perhitungan daya dukung tiang dengan metode dinamis dilakukan dengan menganalisis daya dukung batas (ultimit) dengan data yang diperoleh dari data pemancangan tiang diantaranya data hasil PDA *test* dan kalendering.

Hasil Perhitungan kapasitas tiang secara statis masih perlu dilakukan pengecekan dengan melakukan pile test untuk memastikan hasilnya. Adanya berbagai kondisi tanah, jenis pelaksanaan tiang pancang, jenis tiang pancang cetakan luar/*in-situ cast pile*, tekstur tiang pancang datar atau permukaan bergelombang, tiang baja/beton, dll, semua faktor ini akan mempengaruhi koefisien gesekan. Antara tiang dan dinding tiang. Kontak dengan tanah akan mempengaruhi daya dukung tiang.

2.4.1 Daya Dukung Tiang Dengan Metode Statis

Daya dukung tiang pondasi diperoleh berdasarkan tahanan tanah pada ujung tiang (*end resistance*) ditambah dengan tahanan gesek atau tahanan lekat (*skin friction resistance* atau tahanan adhesi) pada permukaan tiang tertanam. Rancangan daya dukung tiang dapat mengasumsikan bahwa tiang sepenuhnya dibatasi oleh tahanan adhesi atau gesekan tanah (*friction pile*) di bawah tahanan tanah di kaki tiang. *Friction pile* biasanya digunakan untuk pondasi tiang yang sangat dalam, sehingga pengaruh adhesi atau gesekan menjadi sangat besar. Inti dari rumus daya dukung tiang adalah untuk menentukan tahanan tanah ujung (Qp) dan tahanan gesekan atau gaya ikat tanah dan tiang (Qs).

(Menurut Endah Dwi Septiana, 2019) Berikut merupakan analisis perhitungan daya dukung tiang dengan metode statis berdasarkan data sondir:

a. Metode Meyerhof

Analisis daya dukung pondasi tiang berdasarkan data sondir dengan menggunakan metode Meyerhof adalah sebagai berikut:

- Daya dukung tiang pancang/ultimit

  Qult $= (qc\ x\ Ap) + (JHL\ x\ K)$..... (2.1)

- Daya dukung izin pondasi

  Qizin $= \frac{\text{qc x Ap}}{3} + \frac{\text{JHL x K}}{5}$ ..... (2.2)

Dimana:

Qult = kapasitas daya dukung tiang (kg)

qc =perlawanan konus dihitung rata-rata 8D diatas dasar tiang, sampai 4D dibawah dasar tiang (Kg/Cm^2)

Ap = luas penampang tiang (Cm^2)

JHL = Jumlah Hambatan Lekat (Kg/cm)

K = Keliling Tiang (cm)

b. Metode Aoki De Alencer

Aoki de Alencer merumuskan daya dukung ujung berdasarkan hasil pengujian sondir, cara perhitungan sebagai berikut:

Qu = Qs x Qb …….(2.3)

Dimana :

Qu = Daya dukung Aksial tiang

Qs = tahanan kulit tiang

Qb = tahanan ujung pada tiang

- Menghitung nilai Qb dengan rumus :

  Qb = qb x Ap ……..(2.4)

  Dimana :

  qb = Kapasitas dukung ujung persatuan luas

  Ap = Luas penampang tiang

Sebelum mencari nilai Qb (Kapasitas ujung tiang) terlebih dahulu mencari nilai dari qb (kapasitas dukung ujung persatuan luas) adapun rumus sebagai berikut :

$$qb = \frac{qc\ base}{fb} \quad \text{.....(2.5)}$$

dimana :

qc base = perlawanan konus dihitung rata-rata 1.5D diatas ujung tiang, 1.5D dibawah ujung tiang (kg/cm^2)

Fb = faktor empirik tahanan ujung yang bergantung pada tipe tiang, dilihat pada tabel 2.5

- menghitung nilai Qs (kapasitas dukung kulit) :

$$Qs = F \times As \quad \text{.....(2.6)}$$

Dimana :

F = Tahanan kulit persatuan luas

As = luas kulit tiang pancang

Sebelum menghitung nilai Qs (kapasitas dukung kulit) terlebih dahulu mencari nilai F (tahanan kulit persatuan luas) dengan rumus :

$$F = qc\ side \times \frac{as}{fs} \quad \text{.....(2.7)}$$

Dimana :

qc side = perlawanan konus rata-rata pada lapisan tiang yang tertanam

fs = faktor empirik yang bergantung pada jenis tiang, dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Faktor empiris tipe tiang pancang berdasarkan Fb dan Fs

Tipe Tiang Pancang	Fb	Fs
Tiang bor	3,5	7.0
Baja	1,75	3,5
Beton pratekan	1,75	3,5

Sumber : Titi dan Farsakh, 1999) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

Tabel 2.6 Nilai faktor empirik untuk tipe tanah yang berbeda

Tipe Tanah	As (%)
Pasir	1,4
Pasir Kelanauan	2,0
Pasir Kelanauan dengan Lempung	2,4
Pasir Berlempung	2,8
Pasir Berlempung	3,0
Pasir Berlanau	2,2
Pasir Berlanau dengan lempung	2,8
Lanau	3,0
Lanau Berlempung dengan Pasir	3,0
Lanau Berlempung	3,4
Lempung Berpasir	2,4
Lempung Berpasir dengan Lanau	2,8
Lempung Berlanau dengan Pasir	3,0
Lempung berlanau	4,0
Lempung	6,0

Sumber : Titi dan Farsakh, 1999) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

2.4.1.1 Mencari Zona tipe dengan cara korelasi

Melalui uji CPT di lapangan kita bias menemukan lapisan dan tipe tanah dengan menggunakan grafik berdasarkan nilai *Cone resistance* dan *Sleeve friction*. Grafik yang pertama kali digunakan untuk menentukan jenis tanah memakai nilai tahanan konus (qc)dan friction ratio dengan rumus:

Fr =(Fs/Qc)x100……..……(2.8)

Dimana :

Fr =*friction ratio* (%)

Fs =CPT *Sleeve Friction* (kg/cm2)

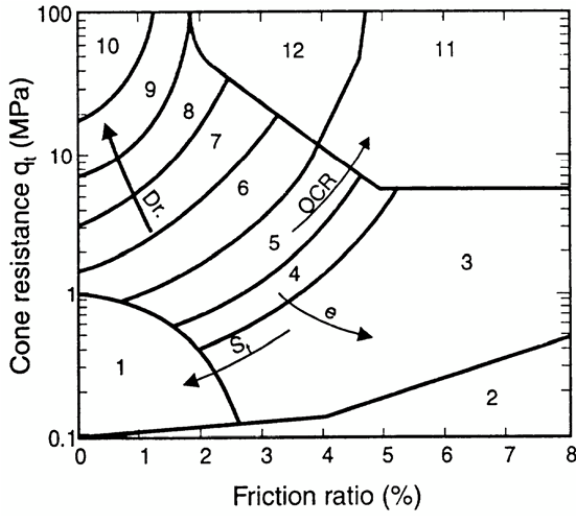
Qc = *Cone resistance* (kg/cm2)

Rumus untuk mendapatkan *Cone resistance* pada grafik:

Cone resistance = qc / pa……..(2.9)

pa = tekanan atmosfer (pa=1 bar=100 kPa=0.1 Mpa)

Grafik yang dibuat oleh Robitson pada tahun 1986 memiliki dua belas jenis tanah akan tetapi pada tahun 1990 dengan menggunakan parameter yang di normalisasi jumlahnya menjadi sembilan jenis tanah saja. Dengan demikian, penggunaan grafik tersebut bisa dilakukan di lapangan menggunakan tabel zona tipe qt-Fr (Robertson et al, 1986)



Gambar 2.6 Zona tipe qt-fr
sumber : Robertson e al,1986) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019

Secara umum keuntungan grafik Robertson menggunakan parameter ternormalisasi adalah deskripsi tanah yang lebih mendekati kondisi sebenarnya.

Tabel 2.7 Zona tipe tanah qt-fr

Zone	***Soil Behaviour Type***
1	*Sensitive Fine Grained*
2	*Organic Material*
3	*Clay*
4	*Silty Clay to Clay*
5	*Clayey Silt to Silty Clay*
6	*Sandy Silt to Silty Clay*
7	*Silty Sand to Sandy Silt*
8	*Sand to Silty Sand*
9	*Sand*
10	*Gravelly Sand*
11	*Very Stiff Fine Grained*
12	*Sand to Clayey Sand*

Sumber: Robertson et al,1986 dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

2.4.2 PDA Test (*Pile Driving Analyzer)*

PDA (*Pile Driving Analyzer*) adalah alat uji pembebanan dinamis yang sangat populer di Indonesia. PDA pada awalnya digunakan untuk menganalisis pondasi tiang pancang, tetapi metode simulasi dari jenis pengujian ini juga dapat diterapkan pada pondasi tiang bor.

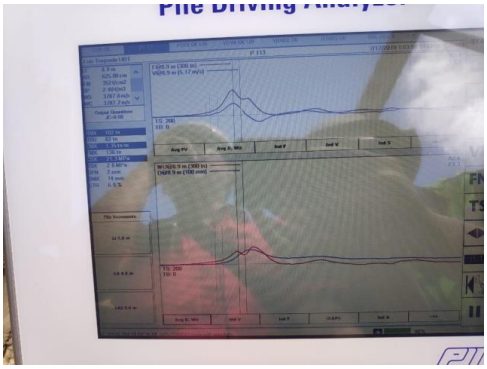
Uji pembebanan ini dilakukan dengan cara memasang gauge dan accelerometer di dekat kepala tiang, kondisi tiang telah tertanam, kemudian instrumen menghitung gelombang yang dihasilkan oleh palu pada kepala tiang. Dengan menggunakan data lapangan dan mengabungkan teori perambatan gelombang pengujian PDA test ini dapat diperediksi besaran daya dukung dan simulasi gesekan selimut sepanjang tiang dan perilaku penurunan beban tiang. Tujuan pengujian tiang menggunakan PDA *(Pile Driving Analyzer)* guna untuk mendapatkan data tentang:

1. Nilai daya dukung aksial tiang (ultimit tiang)
2. Ketahanan tiang pondasi.
3. Energi yang disalurkan secara tepat

2.4.2.1 Alat Uji HSDP

Peralatan pengujian:

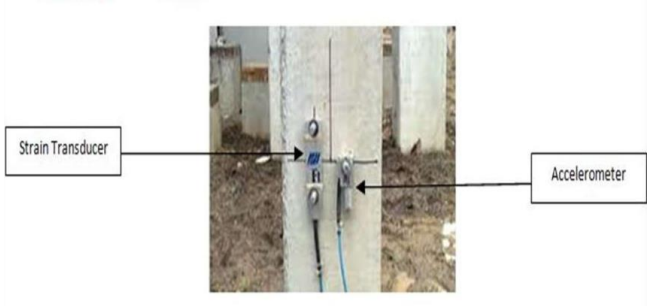
1. *Pile Driving Analyzer* (PDA);



Gambar 2.7 Monitor PDA Test

Sumber: Data proyek Lab teknik UBT

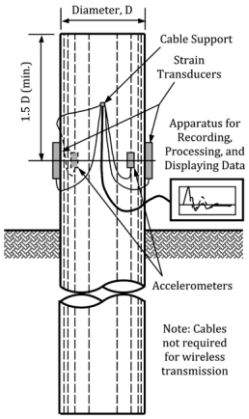
2. Sensor *strain transducer dan accelerometer*



Gambar 2.8 Sensor *strain transducer dan accelerometer*

Sumber: NSPKjembatan.Pu.co.id

3. Kabel Penghubung.



Gambar 2.9 Penempatan *Accelerometer* dan *Strain Transducer* Pada Elemen *Pile* serta perangkat HSDP *test*

Sumber: NSPKjembatan.Pu.co.id

2.4.2.2 Pelaksanaan Uji PDA Test

Pengujian tiang dengan PDA Test dilakukan dengan cara menempelkan 2 pasang sensor secara berlawanan (dapat dilihat pada gambar 2.9 Sepasang sensor terdiri dari sensor regangan dan akselerometer, kemudian dipasang di bawah kepala tiang. Prosedur uji tiang dinamis berlaku untuk ASTM D4945-12. Persiapan meliputi:

1. Jika kepala tiang rata dengan tanah, gali tanah disekitar kepala tiang.
2. Bor lubang kecil di batang untuk menghubungkan sensor regangan dan akselerometer.
3. Pemasangan alat atau perlengkapan uji PDA.

2.4.2.3 Analisis dan Interpretasi Hasil Uji PDA Test

Analisis dan interpretasi hasil pengujian HSDP mengikuti standar ASTM D-4945. Metode analisis uji HSDP dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Metode CAPWAP
2. Hukum kasus

a. Metode CAPWAP

Analisis dilakukan setelah uji PDA yang merupakan salah satu metode *Signal Adaptation Analysis* (SMA). CAPWAP adalah program aplikasi analisis numerik yang menggunakan input data gaya dan kecepatan yang diukur dengan PDA. Tujuan dari program ini adalah untuk memperkirakan berapa besar tahanan tanah yang terdapat pada tanah di bagian bawah tiang berdasarkan pemodelan sistem lantai tiang dan membaginya menjadi bagian-bagian hambatan dinamis dan statis. Laporan ini menggunakan data dari uji PDA untuk memberikan hasil analisis yang lebih detail. Dari analisis CAPWAP, anda dapat menemukan data yang lebih rinci dari uji PDA, bersama dengan informasi tambahan.

1. Tahanan akhir pondasi tiang tunggal.
2. Pondasi tiang tunggal dapat menahan gesekan pada berbagai tingkat.
3. Simulasi uji beban statis.

b. Case Method

Analisis data PDA menggunakan metode *Case*. Ini termasuk mengukur kecepatan dan data gaya selama pengujian (setelah eksekusi), dan menghitung kuantitas dinamis waktu nyata untuk mendapatkan ide tentang kapasitas dukung beban Pondasi tiang tunggal. Anda dapat mengetahui dari tes PDA menggunakan "*Case Method*" mendapatkan hasil berupa:

a. Kapasitas dukung beban satu pondasi yang dilakukan percobaan
b. Ketahanan pondasi dan sambungannya
c. Efisiensi penyaluran energi dari benturan hammer/alat pancang

berdasarkan nilai rata-rata pada sinyal yang terukur *force* dan *velocity*, yang terukur langsung, dari alat PDA adalah sebagai berikut:

a. Tegangan tekan maksimum pada posisi sensor (CSX, CSI0)

b. *Displacement maksimum* (DMX)

Yang dapat dihitung atau di keluaarkan dari alat PDA di antaranya sebagai berikut:

a. Kapasitas tiang termobilisasi, (RMX)
b. Tegangan tarik maksimum sepanjang tiang (TSX)
c. Energi maksimum yang ditransfer ke tiang selama tumbukan (EMX)

Saat pengujian dengan uji PDA, hasil kapasitas dukung beban diperoleh, yang mewakili salah satu dari dua kondisi berikut:

a. Refusal

Daya dukung refusal adalah daya dukung yang terdeteksi/tercatat dan dianalisis yang diperoleh dari kondisi pondasi tiang yang belum termobilisasi secara penuh. Kondisi tidak termobilisasi penuh adalah kondisi dimana pondasi tiang pancang belum mencapai kapasitas tertinggi atau ultimitnya. Ketika pondasi tiang diuji, energi tidak ditransfer ke seluruh tahanan atau daya dukung pondasi tiang.

b. Ultimate

Daya dukung ultimit adalah kondisi pondasi tiang yang telah dimobilisasi penuh. Angka daya dukung yang dihasilkan dari analisis PDA dan CAPWAP pada kondisi ini merupakan daya dukung ultimit atau batas dari pondasi tiang yang diuji.

2.5 Tiang Pancang Kelompok (*Pile Group*)

Pada bangunan struktur khususnya struktur bawah jarang sekali didapatkan tiang pancang yang berdiri sendiri (*Single Pile*), melainkan pondasi tiang pancang yang sering digunakan lebih dari satu tiang (*Pile Group*).

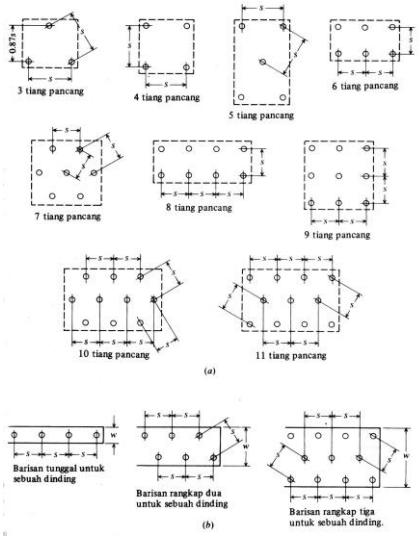
Dalam menyatukan tiang pancang dalam satu kelompok biasanya di lakukan pemasangan poer (*footing*) diatas tiang. Kekuatan tiang akan berpengaruh terhadap bentuk, struktur dan jarak pada tiang dalam satu kelompok.

Apabila tiang disatukan menjadi kelompok (*Pile Group*), maka kekuatan tekanan berpengaruh terhadap jarak dan beban pondasi, jarak yang jauh seringkali di

nilai tidak efektif. Hal ini dikarenakan pile cap yang berada di atas grup pondasi akan di cor dan akan berfungsi sebagai landasan kolom untuk membagi beban ke beberapa pondasi dalam satu grup yang sama

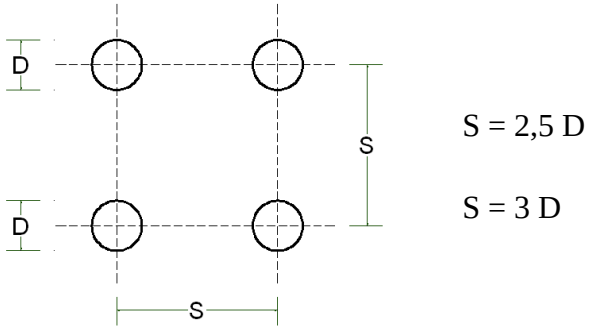
Untuk perhitungan, poer akan dibuat keras secara utuh sehingga:

1. Bidang pile cap tetap pada bidang datarnya apabila tiang kelompok terjadi penurunan
2. Gaya yang bekerja pada tiang selaras dengan penurunan pada tiang.



Gambar 2.10 Macam-macam pola kelompok tiang pancang
Sumber : Bowles, K. E., 1991) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

Dirjen Bina Marga merekomendasikan jarak antar pondasi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.11 Jarak tiang pondasi dalam satu kelompok
(Sumber : Bowles, J. E., 1991) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

Dimana :

S = (*spacing*) jarak antar satu tiang

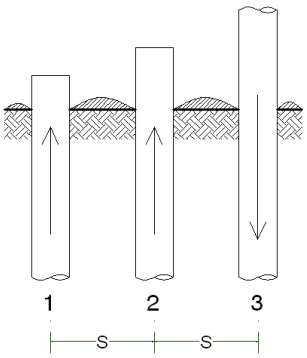
D = Diameter tiang pondasi.

pertimbangan ukuran *space* tiang pondasi dalam kelompok di sarankan minimal 0.60 m dan 2.00 untuk jarak maksimum, saran ini berdasarkan pada poin berikut:

1. Apabila jarak tiang lebih kecil dari diameter (space) S <2,5.D (diameter) Pada tiang no. 3 (Gambar 2.11) akan mengakibatkan:
   a. Apabilah pada saat peroses pemancangan bisa dipastikan tanah yang berada di area tiang tersebut akan naik hal ini dikarenakan faktor desakan oleh tiang yang di pasang, dengan space tiang terlalu dekat dari yang di sarankan.
   b. Terangkatnya tiang-tiang di sekitarnya yang telah dipancang lebih dahulu.
2. Bila (*space*) S > 3 D (diameter)

   Apabila nilai dari jarak lebih besar dari 3 D (diameter) maka bisa dikatakan tidak ekonomis, karena akan memperbesar ukuran dari poer nantinya.

Setelah mendapatkan jarak dan ukuran pada tiang pancang kita bisa merencanakan perkiraan luasan pada poer nantinya. Jika seluruh poer yang dibutuhkan kurang dari setengah luas bangunan, maka kita bisa menggunakan pondasi setempat dengan poer di atas kelompok tiang pancang. Dan apabila total diperlukan luas poer lebih besar daripada setengah luas bangunan, maka biasanya kita pilih pondasi penuh di atas tiang-tiang pancang.

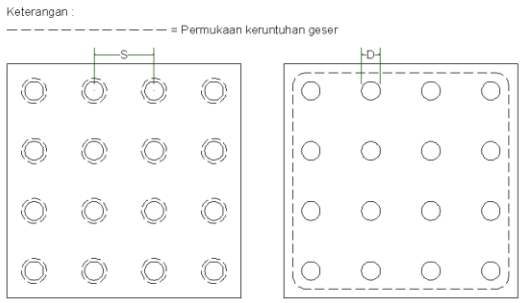


Gambar 2.12 Pengaruh tiang akibat pemancangan
Sumber : Sardjono, H. S., 1988) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

2.5.1 Efesiensi Tiang Pancang dan Kapasitas Tiang Kelompok

Pile Group tidak akan mengalami keruntuhan geser umum apa bila tanah lempung lunak, timbunan atau pasir tidak padat dengan dasar tiang yang bertumpuh pada tanah kaku, yang terpenting ialah memberikan factor aman terhadap bahaya keruntuhan tiang tunggalnya. Akan tetapi, penurunan tiang kelompok perlu dipancang secara keseluruhan ke dalam tanah lempung lunak.

Faktor keamanan terhadap keruntuhan balok harus diperhatikan dalam kelompok tiang berdasarkan lapisan lempung lunak, hal utama untuk jarak tiang yang rapat (berdekatan). Ketika pondasi dipasang dengan *space* yang jauh, tanah diantara tiang bergerak sepenuhnya ke bawah karena beban yang diberikan. Namun, jika jarak tiang terlalu dekat, ketika tiang jatuh karena beban, tanah di antara tiang juga bergerak ke bawah. Kelompok tiang dapat dianggap sebagai satu tiang besar dengan lebar yang sama dengan lebar kelompok tiang dalam hal ini. Model keruntuhan disebut keruntuhan blok bila tanah yang menopang kelompok tiang ini mengalami keruntuhan Akibatnya, ketika sebuah balok runtuh, tanah di antara tumpukan bergerak kebawah bersama-sama dengan tiangnya. Kegagalan semacam ini dapat terjadi pada tiang bor dan tiang pancang.



Gambar 2.13 Tipe keruntuhan dalam kelompok tiang : (a) Tiang tunggal, (b)Kelompok tiang

Sumber : Hardiyatmo, 2002) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

Menurut Coduto (1983) dalam (Endah Dwi Septiana, 2019), efesiensi kelompok tiang pancang ditentukan oleh beberapa hal, yaitu:

1. Jumlah pondasi tiang, panjang tiang, diameter tiang, dan yang paling penting jarak antara porosnya.
2. Model pemindah beban (tahanan gesek ke tahanan dukung ujung)
3. Tata cara pemasangan tiang
4. Urutan pemasangan tiang.
5. Macam parameter tanah.
6. Jangka waktu setelah pemancangan.
7. Interaksi antar pelat penutup pile cap terhadap tanah.

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperlihatkan faktor efisiensi tiang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

Qg = Eg x n x Qa .....(2.10)

dimana :

Qg = Beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan.
Eg = Efisiensi kelompok tiang.
n = total tiang dalam satu kelompok.
Qa = Beban maksimum untuk tiang tunggal

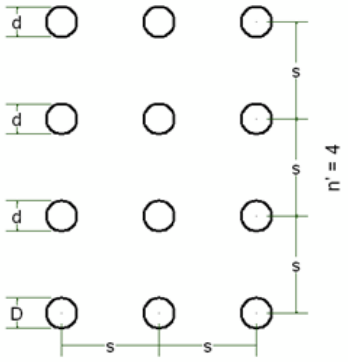
Cara perhitungan kapasitas tiang kelompok ada beberapa rumus efisiensi tiang telah disarankan, meskipun semuanya merupakan perkiraan (pendekatan). Dengan mengabaikan bentuk tiang, panjang tiang, parameter, kedalaman tiang serta pengaruh air tanah, bisa di lakukan dengan didasarkan susunan pada tiang. Adapun perhitungan efisiensi tiang yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

- Metode *Converse-Labarre Formula*

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1.m+(m-1).n}{90.m.n} \quad \text{.....(2.11)}$$

keterangan :

Eg = Efisiensi tiang. kelompok
m = Jumlah baris yang ada pada tiang kelompok.
n = Jumlah tiang dalam satu baris.
θ = Arc tg d/s, dalam derajat.
S = Jarak antar ke pusat tiang
d = Diameter ukuran tiang.



Gambar 2.14 Defisini jarak *s* dalam perhitungan efisiensi tiang kelompok
Sumber: Hardiyatmo, 2008. dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

Efisiensi tiang kelompok didefinisikan sebagai:

. Eg = $\frac{Qg}{n\,Qu}$.....(2.12)

Dimana:

Qg = efisiensi tiang kelompok yang menyebabkan keruntuhan

Qu = beban maksimum (Ultimit) tiang tunggal yang mengakibatkan keruntuhan

n = jumlah tiang dalam kelompok

Pada analisis daya dukung kelompok tiang dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan oleh persamaan (untuk jarak tiang kira-kira 2,25d atau lebih) sebagai berikut:

$Q_g = E_g\, n\, Q_u$.....(2.13)

2.6 Faktor keamanan (*Safety factor*)

(Menurut Harry Christady Hardiatmo, 2008) Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang yang diperoleh melalui kapasitas ultimit (Qu) dibagi dengan faktor aman tertentu. Faktor aman perlu diberikan dengan maksud:

1. Memberikan perlindungan untuk ketidakpastian dari metode yang dipakai.
2. Melindungi dari perubahan kekuatan geser dan kompresibilitas tanah.
3. Memastikan material tiang mampu menopang beban kerja.
4. Meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas toleransi.

5. Periksa untuk melihat apakah penurunan yang tidak seragam antar tiang berada dalam toleransi yang dapat diterima.

maksud dengan poin nomor 4, berdasarkan hasil banyak pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil hingga sedang (600 mm), penurunan akibat beban bekerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5.

Beban yang bekerja atau kapasitas tiang ijin (Q_a) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit (Q_u) dibagi dengan faktor aman yang sesuai. faktor aman yang sering di gunakan dalam pemancangan, sebagai berikut :

$$Qa = \frac{Qu}{2,5} \quad \text{.....(2.14)}$$

Tabel 2.8 Faktor aman yang disarankan (*Reese & O'Neill*, 1989)

Klasifikasi struktur	Faktor keamanan (*Safety Factor*)			
	Kontrol baik	Kontrol normal	Kontrol jelek	Kontrol sangat jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

Sumber : Teknik Pondasi 2, (1996). dalam (Endah Dwi Septiana, 2019)

Untuk menghitung faktor aman, Tomlinson (1963) dalam (Harry Christady Hardiatmo, 2008) menyarankan utnuk menghitung Faktor aman (F) kelompok tiang dapat dinyatakan oleh persamaan berikut :

$$F = \frac{Qg}{Q'} \quad \text{.....(2.15)}$$

Q´ = Beban kelompok tiang akibat beban struktur

Qg = Kapasitas ultimit kelompok tiang

2.7 Penelitian terdahulu

Reno Dwi Santoso (2017), melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Statis dan Dinamis pada Bendungan Gerak Sembayat Gresik” tujuan penulis yaitu menganalisa daya dukung tiang pancang dengan metode statis dan dinamis pada Proyek Bendungan Gerak Sembayat di Desa Sidomukti Kabupaten Gresik. Dari analisa tersebut didapatkan bahwa hasil metode dinamis lebih besar dari pada metode statis dimana daya dukung tiang minimal menurut Luciano Dacourt adalah Q izin tarik minimal sebesar 15,25 ton pada BU-12 dan Q izin tekan minimal sebesar 41,55 ton pada BU-11. Untuk metode dinamis, daya dukung tiang minimal pada metode Eytelwein diperoleh nilai daya dukung tiang minimal sebesar 61,566 ton pada perhitungan di GW 1.

Endah dwi septiana (2019), melakukan penelitian Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Pembagunan Gedung SMPN 7 Tarakan dengan tujuan untuk menganalisa daya dukung tiang pancang dengan metode statis, dinamis dan elemen hingga pada pembangunan gedung SMPN 7 Tarakan. Berdasarkan hasil analisa didapat dengan cara statis yaitu pada sondir S-5 metode Meyerhof sebesar 2252,96 ton dan yang terkecil di titik S-1 dengan metode Aoki de Alancer sebesar 502,73 ton. Daya dukung tiang kelompok menggunakan metode dinamis yang terbesar yaitu pada titik B-19-C metode *Engineering New Record* (ENR) sebesar 1994,45 ton sedangkan yang terkecil pada titik B-19-F metode Janbu sebesar 575,831 ton. Dan dengan aplikasi plaxis didapatkan nilai ultimit tiang pancang kelompok sebesar 1850,18 ton.

Yanuar Aditya Pratama (2019) dengan judul ‘Analisa Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Dengan Menggunakan Metode Empiris Dan Dinamik Pada Proyek Jalan Tol Pandaan-Malang’. Berdasarkan hasil diperoleh bahwa perbandingan dengan menggunakan metode Meyerhof (1976), *Aoki & de Alencer* (1975), dan Bazara & Kurkur (1986), dapat disarankan untuk mendesain daya dukung tiang bor karena rata-rata hasil perbandingan masuk dalam toleransi ±18% yaitu 9,27% 17,10% dan 3,59%. Metode tersebut ditentukan dalam perencanaan daya dukung tiang bor silinder dengan diameter 120 cm pada tanah lapis lempung.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium dan Kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan yang terletak di Jl. Amal Lama No.01 Tarakan, kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara. Pada proyek ini akan dibangun gedung 3 lantai dengan struktur pondasi bawah menggunakan pondasi tiang pancang. Mutu beton tiang pancang menggunakan K-350, dengan dimensi 25 cm x 25 cm dan panjang 6 m. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

(Sumber : *Google Maps*)

3.2 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengambilan data penulis mendapatkan data melalui:

1. Metode kepustakaan melalui literatur yang diperoleh dari buku-buku pondasi, jurnal penelitan, bahan kuliah serta bahan pustaka lainnya yang ada hubungannya dengan penlitian penulis.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang dikumpulkan dari instansi terkait, serta aturan-aturan yang masih digunakan terkait dengan penelitian ini. Penelitian ini akan menggunakan dua jenis data di lapangan, yaitu data uji PDA dan gambar rencana.

3.3 Analisis Data

Berikut merupakan langkah-langkah dilakukan untuk menganalisis daya dukung tiang pancang:

3.3.1 Penentuan *joint reactions*

Distribusi beban pada pondasi gedung Laboratorium dan Perkuliahan Terpadu akan dianalisa menggunakan bantuan program SAP2000. Struktur dikenai beban yang diterapkan di seluruh permukaan. Gaya maksimum pada pondasi diperoleh dengan menghitung beban dan menjumlahkannya. Beban kerja yang direncanakan untuk SAP 2000 di gedung adalah:

a. Beban Mati (DL)

Menurut SNI 1727-1989 beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Material elemen struktur yang utma ialah beton bertulang dengan berat sendiri sebesar 2400 kg/m^2. Selain itu SAP2000 juga menganalisis tambahan, adapun beban tambahan yang di masksud yakni berupa spesi 21 kg/m^2, mekanikal dan elektrikal 25 kg/m^2, keramik 24 kg/m^2, plafond dan penggantung 18 kg/m^2 dan beban dinding pasangan setengah bata sebesar 250 kg/m^2.

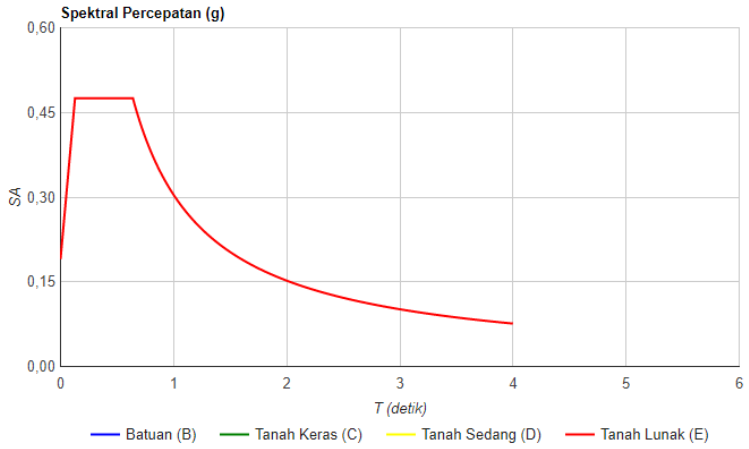
b. Beban Hidup (LL)

Menurut SNI 1727-1989 beban hidup merupakan semua beban yang ada akibat penghunian pada suatu gedung dan kedalamnya beban tersebut masuk pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindahkan, alat mesin serta peralatan yang dimaksud tak terpisahkan dari gedung-gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga dari beban terebut mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Dalam memodelkan beban hidup ke dalam program SAP2000 harus disesuaikan dengan kegunaan gedung itu sendiri. Beban hidup untuk konstruksi gedung sebesar 250 kg/m^2 dan untuk tangga dan bordes sebesar 300 kg/m^2 mangacu

pada PPIUG lalu dimodelkan kedalam SAP2000 sebagai *uniform to frame (shell).*

c. Beban Gempa (Q)

Menurut SNI 1727-1989 beban gempa merupakan semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat beban gempa itu. Analisa pembebanan gempa menggunakan respon spektrum akan dihitung dengan menggunakan SAP2000.



Gambar 3.2 Grafik respon spektrum gedung lab dan kuliah terpadu
Sumber: Puskim.pu.co.id, 2021

Dalam hal ini informasi respon spektrum, merupakan fungsi spektra percepatan gempa (S) terhadap rentang waktu selama periode gempa berlangsung (T). Diagram respon spektrum diperoleh dari Pusat penelitian dan pengembangan pemukiman (Puskim) dalam websitenya yaitu puskim.pu.co.id, dalam memasukan lokasi yaitu gedung laboratorium dan kuliah terpadu (LU: 3,300032, BT: 117,645287).

Berikut pada tabel 3.1 merupakan nilai parameter respon spektrum untuk wilayah Tarakan dengan kondisi tanah lunak (kelas E).

Tabel 3.1 Data tanah lunak gedung laboratorium dan kuliah terpadu

Variabel	Nilai	Variabel	Nilai
PGA (g)	0,156	PSA (g)	0,320
SS (g)	0,308	SMS (g)	0,713
S1 (G)	0,134	SM1 (g)	0,456
CRS	0,956	SDS (g)	0,475
CR1	1,026	SD1 (g)	0,304
FPGA	2,051	T0 (det)	0,128
FA	2,314	TS (det)	0,640
FV	3,397		

Sumber: Puskim.pu.co.id, 2021

Untuk kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung, pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keamanan I. Gedung ini direncanakan sebagai gedung perkuliahan dan laboratorium. Menurut peraturan pembebanan indonesia untuk gedung 1983, gedung kuliah termasuk dalam kategori risiko ke IV dengan faktor kepentingan untuk seismik atau I adalah 1,5.

Secara umum, tahapan analisis dan desain dalam SAP2000 dibagi menjadi dua tahap, yaitu:

1. **Tahap Analisis :** meliputi permodelan struktural, penentuan sifat material, ukuran penampang, jenis beban dan kombinasi untuk menganalisis gaya dalam struktur.
2. **Tahap Desain** : penentuan parameter desain (konstruksi beton besi, struktur baja, desain lainnya) dan standar yang menjadi awal dalam desain.

d. Peraturan dan Standard Perencanaan

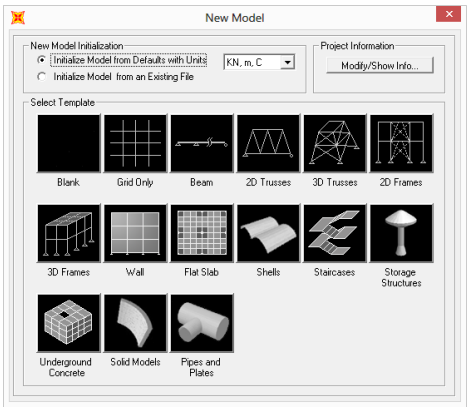
Acuan peraturan pada perencanaan struktur dan pembebanan pada gedung sebagai berikut :

1. Peraturan tentang perencanaan bangunan Tahan Gempa untuk Gedung SNI 03-1726-2012.
2. Peraturan tentang Struktur Beton untuk Gedung SNI 03-2847-2013.
3. Peraturan dan perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2015.
4. Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung PPURG 1987.

Berikut adalah langkah-langkah distribusi pembebanan dengan menggunakan program SAP2000 :

a. Input Model

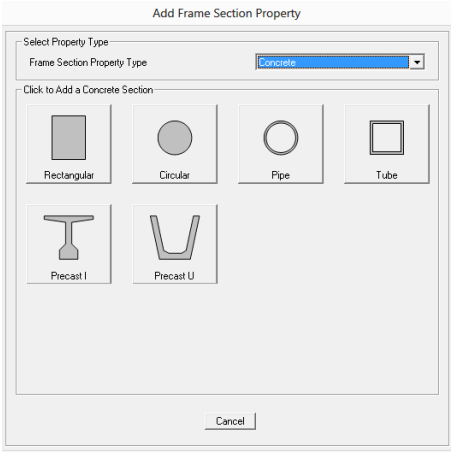
Menggambar Model Struktur sesuai dengan rencana yaitu dengan cara menjalankan aplikasi **SAP2000.v14,**Pilih menu ***File -> New model*** kemudian memilih satuan **KN, m, C.**



Gambar 3.3 Kotak dialog *New model*
Sumber : Modul SAP2000

b. Menetapkan Material

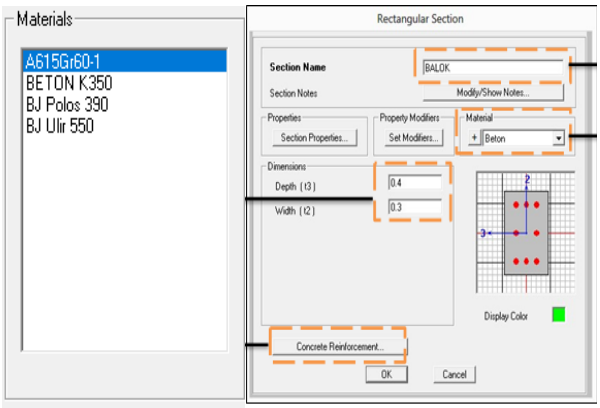
Pilih menu ***Define*** → ***Materials*** Pada material yang akan di masukan ialah jenis material seperti Beton, kolom, Satuan, Berat jenis dan Modulus elastisitas.



Gambar 3.4 Bentuk material
Sumber : Modul SAP2000

c. Menetapkan Penampang

Membuat penampang sesuai dengan gambar perencanaan ada pun yang akan di masukkan, berupa data seperti ukuran balok atau kolom pada bangunan, serta jumlah dan jarak antar tulangan yang sesuai pada gambar rencana.



Gambar 3.5 Penampang

Sumber : Modul SAP2000

d. Mendefinisikan penampang pada pelat lantai

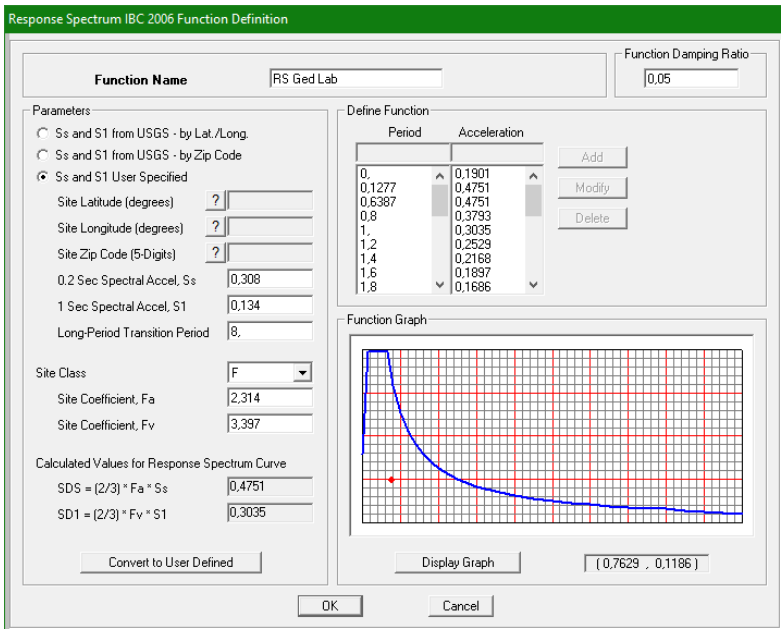
Pelat lantai akan dimodelkan dengan menggunakan elemen shell pada SAP2000 dengan dimensi yang dimasukkan sesuai dengan gambar struktur. Elemen shell adalah elemen dua dimensi (area) sedangkan elemen bingkai adalah elemen satu dimensi (garis).

e. Menetapkan Beban

Pada proses ini, beban yang akan di rencanakan adalah beban mati dan beban bergerak. Hal ini sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1727-2013.

f. Beban gempa

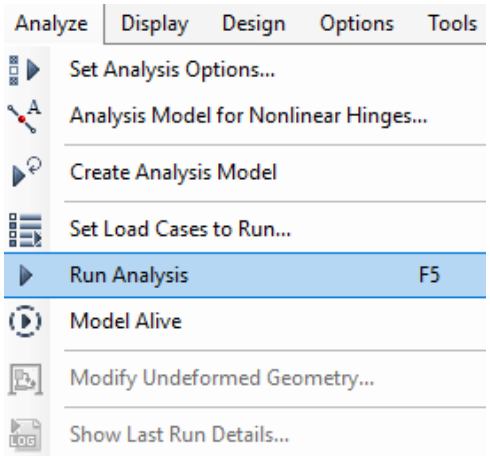
Memasukan beban gempa sesuai SNI 1726-2012 dengan menggunakan analisis *respone spectrum* yang diperoleh dari data puskim.co.id.



Gambar 3.6 Analisis respone Spectrum

Sumber : Modul SAP2000

g. Setelah semua beban dimasukkan selanjutnya melakukan *run analysis* untuk memperoleh besarnya gaya yang berkerja pada struktur gedung.



Gambar 3.7 Run analysis pada SAP2000

Sumber : Modul SAP2000

h. Setelah proses *running* selesai maka didapatkan besarnya gaya yang berkerja untuk tiap titik pondasi

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted — Joint Reactions

Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m
1	1,4D	Combination		42,131	51,047	548,978	133,5801	-106,2536
1	,2D+1,6L+0,5F	Combination		47,02	56,92	625,29	208,2781	-171,1491
1	,2D+1,6R+0,5v	Combination		36,112	43,755	470,553	114,4973	-91,0745
1	0,9D+1,0E	Combination	Max	39,435	36,295	355,987	99,3491	-20,7845
1	0,9D+1,0E	Combination	Min	14,733	29,338	349,842	72,3968	-115,8273
2	1,4D	Combination		-42,128	51,047	548,977	133,581	106,2641
2	,2D+1,6L+0,5F	Combination		-47,014	56,92	625,289	208,2791	171,1744
2	,2D+1,6R+0,5v	Combination		-36,11	43,755	470,552	114,498	91,0835
2	0,9D+1,0E	Combination	Max	-14,731	36,295	355,986	99,3524	115,834
2	0,9D+1,0E	Combination	Min	-39,434	29,337	349,842	72,3945	20,7913
3	1,4D	Combination		10,998	-8,354	1817,463	-15,7671	-81,3861
3	,2D+1,6L+0,5F	Combination		15,243	0,294	2285,947	-14,8882	-158,4464
3	,2D+1,6R+0,5v	Combination		9,427	-7,16	1557,826	-13,5147	-69,7595
3	0,9D+1,0E	Combination	Max	20,923	-1,599	1171,176	6,0436	14,2638
3	0,9D+1,0E	Combination	Min	-6,782	-9,141	1165,563	-26,3156	-118,9031
4	1,4D	Combination		-10,988	-8,352	1817,463	-15,7686	81,4115
4	,2D+1,6L+0,5F	Combination		-15,226	0,295	2285,946	-14,8894	158,4945
4	,2D+1,6R+0,5v	Combination		-9,418	-7,159	1557,826	-13,5159	69,7813
4	0,9D+1,0E	Combination	Max	6,789	-1,599	1171,177	6,0456	118,9196
4	0,9D+1,0E	Combination	Min	-20,916	-9,14	1165,561	-26,3195	-14,2477

Record: 1 of 210 — Add Tables... — Done

Gambar 3.8 *Joint reaction Pada struktur*
Sumber :Modul SAP2000

3.3.2 Analisis daya dukung tiang pancang dengan metode statis

Pada metode statis data yang digunakan ialah data sondir yang didapat dari pengujian tanah di lapangan, yang kemudian data tersebut nantinya akan di hitung menggunakan sebuah rumus persamaan guna untuk mendapatkan suatu nilai pendekatan kekuatan sebuah tiang pancang. Menurut jurnal Andyt Tegar Zakahfi, (2019) Para insinyur dari Belanda sering menggunakan qc pada batas 300 kg/cm² dan qc utama maksimum 150 kg/cm² untuk tanah berpasir serta 100 kg/cm² untuk tanah pasir yang sangat berlumpur. Pada penelitian ini data sondir yang digunakan yaitu pada titik 1 hingga sondir titik 10 sesuai dengan jumlah data yang di ambil. Adapun data yang diperoleh dari pengujian sondir ini berupa nilai tahanan ujung (qc) dan jumlah hambatan lekat/JHL yang kemudian dimasukkan kedalam perhitungan persamaan metode Meyerhof dan metode Aoki de Alencar untuk dianalisis guna memperoleh daya dukung tiang pancang pada pondasi. Adapun untuk rumus dari

metode Meyerhof dapat dilihat pada bab dua hal 14 dan untuk metode Aoki De Alencer dapat dilihat pada bab dua hal 15.

3.3.3 Analisis Tiang Pancang dengan metode dinamis

Setelah melakukan perhitungan dengan cara statis selanjutnya dilakukan metode dinamis menggunakan data PDA Test yang diperoleh dari pengujian pemancangan dilapangan, akan tetapi PDA Tes ini merupakan sebuah proses pengambilan kekuatan tiang secara langsung di lapangan pada pondasi tiang, sehingga data kekuatan tiang dapat di ketahui secara cepat melalui uji PDA Tes ini. Metode dinamis (PDA) dilakukan dengan memasang sepasang sensor percepatan dan sensor regangan pada permukaan tiang, kemudian diberikan tumbukan yang mengenai kepala tiang. Energi yang dihasilkan oleh tumbukan dicatat oleh komputer PDA melalui perangkat lunak CAPWAP dalam bentuk diagram hubungan antara kecepatan dan gaya dan waktu, kemudian diolah untuk mendapatkan daya dukung dan penurunan tiang.

Tabel 3.2 Data dan parameter pengujian PDA test

kode	Keterangan
BN	Pukulan
RMX	Gaya Dukung
FMX	Gaya Tekan Maksimum
CTN	Gaya Tarik Maksimum
EMX	Energi Maksimum Yang Di Tranfer
DMX	Penurunan Maksimum
DFN	Penurunan Permanen
STK	Tinggi Jatuh Palu
BPM	Pukulan Permenit
BTA	Nilai Keutuhan Tiang
LE	Panjang Tiang Di Bawah Instrumen
LP	Panjang Tiang Tertanam
AR	Luas Penampang Tiang

Sumber : Jurnal Andyt Tegar Zakahfi, (2019)

Setelah mendapatkan hasil gaya dukung dari data PDA Test, di perlukan suatu pendekatan data daya dukung pondasi tiang dengan menggunakan analisa perhitungan dengan metode Statis yakni metode Meyerhof dan Aoki De Alencer,

pada analisis ini di gunakan acuan pada tiang yang tertanam dari Data PDA Test. Untuk cara perhitungan sama pada metode Statis sebelumnya yang telah di analisis, bisa di lihat Pada Bab dua hal 14. Adapun tujuan dari pendekatan ini ialah untuk memastikan keakuratan hasil analisa dengan metode Statis dan metode Dinamis menggunakan hasil dari Pengujian PDA Test di lapangan.

3.4 Efisiensi Tiang Kelompok

Proses selanjutnya setelah memperoleh daya dukung tiang pancang tunggal dari cara statis dan dinamis, selanjutnya melakukan analisa untuk memperoleh nilai efisiensi kelompok tiang agar pondasi yang di hasilkan semakin kuat dalam memikul beban pada struktur dengan metode *Converse labarre* formula. Guna untuk didapatkan nilai daya dukung tiang pancang kelompok, dalam satu kelompok tiang. Sebelum mendapatkan nlai dari kapasitas tiang terlebih dahulu mencari nilai efisiensi kelompok tiang, adapun untuk rumus mencari efisiensi tiang menggunakan metode *Converse Labarre* formula sebagai berikut :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1.m+(m-1).n}{90.m.n} \quad \text{.....(2.9)}$$

1. Eg = Efisiensi tiang kelompok pondasi.
2. m = Jumlah baris tiang.
3. n = Jumlah tiang dalam satu baris.
4. θ = Arc tg d/s, dalam derajat.
5. s = Jarak pusat ke pusat tiang
6. d = ukuran diameter tiang

Setelah mendapatkan nilai dari faktor efisiensi tiang selanjutnya menghitung kapasitas ultimit tiang (Qg). Adapun untuk rumus kapasitas ultimit tiang sebagai berikut :

$$Q_g = E_g \, n \, Q_u \text{.....(2.11)}$$

Qg = Kapasitas ultimit tiang

Eg = Efisiensi tiang kelompok

n = Jumlah tiang

Qu = Kapasitas ultimit

3.5 Angka Keamanan / *Safety Factor* (SF)

Setelah mendapatkan hasil dari kapasitas tiang selanjutnya menghitung angka keamanan, cara memperoleh angka SF ialah dengan cara membagi daya dukung kelompok tiang dengan besarnya gaya yang bekerja/Q' pada pondasi. Dari hasil tersebut didapatkan nilai *safety factor* (SF). Adapun rumus untuk menghitung faktor aman , Tomlinson (1963) Menyarankan sebagai berikut :

$$F = \frac{Qg}{Q`} \quad \text{.....(2.15)}$$

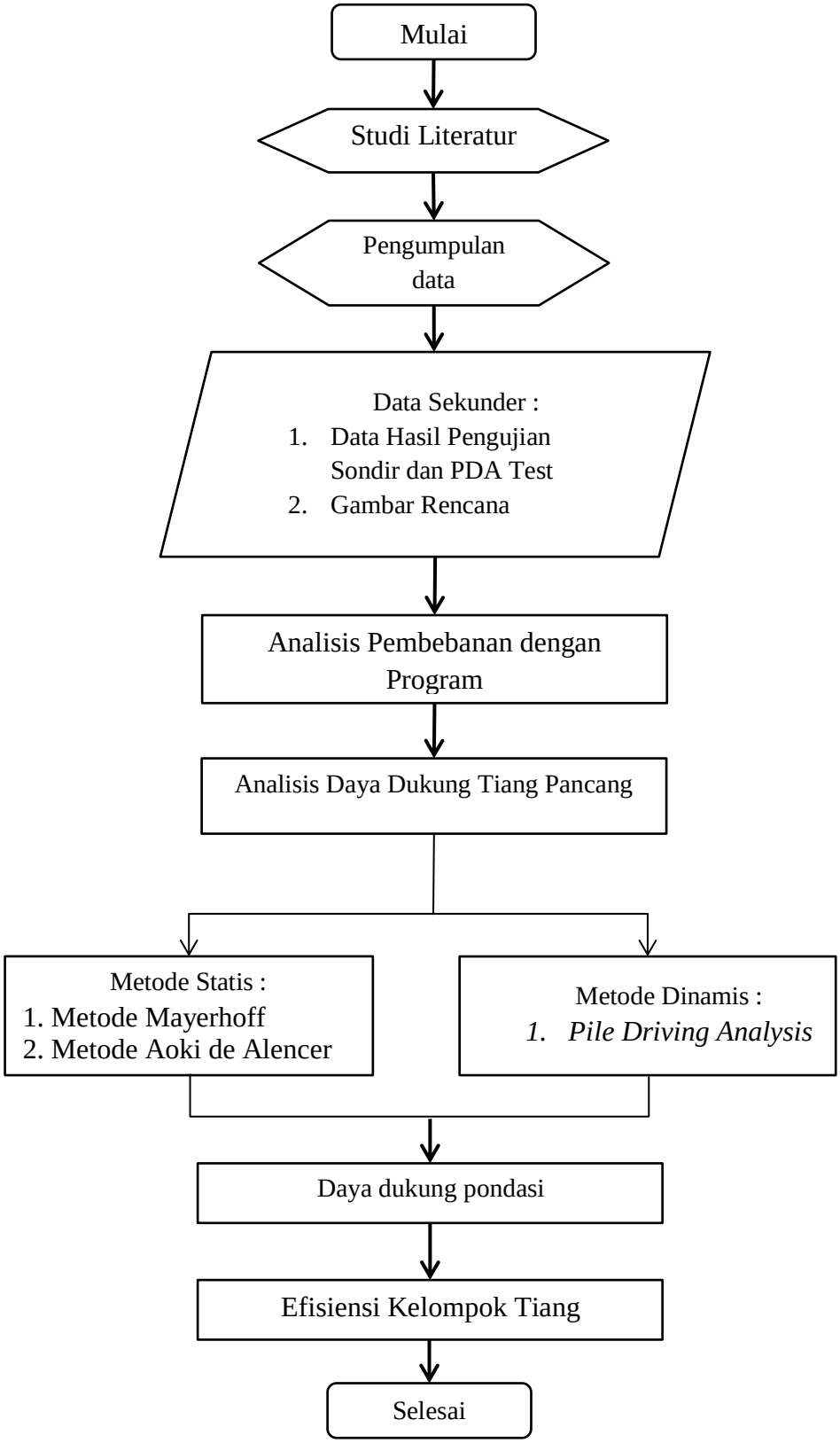
Dimana :

Qg = Kapasitas ultimit kelompok tiang

Q` = Beban kelompok tiang akibat beban struktur

F = Faktor keamanan

3.6 Bagan Alir / *Flow Chart*



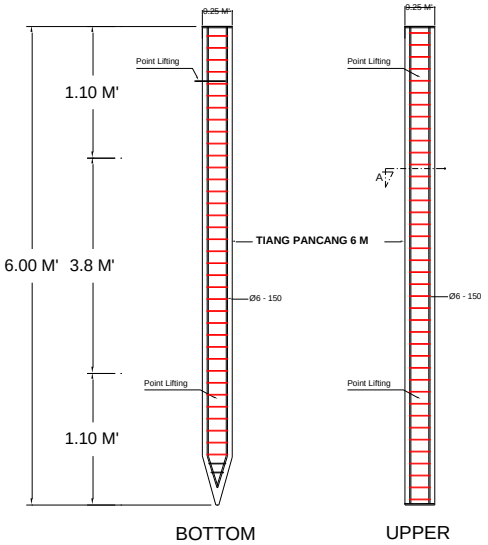
Gambar 2.11 Bagan Alur Penelitian
Sumber : Data hasil analisa, 2022

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Teknis Tiang pancang

Berikut ini spesifikasi data teknis tiang pancang yang di gunakan dalam penelitian, yakni :

Ukuran tiang pancang	= 25 cm x 25 cm
Panjang tiang	= 6 m
Mutu beton tiang pancang	= K-350
Jumlah tiang pancang	= 528 tiang

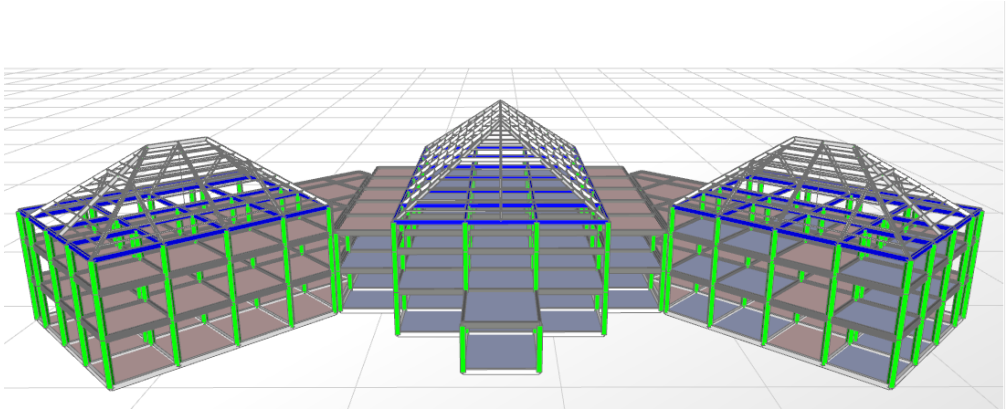


Gambar 4.1 Detail gambar tiang pancang
Sumber: Gambar struktur Lab kuliah terpadu UBT

4.2. Analisa Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder mengenai pekerjaan pembangunan gedung laboratorium dan kuliah Terpadu Universitas Borneo Tarakan. Data sekunder yang di maksud ialah data sondir dan PDA tes, yang di dapatkan sebelum pelaksanaan konstruksi dan pada saat pelaksanaan pekerjaan pondasi. Adapun data tersebut dapat di lihat pada lampiran 3 dan lampiran 4.

4.3. Analisa Struktur



Gambar 4.2 Model SAP2000 gedung laboratorium dan kuliah terpadu UBT

Sumber :Hasil analisa, 2022

Data struktur :

a. BJ 55 = 550 Mpa
b. BJ 41 = 410 Mpa
c. Mutu beton = K 350
d. Tinggi lantai 1 = 4.65 m
e. Tinggi lantai 2 = 4.28 m
f. Tinggi lantai 3 = 3.03 m

4.3.1 Beban yang berkerja pada struktur

Data dari struktur di ambil berdasarkan dari nilai PPIUG dan SNI. Adapun data yang akan di masukaan kedalam SAP2000 sebagai berikut :

1. Atap
   - Beban mati (DL)
     a. Jenis baja (portal) = Wf.400.200
     b. Berat profil Wf = 0.65 KN/m
     c. Jenis profil gording = C 120.55.9.7
     d. Berat profil C = 0.13 KN/m
     e. Penutup seng gelombang = 0.098 KN/m^2

f. Baut sambungan = 10% -15% dari berat total

- Beban hidup (LL)

a. Beban manusia = 1.33 KN/m^2

b. Asumsi jumlah orang = 3 orang

c. Total beban hidup (LL) = 3.99 KN/m^2

d. Beban air hujan = 0.49 KN/m^3

2. Plat lantai

- Beban mati (DL)

a. Berat beton bertulang = 23.52 KN/m^3

b. Tebal plat lantai = 12 cm

c. Plat lantai atap = 10 cm

- Beban mati tambahan lantai 1 :

a. Kramik = 0.24 KN/m^2

b. Mortar spesi = 0.21 KN/m^2

DL = 0.44 KN/m^2

- Beban mati tambahan lantai 2 dan 3 :

a. Keramik = 0.24 KN/m^2

b. Mortar spesi = 0.21 KN/m^2

c. Mecanikal = 0.20 KN/m^2

d. Plafon = 0.11 KN/m^2

e. Rangka plafon = 0.07 KN/m^2

f. Total DL = 0.81 KN/m^2

Beban hidup (LL) untuk ruang kuliah dan kantor sebesar 2.5 KN/m^2

3. Balok

a. Balok Sloof = 50 x 30 cm

b. Balok lantai 2 dan 3 = 60 x 30 cm

c. Ring balok = 25 x 50 cm

Beban mati (DL)

a. Berat beton bertulang = 2400 kg/m^3

b. Berat dinding setengah bata = 250 kg/m^2

4. Kolom

Beban mati (DL)

a. Ukuran kolom = 50 x 50 cm

b. Berat beton bertulang = 23.52 KN/m^3

5. Beban gempa

Perhitungan beban gempa pada SAP2000 menggunakan metode dinamik (*Respon Spectrum*). Nilai beban gempa sebagai berikut.

a. sumber data = Puskim.co.id

b. Koordinat = Lu (3.300.032)
BT (117.645.287)

c. Percepatan batuan dasar (Ss) = 0.308 g

d. Periode 1 detik (S1) =0.134 g

e. Faktor amplifikasi pendek (Fa) = 2.24

f. faktor periode 1 detik (Fv) = 3.89

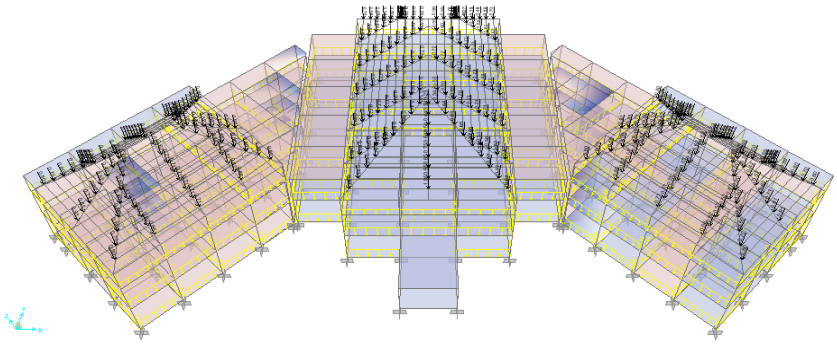
g. Periode T0 = 0.128 detik

h. Periode Ts = 0.64 detik

4.3.2 Hasil input data pada SAP2000

a. Beban mati pada dinding

Beban mati pada dinding dimasukan berdasarkan bentang dan tinggi pada bangunan adapun berat jenis dari beban pada dinding yaitu 2.5 KN/m^2.

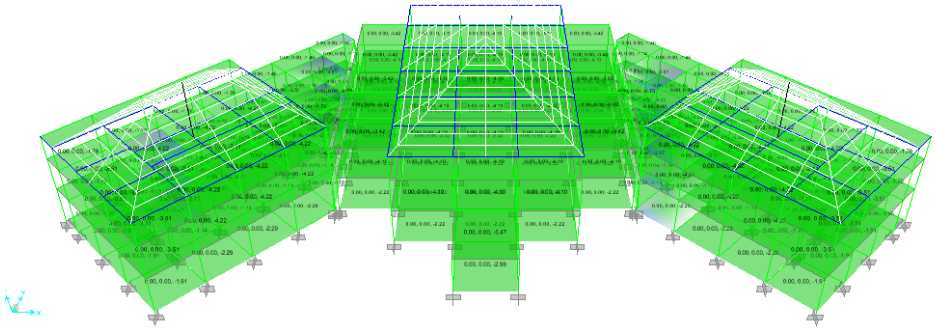


Gambar 4.3 Model pembebanan pada dinding

Sumber :Hasil analisa, 2022

b. Beban mati plat lantai

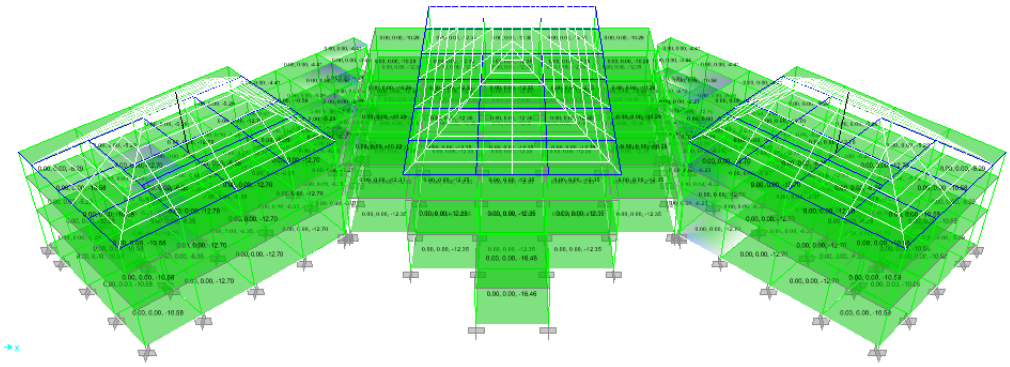
Berdasarkan gambar 4.4 beban mati pada lantai dimasukan berdasarkan ukuran dan ketebalan pada plat adapun berat jenis dari beban tambahan untuk lantai 1 sebesar 0.44 KN/m^2 serta untuk lantai 2 dan 3 yaitu 0.81 KN/m^2.



Gambar 4.4 Beban mati tambahan pada plat lantai
Sumber :Hasil analisa, 2022

c. Beban hidup plat lantai

Berdasarkan gambar 4.5 nilai beban hidup diperoleh dari fungsi dan kegunaan pada gedung tersebut. Beban hidup lantai dimasukan berdasarkan ukuran dan ketebalan pada plat adapun berat jenis dari beban hidup untuk lantai yaitu 2.5 KN.

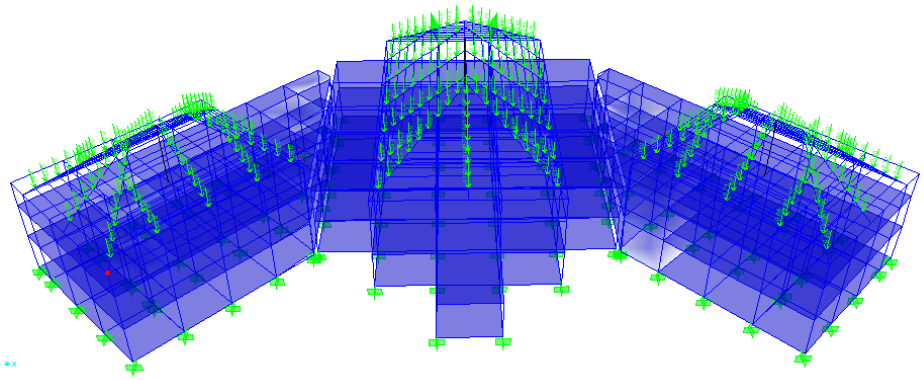


Gambar 4.5 Beban hidup pada plat lantai

Sumber :Hasil analisa, 2022

d. Beban mati atap

Pada beban atap beban yang di masukan berupa beban titik yang mana beban tersebut hasil dari perhitungan panjang bentang pada atap gording dan profil Wf. Adapun untuk hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.6 beban penutup atap.

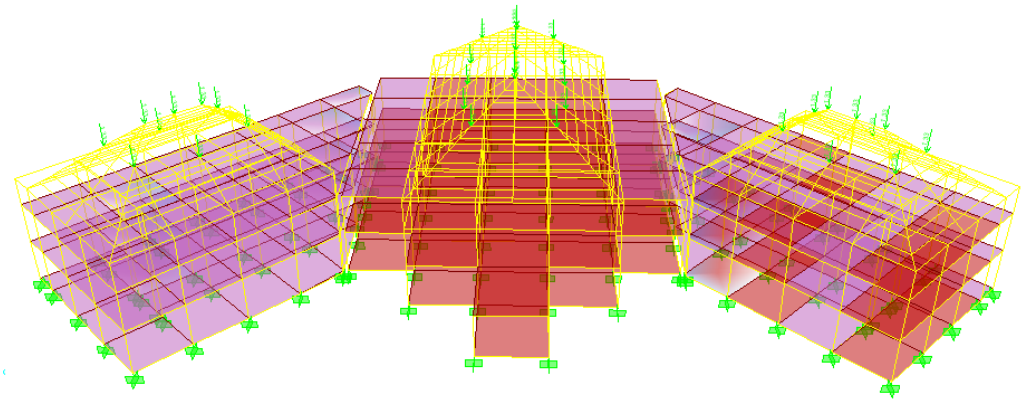


Gambar 4.6 Beban penutup atap

Sumber :Hasil analisa,2022

e. Beban hidup pada atap

Berdasarkan gambar 4.7 beban hidup pada atap, beban yang di masukan berupa beban titik yang telah di perhitungkan yaitu sebesar 1.33 KN.

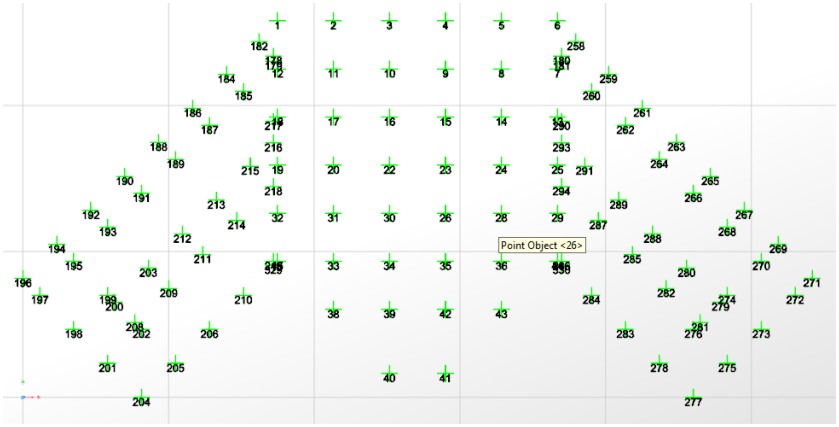


Gambar 4.7 Beban hidup atap

Sumber :Hasil analisa,2022

4.3.3 Hasil analisa struktur atas

Berdasarkan hasil analisis pembebanan gedung Kuliah terpadu Universitas Borneo Tarakan dengan bantuan SAP2000v14, Didapatkan besar gaya yang bekerja (*joint reaction*) pada setiap titik pondasi. Adapun pada gambar 4.8 gaya joint reaction maksimum dari struktur ini yaitu pada titik pondasi 28 sebesar **2789.411 KN.**



Gambar 4.8 Titik joint reaction yang menerima gaya terbesar

Sumber :Hasil analisa,2022

Analisis pada gedung tersebut bertujuan untuk mnegetahui *joint reaction* yang merupakan reaksi maksimum untuk di jadikan beban atas pada pondasi. Adapun nilai yang di dapat dari tabel *joint reaction* tersebut memiliki data yang cukup banyak akan tetapi data yang di keluarkan berupa data berat mati keseluruhan pada struktur, adapun nilai *Output* yang ditampilkan berupa nilai *maximum* sebesar **2789.411** KN dan *minimum* sebesar 247.856 KN, hasil analisis SAP2000 dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai *Max* dan *Min* Pada *Joint Reactions*

Step type text	**F1 kN**	**F2 kN**	**F3 kN**	**M1 kN-m**	**M2 kN-m**	**M3 kN-m**
Max	31.503	86.776	**2789.411**	-127.2435	47.2132	-0.1974
Min	3.38	-9.482	**190.849**	29.0236	-18.5507	0.0872

Sumber: Hasil analisa, 2022

output joint reaction yang terbesar yang di keluarkan dari SAP2000 dapat dilihat pada gambar 4.9 yang merupakan hasil nilai yang di *export* dari SAP2000 kedalam microsoft excel.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
28	BEBAN MATI	LinStatic	31.503	86.776	2789.411	-127.2435	47.2132	-0.1974
11	BEBAN MATI	LinStatic	28.968	0.433	2715.889	2.7466	-280.8486	-0.2358
8	BEBAN MATI	LinStatic	-26.348	-1.549	2714.911	8.4415	287.9521	-0.2161
10	BEBAN MATI	LinStatic	-30.618	0.792	2704.864	-202.3627	281.5866	-0.2002
9	BEBAN MATI	LinStatic	32.802	-1.565	2577.062	-197.9147	-275.1522	-0.2129
31	BEBAN MATI	LinStatic	-31.548	0.472	2378.536	1.9124	-48.8433	-0.2081
289	BEBAN MATI	LinStatic	19.887	20.724	2371.518	228.8709	-230.0971	0.0547
14	BEBAN MATI	LinStatic	32.764	13.005	2369.535	-15.7351	50.605	-0.2113
20	BEBAN MATI	LinStatic	24.606	-19.297	2351.881	238.9801	364.2354	-0.2175
5	BEBAN MATI	LinStatic	7.105	-25.328	2282.837	-173.309	13.036	-0.2033
2	BEBAN MATI	LinStatic	-3.815	-24.192	2271.349	-177.7202	-3.3099	-0.2177
4	BEBAN MATI	LinStatic	0.747	-24.374	2269.964	30.1028	3.44	-0.21
206	BEBAN MATI	LinStatic	-29.216	29.832	2269.136	218.8721	217.8122	-0.02
3	BEBAN MATI	LinStatic	2.405	-24.768	2263.615	29.8218	6.0462	-0.2191

Gambar 4.9 Nilai *Output joint reaction*

Sumber :Hasil analisa,2022

Berdasarkan gambar 4.9 menjelaskan bahwa pada titik pondasi 28 merupakan titik joint terbesar yang menerima beban, adapun untuk jumlah nilai joint reaction keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 2 data *joint reactions.*

4.4. Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang metode statis dan dinamis

Pada penelitian ini, perhitungan kapsitas tiang pancang dilakukan dengan cara statis yang menggunakan data hasil pengujian sondir dan metode dinamis menggunakan alat berupa *Pile Driving Analyzer* (PDA) yang merupakan sebuah alat yang digunakan untuk pengujian beban secara dinamik dan pengawasan pemancangan langsung di lapangan, adapun hasil sebagai berikut :

4.4.1 Kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode Statis

Analisis daya dukung tiang menggunakan metode statis menggunakan data hasil uji lapangan yang dilakukan sebelum pelaksanaan konstruksi parameter

tanah yaitu data sondir atau CPT (*Cone Penetration test*) di sondir titik S-1 sampai S-10.

a. Metode Meyerhof

Berikut analisis daya dukung tiang pada titik sondir S-1:

Diketahui:

qc = 158.96 kg/cm²

JHL = 754.38 Kg/cm

K = 100 cm

Ap = 625 cm²

Kapasitas dukung ultimit tiang pancang tunggal (Qult)

Qult = (qc x Ap) + (JHL x K) ……(2.1)

=(158.96 x 625) + (754.38 x 100)

=174789.91 kg

=174.79 Ton

Kapasitas dukung izin tiang pancang (Q_{ijin}):

$Q_{ijin} = \frac{qc\ x\ Ap}{3} + \frac{JHL\ x\ K}{5}$ ……...(2.2)

$= \frac{158.96\ x\ 625}{3} + \frac{754.381\ x\ 100}{5}$

=48204.89 kg

=48.20 Ton

Berdasarkan perhitungan daya dukung ultimit tiang tunggal pada titik sondir S-1 diatas didapatkan nilai sebesar 174.79 Ton. Data sondir S-1 dapat dilihat pada halaman lampiran 4.a data sondir titik 1.

Selanjutnya dihitung daya dukung tiang pancang tunggal dengan metode Meyerhof pada titik sondir S-2 sampai S-10, adapun untuk perhitungan seperti halnya dengan pada titik sondir S-1. Berikut hasil daya dukung tiang pancang dapat dilihat pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Hasil daya dukung tiang pancang dengan metode Meyerhof

Titik sondir	Qc (kg/cm²)	Ap (cm²)	JHL (kg/cm²)	K (cm)	Q(ult) (ton)
S-1	158.96	625	754.38	100	174.79
S-2	124.90	625	770.47	100	155.11
S-3	158.32	625	1,106.43	100	209.59
S-4	129.63	625	975.67	100	178.59
S-5	79.44	625	774.50	100	127.10
S-6	94.65	625	621.61	100	121.32
S-7	69.83	625	716.16	100	115.26
S-8	90.74	625	899.22	100	146.64
S-9	82.93	625	698.05	100	121.64
S-10	77.05	625	698.05	100	117.96

Sumber:Hasil analisa, 2022

Berdasarkan dari tabel 4.2 bahwa nilai daya dukung tiang yang terbesar terdapat pada titik sondir S- 3 sebesar 209 ton dan terkecil pada sondir S-7 yaitu 115 ton.

b. Metode Aoki de Alencer

Berikut analisis daya dukung tiang pada titik sondir S-1 :

Diketahui:

Fb (*beton Precast*) = 1.75

Fs (*beton Precast*) = 3.5

Diameter tiang = 25 cm

Nilai qca rata rata:

$$Qca(base) = \frac{160.00+160.00+170.00+170.00+170.00}{5}$$

$$= \frac{830.00}{5}$$

$$=166 \text{ kg/cm}^2$$

Kapasitas dukung persatuan luas (qb)

$$qb = \frac{qca\ (base)}{Fb} \quad \text{.....(2.5)}$$

$$= \frac{166}{1.75}$$

$$=94.857 \text{ kg/cm}^2$$

Kapasitas dukung ujung tiang (Qb)

Qb =qb x Ap …….……(2.4)

=94.857 x 625

=59285.71 kg

=59.286 ton

Kapasitas dukung kulit persatuan luas (f)

Untuk nilai f dicari berdasarkan tiap lapisan sepanjang tiang berikut nilai yang diambil berdasarkan lapisan pertama:

F $=\frac{qc\ (side) x\ a}{Fs}$ ……(2.7)

$=\frac{17.909\ x\ 0.04}{3.5}$

=0.20 kg/cm^2

Untuk lapisan ke 2,3,4,5, dan 6 di lakukan dengan rumus yang sama seperti lapisan pertama, Dan di dapatlah nilai persatuan luas (f) dari tiap lapisan yakni:

fs1 = 0.18	fs3 = 0.27	fs5 = 1.44
fs2 = 0.21	fs4 = 0.62	fs6 = 1.44

Kapasitas dukung kulit (Qs)

Nilai dari As di ambil dari tiap lapisan tanah sepanjang pondasi dari lapisan 1 hingga lapisan 6 dengan di kalikan ukuran dari tiang pancang. Berikut nilai dari As:

As1 =20000	As3 = 10000	As5 = 10000
As2 =10000	As4 = 10000	As6 = 10000

Sehingga di dapat kapasitas dukung kulit (Qs) dengan rumus sebagai berikut:

Qs = F x As ……...(2.6)

=43304.90 kg

= 43.304 Ton

Selanjutnya menghitung kapasitas dukung ultimit tiang pancang (Qu)

Qu $= Qb + Qs$ ……..(2.3)

= 59.285 + 43.304

= 103 ton

Kapasitas ijin tiang (Qa)

Qa $= \frac{Qu}{2.5}$ ……(2.14)

Qa $= \frac{103}{2.5} = 41.2$ ton

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal pada titik sondir S-1 didapatkan nilai daya dukung ultimit sebesar 103 ton. Selanjutnya dihitung kapasitas tiang tunggal dengan metode Aoki de Alencar pada titik sondir S-2 hingga S-10 cara perhitungan seperti pada titik sondir S-1. Rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.3 .

Tabel 4.3 Nilai daya dukung tiang pancang tunggal dengan metode Aoki De alencer

Titik sondir	Qca*(base)* (kg/cm2)	Qb(Ton)	Qs(ton)	Qu(ton)	Qa(ton)
1	166	59.286	43.304	103	41.2
2	128	45.714	23.470	69	27.67
3	164	58.571	39.796	98	39.35
4	128	45.714	31.805	78	31.01
5	82	29.286	15.204	44	17.80
6	90	32.143	18.626	51	20.31
7	54	19.286	22.510	42	16.72
8	72	25.714	23.418	49	19.65
9	124	44.286	21.332	66	26.25
10	88	31.429	19.323	51	20.30

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel 4.3 daya dukung tiang tunggal pada metode Aoki de Alencer yang terbesar ada pada sondir S-1 sebesar 103 ton. Dari kedua metode didapat nilai yang tertinggi yakni pada metode Meyerhof di bandingkan dengan metode Aoki de

alencer. Hal yang mempengaruhi perbedaan nilai dari kedua metode tersebut ialah, terjadi karena banyak menggunakan faktor empirik yaitu Fb, Fs, qc(base), qc(side).

4.4.2 Kapasitas daya dukung tiang pancang dengan metode Dinamis

Analisis daya dukung tiang pancang tunggal dengan cara dinamis menggunakan data dari hasil pengujian yang di dapat di lapangan. Adapun hasil yang di dapat bersumber dari percobaan dengan menggunakan metode *pile driving analysis* (PDA Test), yang mana hasil tersebut menampilkan berupa parameter tiang yang di uji dari PDA Test. Tabel hasil PDA Test dapat dilihat pada tabel 4.4 .

a. Data teknis tiang uji

Tabel 4.4 Data tiang uji

Nama tiang	Rincian tiang/pile Descripstion	Panjang di bawah garis	Panjang tertanam	Hummer	Tanggal test
P 26	Square 25	10.1	9.7	Diesel 12,5T	17-jul-19
P 26 B	Square 25	10.6	10.3	Diesel 12,5T	17-jul-19
P 113	Square 25	8.9	8.5	Diesel 12,5T	17-jul-19

Sumber: Data Hasil PDA test Lab Terpadu UBT, 2021

Berdasarkan tabel .4.4 menjelaskan bahwa terdapat tiga tiang yang dilakukan pengujian, dengan memiliki kedalam masing-masing dengan ukuran yang berbeda.

b. Data case method

Tabel 4.5 Data berdasarkan *case method*

Nama tiang	RMX/RSU (pile capacity)	FMX (max comepession force)	EMX (Max transfer energy	CSX (max compession stress)	TSX (max tension rate)	DMX (max displacement) (mm)
P 26	106	163	1.95	25.5	2.2	18
P 26 B	120	153	1.74	24.0	2.0	16
P 113	102	136	1.35	21.3	2.8	14

Sumber: Hasil Data analisa PDA Test Lab terpadu UBT, 2021

Berdasarkan data dari case methode yang dihasilkan dari tabel 4.5 bisa dilihat bahwa masing masing tiang memiliki nilai daya dukung yang berbeda pada *pile capacity*.

c. Daya dukung tiang

Tabel 4.6 Daya dukung tiang

	PDA			**CAPWAP**		
Nama tiang	**Bearing Capacity (RMX/RSU)**	**Daya dukung tiang (Ru)(Ton)**	**Gaya gesek Friction (SF) (Ton)**	**Gaya ujung (Dy) (Ton)**	**Penururnan elastis (Dy) (mm)**	**Penurunan maksimum (Dx)(mm)**
P 26	106	92	66	26	7.60	17.87
P 26B	120	117	29	87	13.98	15.46
P 113	103	101	21	80	10.93	12.97

Sumber: Hasil data PDA Test Lab Terpadu UBT , 2021

Berdasarkan data tabel 4.6 hasil Analisa PDA Test didapat hasil nilai gaya dukung yang bekerja (Ru) pada masing masing Tiang yang di uji hasil tersebut dapat dilihat Pada tabel 4.6 Daya dukung tiang.

Selanjutnya melakukan analisis secara statis menggunakan rumus pendekatan Meyerhof dan Aoki De Alencer, dengan mengambil data tiang tertanam dari data PDA Test pada tiap tiang yang di uji.

1. Tiang P 26
   a. Berdasarkan Hasil tes PDA pada tiang P26, di ketahui bahwa :

      -Sepanjang tiang tertanam = 9.7 m

      -daya dukung Fondasi (Ru) =92 ton

   b. Berdasarkan metode Meyerhof menggunakan data sondir S-9 dengan di ambil data tiang yang tertanam spanjang 9.7 m di dapat :

      Qult = (qc x Ap) + (JHLxK)

      =133020 + 122109

      =255130 Kg

      = 255 ton

c. Berdasarkan metode Aoki de Alencer menggunakan data sondir S-9 dengan memakai data kedalam tiang tertanam 9.7 meter yang di ambil dari data PDA Test :

Qu = Qb + Qs

= 57.857 + 58.24

= 116 ton

2. Tiang P 26B

a. Berdasarkan Hasil tes PDA pada tiang P 26B, di ketahui bahwa :

-Sepanjang tiang tertanam = 10.3 m

-daya dukung Fondasi (Ru) = 117 Ton

b. Berdasarkan metode Meyerhof menggunakan data sondir S-9 dengan di ambil data tiang yang tertanam spanjang 10.3 m di dapat :

Qult = (qc x Ap) + (JHL x K)

=260833 + 134179

=395012 Kg = 395 ton

c. Berdasarkan metode Aoki de Alencer menggunakan data sondir S-9 dengan memakai data kedalam tiang tertanam 10.3 meter yang di ambil dari data PDA Test :

Qu = Qb + Qs

= 86.428 + 72.92

= 159.35 ton

3. Tiang P 113

a. Berdasarkan Hasil tes PDA pada tiang P 113, di ketahui bahwa :

-Sepanjang tiang tertanam = 8.5 m

-daya dukung Fondasi (Ru) =101 ton

b. Berdasarkan metode Meyerhof menggunakan data sondir S-9 ,dengan di ambil data tiang yang tertanam spanjang 8.5 m di dapat :

Qult = (qc x Ap) + (JHLxK)

=105833 + 97968

=203802 Kg = 203 ton

c. Berdasarkan metode Aoki de Alencer menggunakan data sondir S-9 dengan memakai data kedalam tiang tertanam 8.5 meter yang di ambil dari data PDA Test :

Qu = Qb + Qs

= 40.714 + 49.63

= 90.35 ton

Tabel 4.7 Hasil analisa metode statis dan dinamis

Nama tiang	Meyerhof Qu (Ton)	Aoki De Alencer Qu (Ton)	PDA Test (Ru) (Ton)
P 26	255	116	92
P 26B	395	159	117
P 113	203	90	101

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel 4.7 dari hasil analisis secara statis di peroleh nilai yang berbeda beda antara tiang P 26, P 26B dan P 113 yang mana dari hasil analisis secara statis dapat di simpulkan bahwa nilai perhitungan menggunakan Aoki De Alencer merupakan nilai yang mendekati dengan nilai pengujian dinamis menggunakan PDA Test yaitu hanya memiliki perbedaan sebesar 24 ton untuk tiang pondasi P 26, 42 ton untuk tiang pondasi P 26B, Dan 11 ton untuk tiang pondasi P 113. Adapun data sondir S-9 dapat dilihat pada lampiran 4.i (data sondir titik 9).

Adapun faktor yang menyebabkan perbedan nilai dari daya dukung tiang dari metode dinamis dan statis yakni perbedaan analisa yang di gunakan untuk mendapatkan tanah keras seperti sondir yang menggunakan nilai qc sebagai parameter kekerasan tanah sedangakan untuk metode dinamis tidak. Lalu salah satu faktor yang mempengaruhi dari nilai tersebut bisa disebabkan dari jenis dan sifat tanah yang berbeda, dalam pengujian pengambilan tanah pada saat uji tes sondir, Perbedaan lokasi titik pengambilan data sondir dan pemancangan pada alat uji PDA tes dapat mempengaruhi perbedan antara nilai daya dukung tiang pancang.

4.5 Efisiensi Kelompok Tiang

Berberapa persamaan efesiensi tiang yang di sarankan untuk mendapatkan kapasitas kelompok tiang akan tetapi analisis yang sering digunakan masih bersifat pendekatan. Adapun persamaan tersebut di sarankan berdasarkn pada susunan tiang, jarak dan diameter tiang, dengan mengabaikan panjang tiang. variasi sifat tanah dengan kedalaman serta pengaruh muka air tanah.

Stelah mendapatkan daya dukung tiang pancang tunggal dengan metode statis dan elemen hingga , kemudian dihitung efesiensi kelompok tiang pancang untuk mendapatkan kapasitas daya dukung kelompok tiang. Dalam penelitian ini, digunakan metode *Converse-Labarre* Formula untuk mencari nilai efesiensi kelompok tiang pada pondasi.

Berikut ini adalah perhitungnan efisiensi kelompok tiang dengan metode *Converse-Labarre* pada pondasi utama yakni P1-A (detail pondasi dapat dilihat pada lampiran 1.a,1.b dan 1.c) dengan nilai Qu = 174,79 ton yang diambil dari metode Meyerhof S-1, yaitu :

Jumlah baris tiang (m) = 2

Jumlah tiang dalam satu baris (n) = 3

Diameter tiang (D) = 25 cm

Jarak pusat ke pusat tiang (s) =2.5 x D

=2.5 x 25

=62.5 cm

Arc tg d/s Dalam derajat (θ) $= \text{arc tan } \frac{D}{s}$

$= \text{arc tan } \frac{25}{62.5}$

$= 21.8^{\circ}$

Efisiensi kelompok tiang:

$$Eg = 1 - \theta\left(\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90 \text{ x m x n}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2.11)$$

$$= 1 - 21.8\left(\frac{(3-1)2+(2-1)3}{90\ x\ 3\ x\ 2}\right)$$

$$=1-21.8\ \left(\frac{7}{540}\right)$$

=1-21.8 (0.012963)

=1- 0.28261

=0.717

Kapasitas kelompok tiang dengan Qu di ambil dari nilai metode Meyerhof dengan nilai Qu sebesar 174.79 ton :

Dimana :

Jumlah tiang dalam kelompok (n) : 6

Maka kapasitas kelompok tiang pancang :

Qg = Eg x n x Qu ……...(2.13)

=0.171 x 6 x 174.79

=752.36 ton

Hasil perhitungan diatas, didapatkan nilai untuk kapasitas kelompok tiang P1-A adalah sebesar 752.36 ton. Nilai tersebut dikatakan aman karena lebih besar dari *joint reaction* pada struktur atas yang sebelumnya telah dilakukan analisis dengan program SAP2000 yaitu **2789.411** kN = **284.44 ton**.

Selanjutnya dengan cara yang sama, dihitung kapasitas kelompok tiang berdasarkan metode statis pada titik S-2 hingga S-10.

Tabel 4.8 Daya dukung kelompok tiang metode statis

Data	Metode	Qu	Eg	N	Qg(ton)
S-1	Meyerhof	174.79	0.717	6	752.360
	Aoki De Alencer	102.590			441.583
S-2	Meyerhof	155.11	0.717	6	667.649
	Aoki De Alencer	69.184			297.795
S-3	Meyerhof	209.59	0.717	6	902.161
	Aoki De Alencer	98.368			423.411
S-4	Meyerhof	178.59	0.717	6	768.708
	Aoki De Alencer	77.519			333.670
S-5	Meyerhof	127.10	0.717	6	547.072
	Aoki De Alencer	44.490			191.501
S-6	Meyerhof	121.32	0.717	6	522.198
	Aoki De Alencer	50.769			218.530

Lanjutan, tabel 4.8

Data	Metode	Qu	Eg	N	Qg(ton)
S-7	Meyerhof	115.26	0.717	6	496.114
	Aoki De Alencer	41.796			179.905
S-8	Meyerhof	146.64	0.717	6	631.180
	Aoki De Alencer	49.132			211.484
S-9	Meyerhof	121.64	0.717	6	523.566
	Aoki De Alencer	65.618			282.442
S-10	Meyerhof	117.96	0.717	6	507.737
	Aoki De Alencer	50.751			218.452

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel 4.8 dapat dapat diketahui bahwa daya dukung kelompok tiang terbesar pada titik Sondir S-3 metode Meyerhof dengan nilai Qg 902.161 ton, sedangkan daya dukung tiang kelompok yang terkecil terdapat pada titik sondir S-7 metode Aoki De Alencer yaitu dengan nilai Qg 179.905 ton.

Selanjutnya dengan cara yang sama, dihitung kapasitas kelompok tiang P1-A berdasarkan metode Dinamis dari data PDA Test :

Tabel 4.9 Kapasitas kelompok tiang berdasarkan PDA Test

Nama Tiang	Daya Dukung (Ru)	Jumlah tiang total	Qg(Ton)
P 26	92	6	396
P 26B	117	6	503
P 113	101	6	434

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan tabel 4.9 dapat dilihat bahwa daya dukung kelompok tiang pancang terbesar terdapat pada tiang P 26 B sebesar 503 ton sedangkan untuk daya dukung kelompok tiang yang terkecil terdapat pada tiang pancang P 26 dengan nilai 396 Ton. Berdasarkan beban struktur atas yang sudah direncanakan sebesar **284.44 ton**, maka struktur tersebut dapat dikatakan aman.

4.6 Faktor keamanan/ *Safety Factor* (SF)

Pada perencanaan pondasi tiang ini, besarnya daya dukung kelompok dibagi dengan gaya yang bekerja untuk memperoleh nilai *safety facto*r. Adapun perhitungan *safety factor* seperti di bawah ini:

$$F = \frac{Qg}{Q'} \quad \text{.....(2.15)}$$

$$= \frac{752.360}{284.44}$$

$$= 2.65$$

Dari hasil perhitungan faktor keamanan, didapatkan angka keamanan/ *safety factor* (SF) untuk metode statis dengan metode perhitungan Meyerhof pada titik sondir S-1 sebesar 2.65, selanjutnya dengan cara yang sama dihitung nilai *Safety factor* untuk Sondir titik S-2 dan S-10.

Tabel 4.10 Nilai *Safety factor* metode Statis

Data	Metode	Qu(ton)	Eg	N	Qg(ton)	F
S-1	Meyerhof	174.79	0.717	6	752.360	2.65
	Aoki De Alencer	102.590			441.583	1.55
S-2	Meyerhof	155.11	0.717	6	667.649	2.35
	Aoki De Alencer	69.184			297.795	1.05
S-3	Meyerhof	209.59	0.717	6	902.161	3.17
	Aoki De Alencer	98.368			423.411	1.49
S-4	Meyerhof	178.59	0.717	6	768.708	2.70
	Aoki De Alencer	77.519			333.670	1.17
S-5	Meyerhof	127.10	0.717	6	547.072	1.92
	Aoki De Alencer	44.490			191.501	0.67
S-6	Meyerhof	121.32	0.717	6	522.198	1.84
	Aoki De Alencer	50.769			218.530	0.77
S-7	Meyerhof	115.26	0.717	6	496.114	1.74
	Aoki De Alencer	41.796			179.905	0.63
S-8	Meyerhof	146.64	0.717	6	631.180	2.22
	Aoki De Alencer	49.132			211.484	0.74
S-9	Meyerhof	121.64	0.717	6	523.566	1.84
	Aoki De Alencer	65.618			282.442	0.99
S-10	Meyerhof	117.96	0.717	6	507.737	1.79
	Aoki De Alencer	50.751			218.452	0.77

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan pada tabel 4.10 dapat dilihat bahwa nilai SF terbesar ada pada titik sondir 3 dengan perhitungan Meyerhof yaitu sebesar 3.17, untuk nilai terkecil terdapat pada metode Aoki de Alencer dengan titik sondir S-7 dengan nilai yaitu 0.63

.

Tabel 4.11 Nilai *safety factor* berdasarkan metode dinamis

Nama Tiang	Daya Dukung (Ru)	Jumlah tiang total	Qg(Ton)	F
P 26	92	6	396	1.39
P 26B	117	6	503	1.77
P 113	101	6	434	1.53

Sumber: Hasil analisa, 2022

Berdasarkan tabel 4.11 dapat diketahui bahwa nilai *safety factor* terbesar terdapat pada tiang P 26 B sebesar 1.77, sedangkan untuk daya dukung kelompok tiang yang terkecil terdapat pada tiang pancang P 26 dengan nilai 1.39.

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang di peroleh, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan metode statis mengggunakan data sondir pada titik S-1 hingga S-10, diperoleh nilai tiang tunggal yang terbesar dengan metode Meyerhof sebesar 209 Ton pada titik sondir S-3. Daya dukung tiang kelompok yang terbesar diperoleh nilai 902.161 Ton dengan menggunakan metode Meyerhof pada titik sondir S-3. Nilai keamanan tiang kelompok yang terbesar pada titik sondir S-3 sebesar 3.17 dengan metode Meyerhof.
2. Dari hasil metode dinamis menggunakan data PDA tes, diperoleh nilai daya dukung tiang tunggal yang paling tinggi yaitu pada tiang P 26 B sebesar 117 ton dan yang terkecil yaitu pada tiang P 26 sebesar 92 ton. Untuk daya dukung tiang kelompok diperoleh nilai terbesar pada tiang P 26 B sebesar 503 ton dan terkecil pada tiang P 26 sebesar 396 ton. Untuk nilai angka keamanan tiang kelompok di dapatkan nilai yang tertinggi yakni pada tiang P 26 B sebesar 1.77 dan terkecil pada tiang P 26 sebesar 1.39.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya apabila ingin menghitung besarnya daya dukung tiang pondasi, lebih baiknya memiliki kelengkapan data yang berhubungan dengan teknis tanah. Hal ini dapat mempermudah dalam melakukan perhitungan serta analisis untuk mendapatkan hasil yang akurat.
2. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu memperhatikan tingkat ketelitian dalam melakukan pembacaan pada alat PDA Test yang digunakan.

3. Apabila ingin melakukan penelitian yang serupa dapat menambahkan dengan menggunakan data yang lebih lengkap, seperti penggunaan data SPT untuk metode statis dan data calendering untuk metode dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

Desain Spektra Indonesia, (puskim.pu.go.id, diakses 10 Agustus 2020). dari https://forlap.ristekdikti.go.id/perguruantinggi/detail/OURENTFCRkYtMzZB OC00OUI1LUI4N0MtMzM2MTI0RDk2QTk0 .

Hary, C. H, 2008, *Teknik Fondasi 2, Edisi keempat*, Beta Offset, Yogyakarta.

Muhammad Samsul Hidayat , 2014, *"Perancangan Dengan Komputer*", Bandung. Sugito, (2007),"*Modul SAP2000 15.0 Analisis 3D Statik dan Dinamik*".

Septiana Dwi Endah (2019). *Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Sekolah SMPN 7 Tarakan*, Skripsi,Universitas Borneo Tarakan, Tarakan.

Standar Nasional Indonesia. (2008). SNI 2827:2008 *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.

Standar Nasional Indonesia. 2013.SNI 1727:2013 *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. 1989. SNI 1727:1989 *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. Badan Standarisasi Nasional*, Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. 2012. SNI 1726:*2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

Universitas Sumatera Utara, (2011), *Pemeriksaan Kekuatan Tanah Dengan Sondir*. Diakses pada 31 Maret 2020, Dari http://labmektansipilusu.blogspot.com/2011/02/ *pemeriksaan-kekuatan-tanah-dengan-Sondir*.html

Zakhafi Andyt Tegar (2019). *Perbandingan Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Metode Perhitungan L.Decourt dan Tes PDA*,Jurnal, Universitas Negeri Semarang,Semarang.

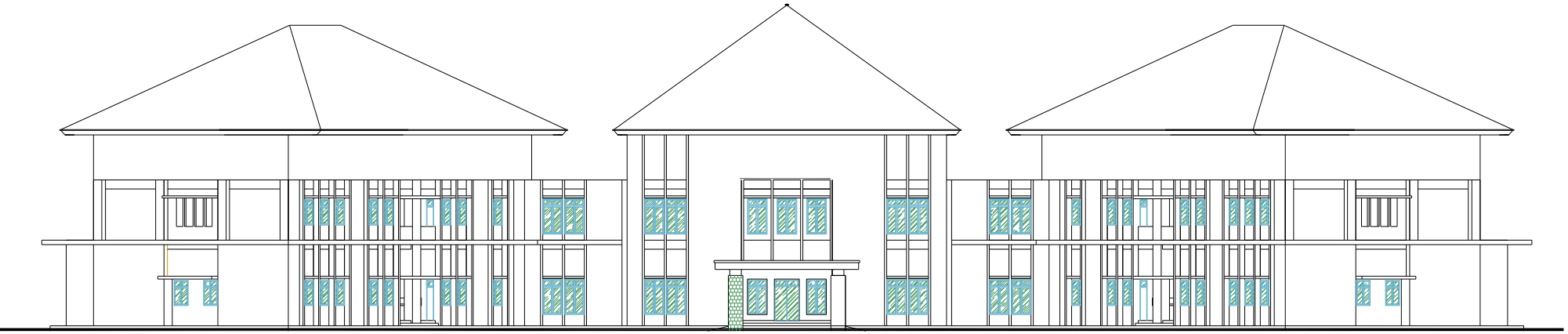
RIWAYAT HIDUP

Abdullah lahir di Tarakan pada tanggal 31 Maret 1997, anak ketiga dari enam bersaudara pasangan Bapak Abdul Halik dan ibu Nurbaya. Penulis memiliki 5 saudara kandung dua orang kakak dan 3 orang adik. Penulis mulai menempuh pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Al-Mustaqim jembatan besi dan menamatkan pendidikan pada tahun 2003. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 028 Selumit Pantai/pesisir indah (Beringin) tarakan pada tahun 2003 dan lulus pada tahun 2009. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMP Muhammmadiayah 1 tarakan dan lulus di tahun 2012. Setelah lulus di jenjang SMP, penulis melanjutkan pendidikan SMA di Madrassa Aliyah Negeri Tarakan dengan menggambil jurusan IPA dan lulus pada tahun 2015.

Pada tahun 2015 setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan pendidikan diperguruan tinggi negeri yakni, Perguruan Tinggi Negeri Universitas Borneo Tarakan dengan melalu jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan menggambil jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Selama perkuliahan penulis juga mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2018 di desa Tanah Kuning, Kecamatan Tanjung Palas Timur selama 40 hari

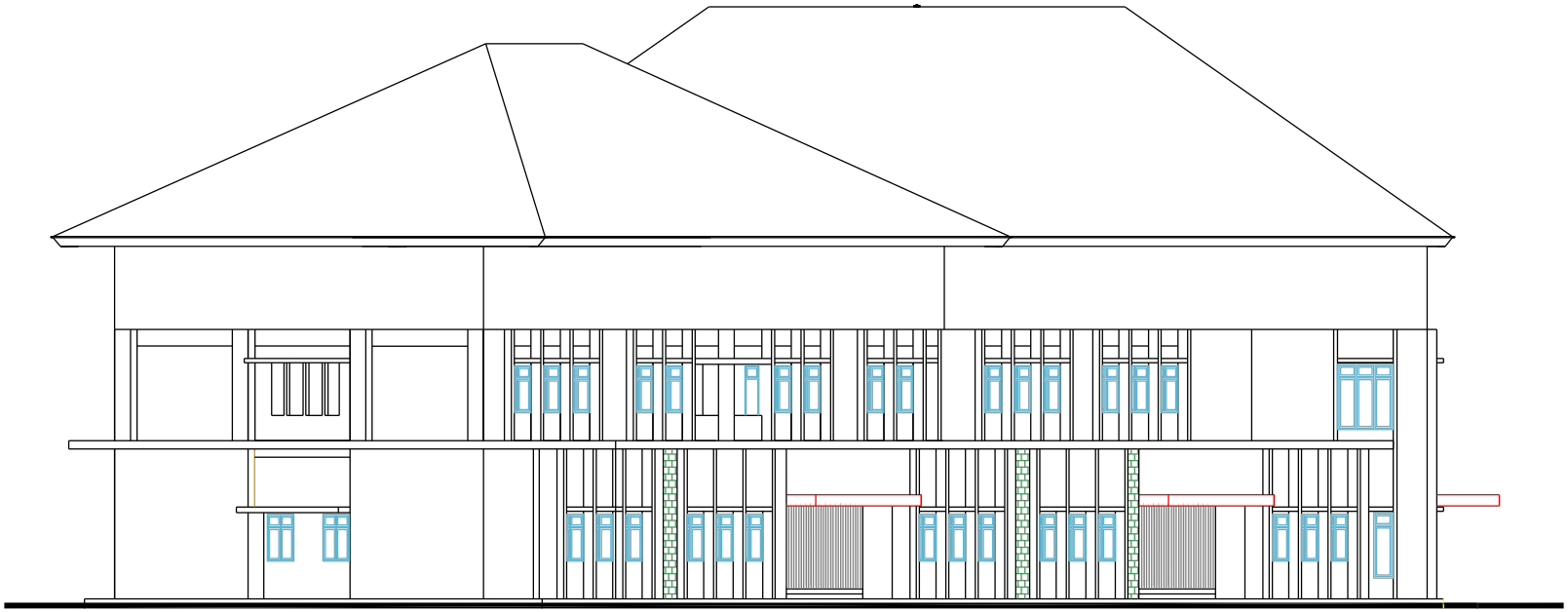
Sebagai syarat kelulusan di Fakultas Teknik jurusan Teknik Sipil, penulis melakukan penelitian dengan judul “ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN KULIAH TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN” dibimbing oleh bapak Hasrullah S.T., M.T. serta motivasi tinggi dari orang terdekat, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu dan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Borneo Tarakan.

LAMPIRAN GAMBAR RENCANA



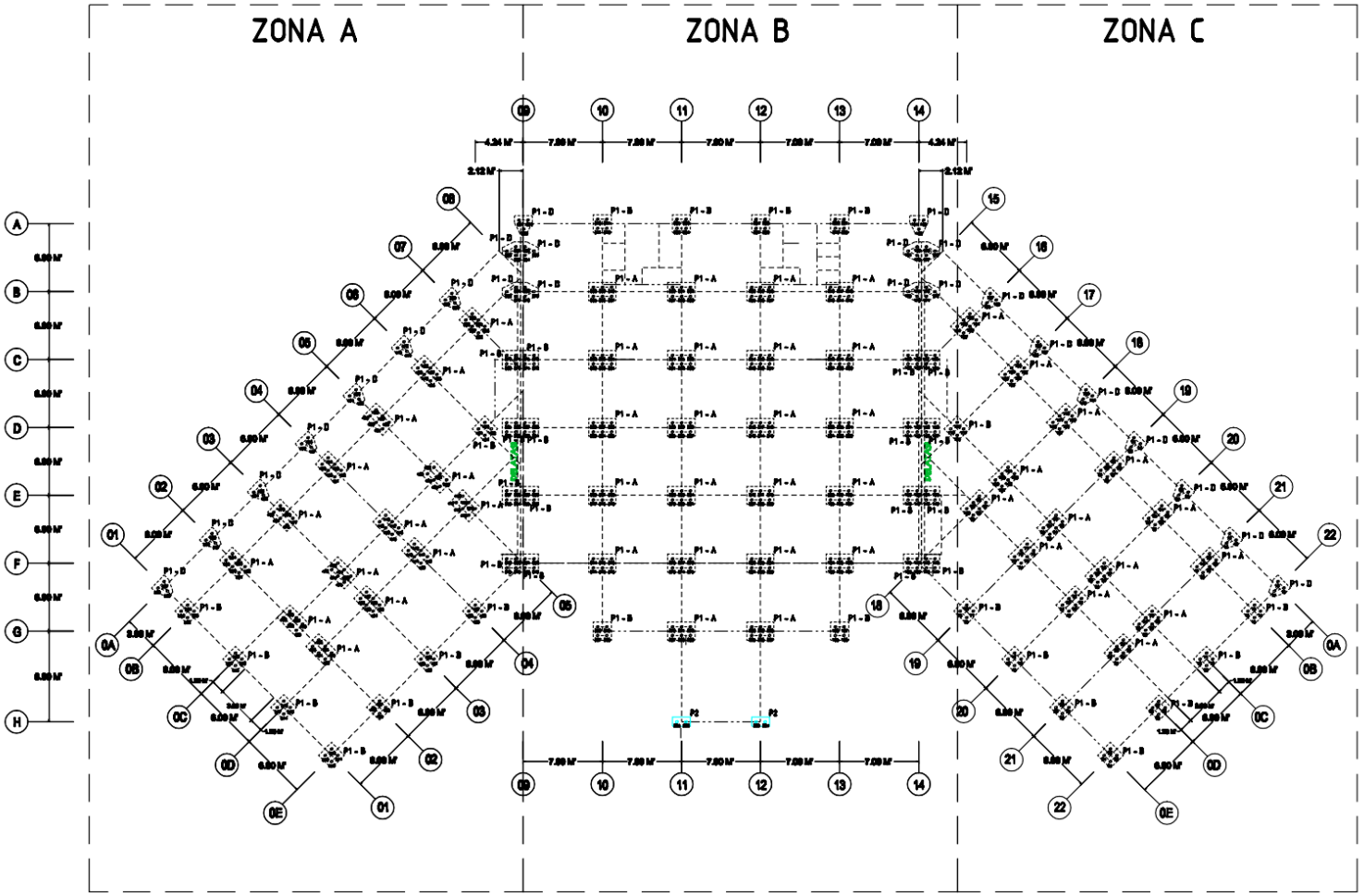
TAMPAK DEPAN BANGUNAN

LAMPIRAN GAMBAR RENCANA



TAMPAK SAMPING BANGUNAN

Lampiran 1.a Denah tiang pancang



Type Pile Cap	Jumlah	Titik Pancang	Jml. Pancang
P1-A	50 unit	6	300
P1-B	38 unit	4	152
P1-D	24 unit	3	72
P2	02 unit	2	4
TOTAL			528

DENAH TIANG PANCANG

SKALA 1 : 375

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0703 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJUI OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Ruli Hariawati
Team Leader

DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDRA ADYALAKSANA

Ir. Saturdi
Project Manager

KETERANGAN:

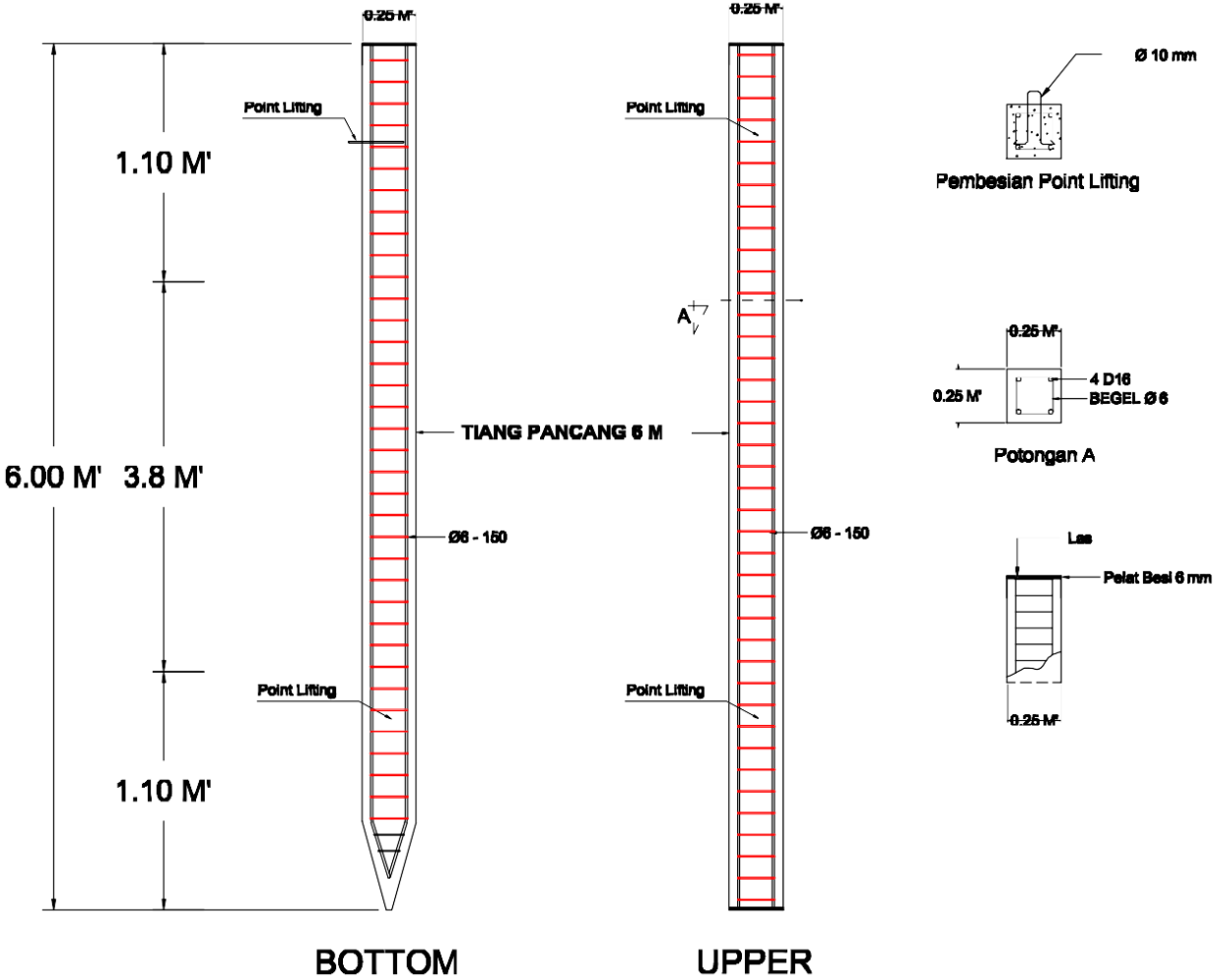
- MUTU BETON : K-300
- MUTU BAJA :
  Tulangan Sengkang : fy = 240 Mpa
  Tulangan Pokok : fy = 400 Mpa

NAMA GAMBAR	SKALA
DENAH TIANG PANCANG	1 : 375

TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 02	STR - 31

REVISI						
TANGGAL REVISI						

Lampiran 1.b DETAIL PANCANG



DETAIL PANCANG

SKALA 1 : 20

AS BUILT DAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJUI OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Bak Harlamsyah
Team Leader

DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

Ir. Sutarsji
Project Manager

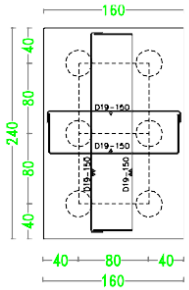
KETERANGAN:

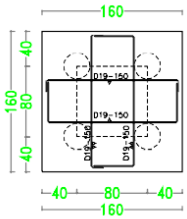
NAMA GAMBAR	SKALA
DETAIL PANCANG	1 : 20

TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 03	STR - 31

REVISI
TANGGAL REVISI

Lampiran 1.c DETAIL PILE CAP P1-A dan P1-B



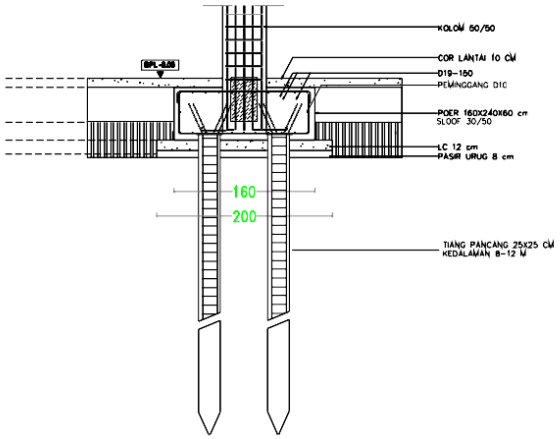


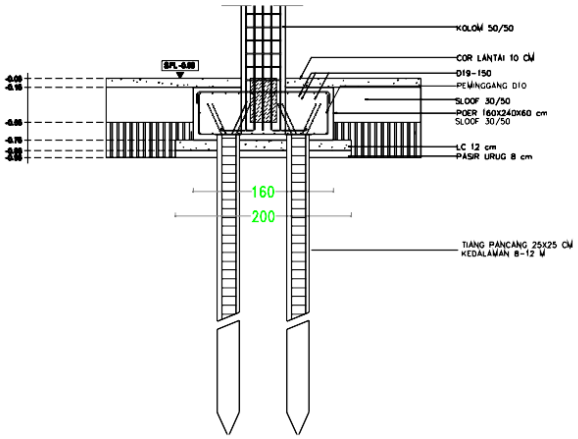
DETAIL PILE CAP P1-A

SKALA 1 : 50

DETAIL PILE CAP P1-B

SKALA 1 : 50





DETAIL PILE CAP P1-A dan P1-B

SKALA 1 : 50

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJUI OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Rudi Hartawan
Team Leader

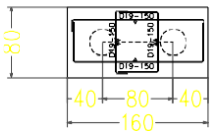
DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

Ir. Sutarsji
Project Manager

KETERANGAN:

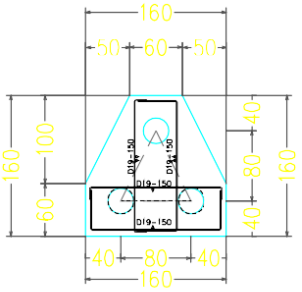
NAMA GAMBAR		SKALA
DETAIL PILE CAP P1-A dan P1-B		1 : 50
TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 04	STR - 31
REVISI		
TANGGAL REVISI		

Lampiran 1.d DETAIL PILE CAP P1-D dan P2



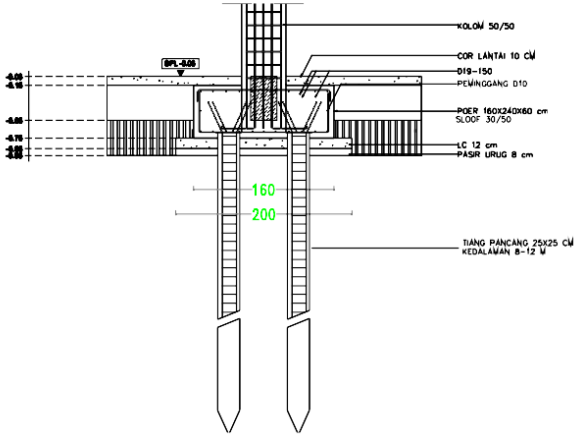
DETAIL PILE CAP P2

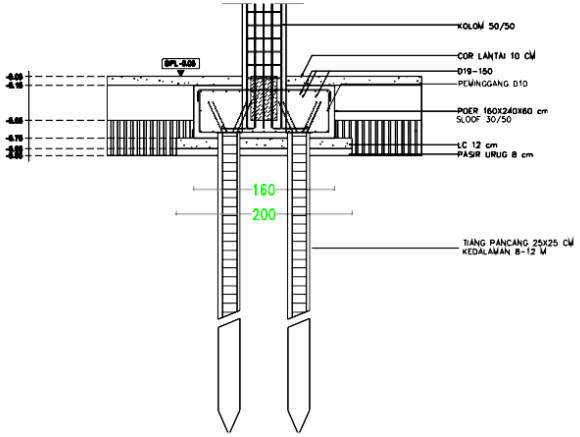
SKALA 1 : 50



DETAIL PILE CAP P1-D

SKALA 1 : 50





DETAIL PILE CAP P1-D dan P2

SKALA 1 : 50

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJU OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Rudi Hartanto
Team Leader

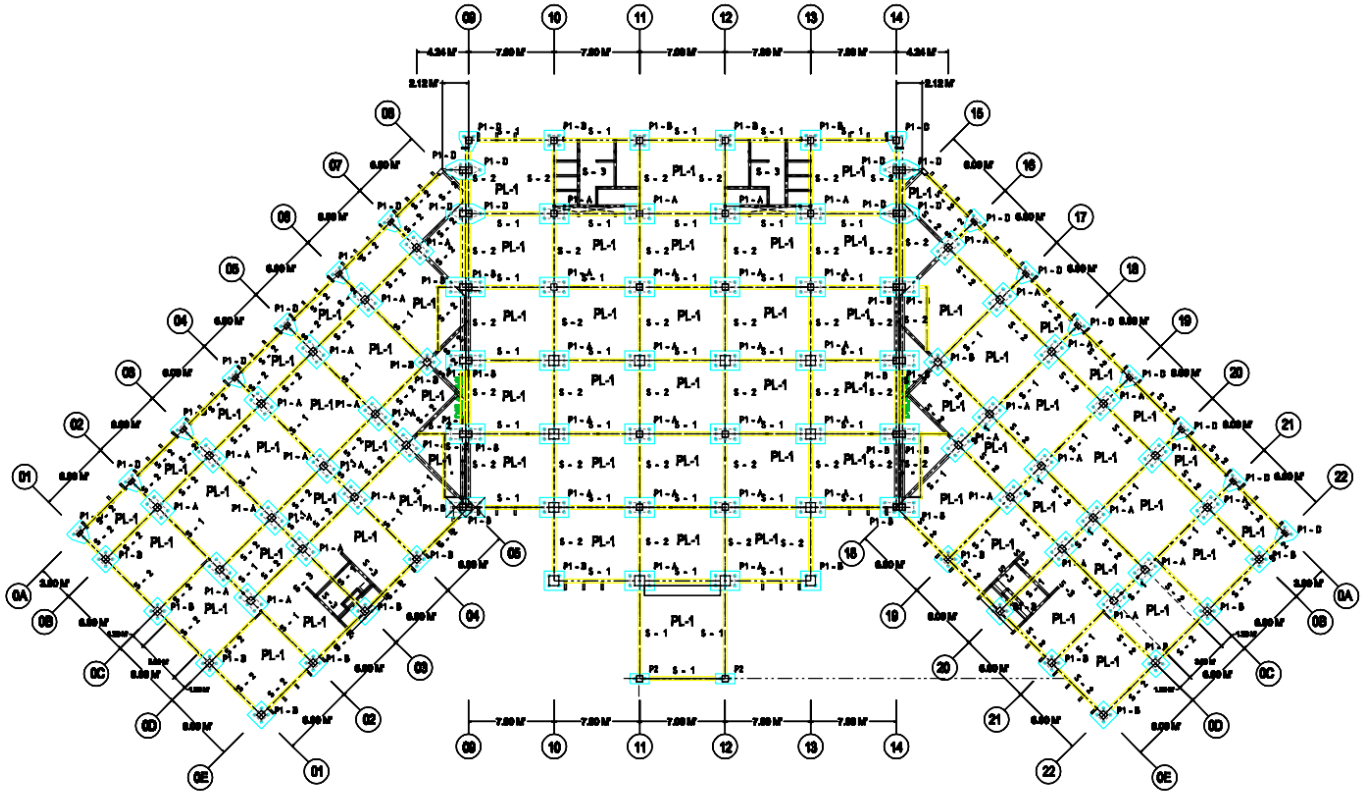
DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

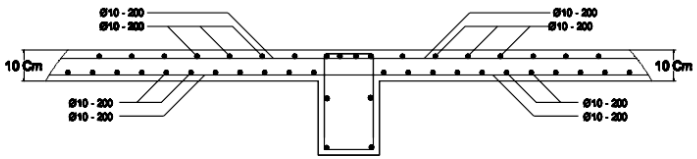
Ir. Sutarsji
Project Manager

KETERANGAN:

NAMA GAMBAR		SKALA
DETAIL PILE CAP P1-D dan P2		1 : 50
TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 05	STR - 31
REVISI		
TANGGAL REVISI		

Lampiran 1.e DENAH PILECAP, SLOOF DAN PLAT





Model Potongan Pembesian Pelat Lantai 1 (PL-1)

DENAH PILECAP, SLOOF DAN PLAT

SKALA 1 : 375

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJU OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Rak Harimurti
Team Leader

DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

Ir. Saturgil
Project Manager

KETERANGAN:

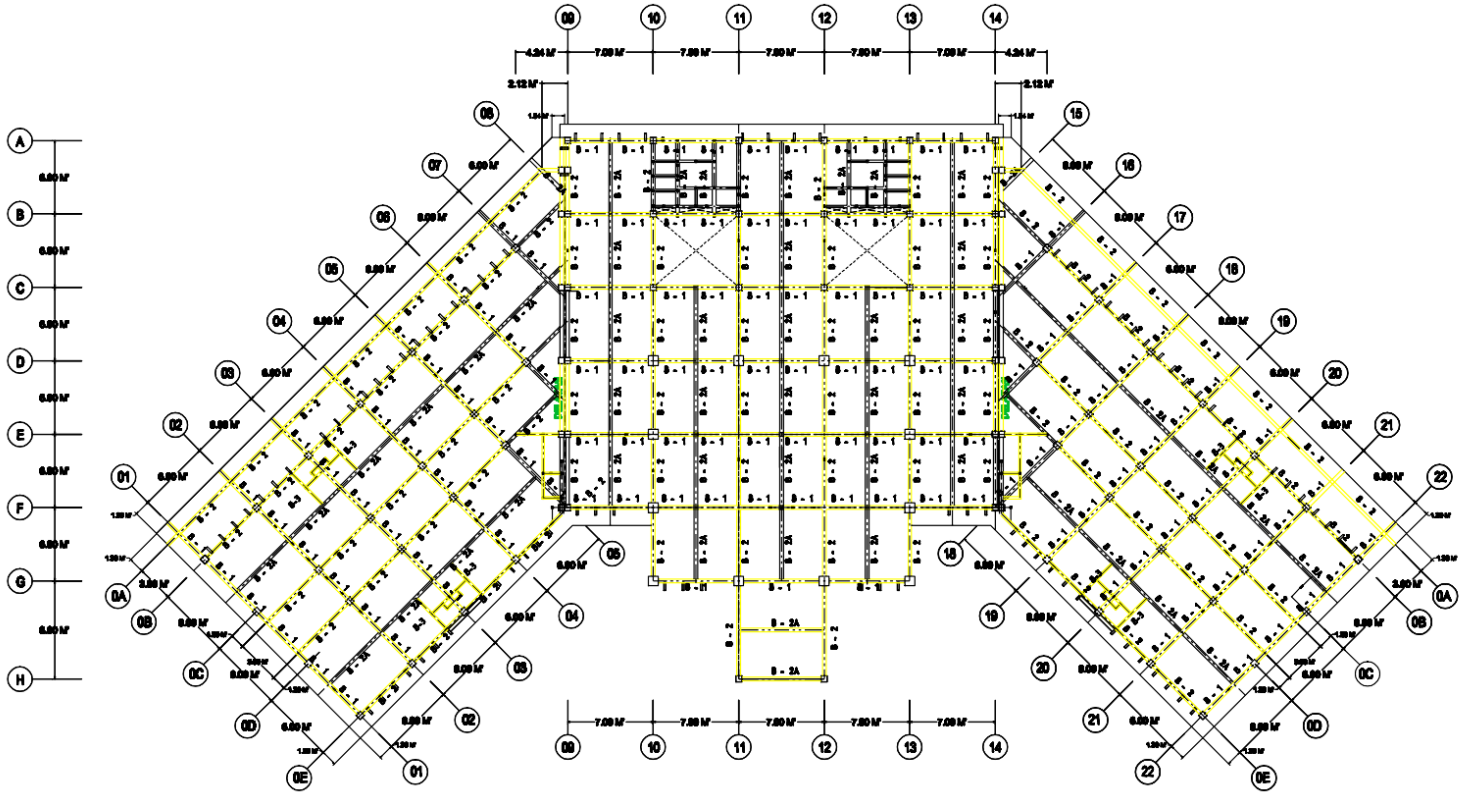
- MUTU BETON : K-250
- MUTU BAJA :
  Tulangan Sengkang : fy = 240 Mpa
  Tulangan Pokok : fy = 400 Mpa

NAMA GAMBAR	SKALA
DENAH PILECAP, SLOOF DAN PLAT	

TANGGAL	NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
	STR - 06	STR - 31

REVISI
TANGGAL REVISI

Lampiran 1.f DENAH BALOK LT.II



DENAH BALOK LT.II

SKALA 1 : 375

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJUI OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Rak Harimurti
Team Leader

DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

Ir. Saturiff
Project Manager

KETERANGAN:

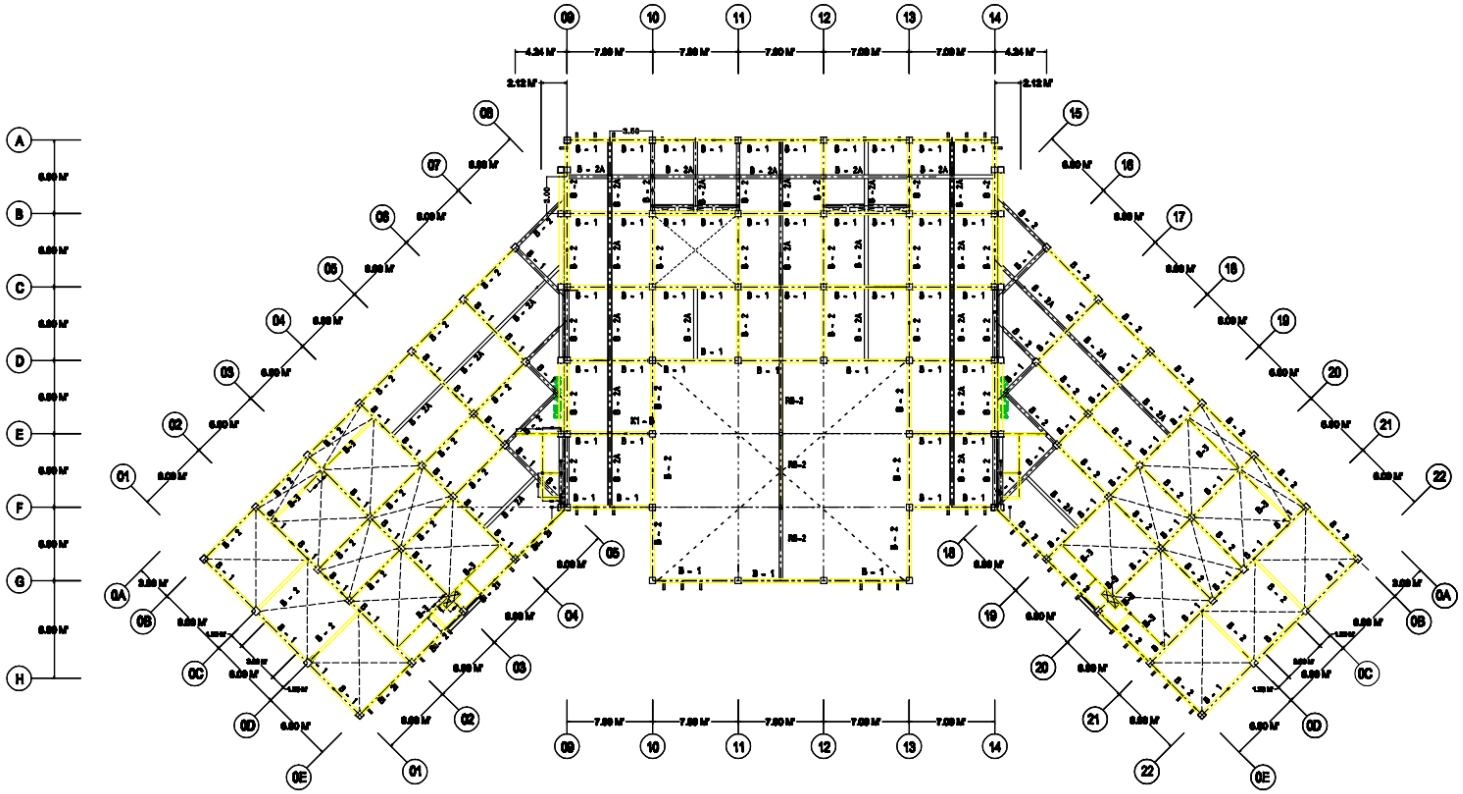
- MUTU BETON : K-350
- MUTU BAJA :
  Tulangan Sengkang : fy = 240 Mpa
  Tulangan Pokok : fy = 400 Mpa

NAMA GAMBAR	SKALA
DENAH BALOK LT II	1 : 375

TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 12	STR - 31

REVISI						
TANGGAL REVISI						

Lampiran 1.g DENAH BALOK LT. TF



DENAH BALOK LT. TF

SKALA 1 : 375

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJU OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Bak Harianto
Team Leader

DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

Ir. Saturdi
Project Manager

KETERANGAN:

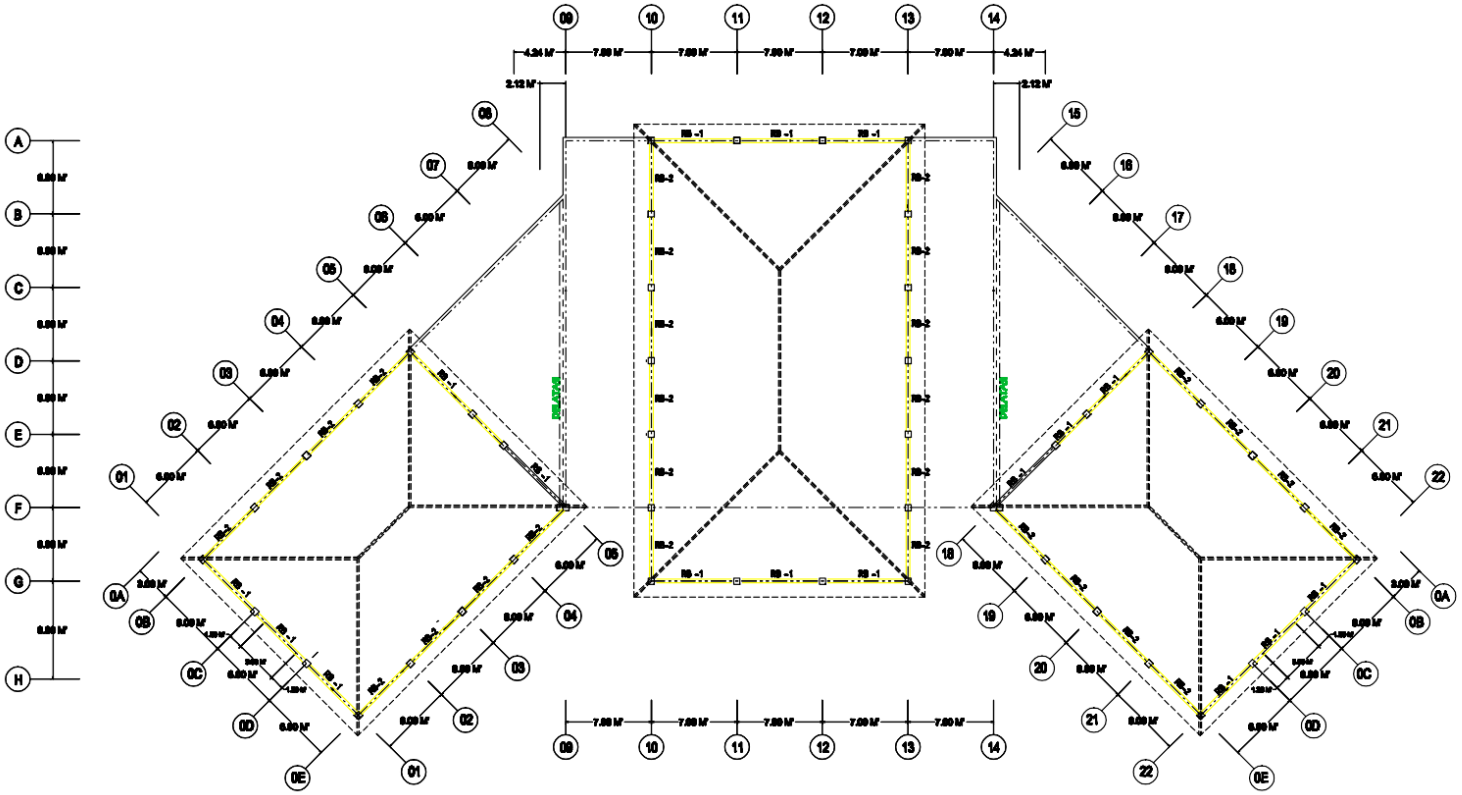
- MUTU BETON : K-250
- MUTU BAJA :
  Tulangan Sengkang : fy = 240 Mpa
  Tulangan Pokok : fy = 400 Mpa

NAMA GAMBAR	SKALA
DENAH BALOK LT. TF	1 : 375

TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 13	STR - 31

REVISI
TANGGAL REVISI

Lampiran 1.h DENAH RB LT.ROOF



DENAH RB LT.ROOF

SKALA 1 : 375

AS BUILT DRAWING

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

NAMA PEKERJAAN:
PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

LOKASI PEKERJAAN:
Universitas Borneo Tarakan
Kecamatan Tarakan Timur - Kota Tarakan

DIKETAHUI OLEH,
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Dr. Ing. Daud Nawir, S.T, M.T
NIP. 1978 0805 201504 1 001

DIPERIKSA OLEH,
TIM TEKNIS
UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN

Ahmad Hermadi, S.T, M.T
NIP. 1986 0825 201903 1 003

Hj Ahmad Syarif, S.T, M.T
NIP. 1986 0705 201803 1 001

DIPERIKSA DAN SETUJU OLEH,
KONSULTAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
PT. YODYA KARYA (Persero)

Bak Harimurti
Team Leader

DIBUAT OLEH,
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CANDIRA ADYALAKSANA

Ir. Saturiji
Project Manager

KETERANGAN:

- MUTU BETON : K-250
- MUTU BAJA :
  Tulangan Sengkang : fy = 240 Mpa
  Tulangan Pokok : fy = 400 Mpa

NAMA GAMBAR	SKALA
DENAH RING BALOK	1 : 375

TANGGAL	NOMOR LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
	STR - 14	STR - 31

REVISI						
TANGGAL REVISI						

Lampiran 2. Tabel Joint Reaction

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	BEBAN MATI	LinStatic	40.093	-23.55	1228.801	-179.6446	-277.7855	-0.2245
10	BEBAN MATI	LinStatic	-30.618	0.792	2704.864	-202.3627	281.5866	-0.2002
11	BEBAN MATI	LinStatic	28.968	0.433	2715.889	2.7466	-280.8486	-0.2358
12	BEBAN MATI	LinStatic	1.643	-0.276	1343.959	2.4951	-10.5444	-0.217
13	BEBAN MATI	LinStatic	-40.476	12.941	1392.808	-14.8414	-46.2697	-0.2089
14	BEBAN MATI	LinStatic	32.764	13.005	2369.535	-15.7351	50.605	-0.2113
15	BEBAN MATI	LinStatic	-1.948	13.1	1843.534	189.2949	-2.2393	-0.2089
16	BEBAN MATI	LinStatic	1.02	12.011	1790.958	190.0662	2.3753	-0.217
17	BEBAN MATI	LinStatic	-28.303	15.673	2179.489	-22.4381	-42.3232	-0.2072
178	BEBAN MATI	LinStatic	-2.335	-8.634	205.049	29.2147	12.5729	-0.0683
179	BEBAN MATI	LinStatic	3.855	-27.901	805.176	-376.714	13.5941	-0.0584
18	BEBAN MATI	LinStatic	40.481	15.637	1398.479	-23.4364	47.8056	-0.234
180	BEBAN MATI	LinStatic	3.38	-9.482	190.849	29.0236	-18.5507	0.0872
181	BEBAN MATI	LinStatic	-1.043	-28.38	831.84	-380.7801	-29.1379	0.0725
182	BEBAN MATI	LinStatic	-13.113	-15.934	589.616	-129.0596	108.162	-0.0733
184	BEBAN MATI	LinStatic	0.082	0.112	860.528	115.1177	-151.1147	-0.062
185	BEBAN MATI	LinStatic	3.225	-8.375	812.686	-170.2968	169.8795	-0.0568
186	BEBAN MATI	LinStatic	-1.362	0.065	880.607	-163.2941	124.9897	-0.0171
187	BEBAN MATI	LinStatic	25.573	-21.578	1310.621	178.8485	-164.2555	-0.0389
188	BEBAN MATI	LinStatic	2.977	-1.564	1306.933	-16.4476	-14.4062	-0.0534
189	BEBAN MATI	LinStatic	1.981	0.649	1443.94	-240.5377	-236.7416	-0.0267
19	BEBAN MATI	LinStatic	1.69	-0.428	1010.771	208.3376	-338.7589	-0.2027
190	BEBAN MATI	LinStatic	1.127	-2.092	1254.392	130.0908	-161.7422	-0.0307
191	BEBAN MATI	LinStatic	-0.272	-2.209	1755.484	-381.4777	-96.9502	-0.0617
192	BEBAN MATI	LinStatic	-1.476	1.545	1205.312	-165.8971	123.8975	-0.081
193	BEBAN MATI	LinStatic	20.014	-27.581	1469.499	108.535	-112.3386	-0.0528
194	BEBAN MATI	LinStatic	-1.526	-0.555	1407.917	-17.9344	-20.8276	-0.0158
195	BEBAN MATI	LinStatic	7.705	-0.16	1097.189	-197.2463	-246.8226	-0.057
196	BEBAN MATI	LinStatic	15.529	13.001	826.204	113.6187	-147.4692	-0.1135
197	BEBAN MATI	LinStatic	10.794	-9.052	1089.613	-110.4645	-122.2213	-0.049
198	BEBAN MATI	LinStatic	17.603	17.054	1767.857	273.6883	18.4646	-0.0593
199	BEBAN MATI	LinStatic	-17.497	-16.797	1029.617	-106.8708	120.4766	-0.0341
2	BEBAN MATI	LinStatic	-3.815	-24.192	2271.349	-177.7202	-3.3099	-0.2177
20	BEBAN MATI	LinStatic	24.606	-19.297	2351.881	238.9801	364.2354	-0.2175
200	BEBAN MATI	LinStatic	20.492	17.778	1106.657	337.8064	58.5762	-0.0778
201	BEBAN MATI	LinStatic	19.29	15.413	1775.059	-14.6126	-265.9575	-0.0242
202	BEBAN MATI	LinStatic	-18.658	-19.704	836.276	-120.9179	124.4134	-0.0557
203	BEBAN MATI	LinStatic	-31.237	20.926	1899.6	-11.4454	43.0584	-0.0427
204	BEBAN MATI	LinStatic	0.6	28.323	1365.436	262.9968	0.4953	-0.0662
205	BEBAN MATI	LinStatic	-2.111	-0.342	1911.691	221.7959	218.4964	-0.0654
206	BEBAN MATI	LinStatic	-29.216	29.832	2269.136	218.8721	217.8122	-0.02
208	BEBAN MATI	LinStatic	16.483	16.023	1255.611	-55.6357	-313.5221	-0.0257

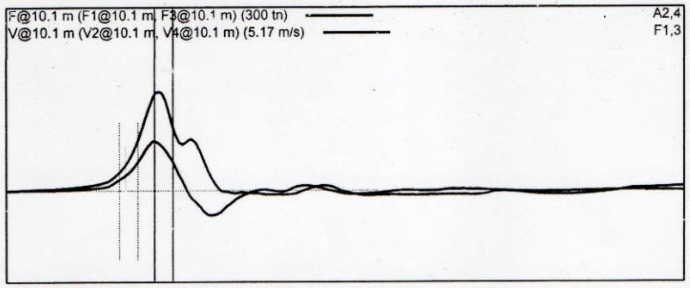
209	BEBAN MATI	LinStatic	23.9	-27.372	2166.284	-216.8498	-220.7021	-0.0495
210	BEBAN MATI	LinStatic	-2.187	-6.421	2090.696	238.6478	292.4623	-0.0215
211	BEBAN MATI	LinStatic	-0.248	-0.932	2127.062	-255.5362	-257.8852	-0.0489
212	BEBAN MATI	LinStatic	2.104	-2.066	2135.754	263.4541	264.3318	-0.0405
213	BEBAN MATI	LinStatic	-0.013	0.611	2113.629	259.4129	259.9043	-0.0492
214	BEBAN MATI	LinStatic	25.006	-16.843	2037.666	25.7684	12.6756	-0.043
215	BEBAN MATI	LinStatic	-31.076	19.963	1574.808	-44.2383	60.4488	-0.0405
216	BEBAN MATI	LinStatic	-13.806	-0.265	534.999	-49.0619	83.81	-0.0286
217	BEBAN MATI	LinStatic	-2.998	24.721	1068.105	361.8244	52.4646	-0.0569
218	BEBAN MATI	LinStatic	-15.387	-73.6	1766.559	-827.1846	153.6441	-0.0402
219	BEBAN MATI	LinStatic	-17.233	63.488	1788.436	710.0901	-15.8092	-0.0639
22	BEBAN MATI	LinStatic	-2.138	-2.562	1786.515	9.5012	-3.2645	-0.2115
23	BEBAN MATI	LinStatic	2.392	-3.654	1791.872	12.018	3.5818	-0.2069
24	BEBAN MATI	LinStatic	-25.006	-6.108	1995.777	221.4284	-364.8826	-0.206
25	BEBAN MATI	LinStatic	-0.778	-3.415	1011.465	217.3044	340.1371	-0.2178
258	BEBAN MATI	LinStatic	13.587	-17.787	585	-130.7215	-112.1189	0.0699
259	BEBAN MATI	LinStatic	-2.184	0.704	856.943	118.8826	152.5372	0.0663
26	BEBAN MATI	LinStatic	-2.705	-1.04	1279.423	-198.8704	-331.5789	-0.1761
260	BEBAN MATI	LinStatic	-4.692	-6.237	815.089	-152.0773	-166.6353	0.0676
261	BEBAN MATI	LinStatic	1.166	-0.08	882.037	-162.9744	-125.8277	0.0289
262	BEBAN MATI	LinStatic	-25.784	-22.2	1318.205	179.9311	163.3044	0.0451
263	BEBAN MATI	LinStatic	-1.955	-0.129	1327.739	-18.5335	15.4409	0.0455
264	BEBAN MATI	LinStatic	-20.369	-18.423	1826.666	-211.3797	208.2011	0.0339
265	BEBAN MATI	LinStatic	-1.406	-1.99	1252.219	130.0341	160.8129	0.0436
266	BEBAN MATI	LinStatic	-0.367	-2.305	1456.671	-130.6106	-155.6314	0.06
267	BEBAN MATI	LinStatic	0.372	0.982	1225.575	-164.9328	-126.0624	0.0629
268	BEBAN MATI	LinStatic	-20.054	-19.071	1731.08	-66.0009	352.4382	0.0646
269	BEBAN MATI	LinStatic	0.807	-1.167	1423.207	-16.8809	19.2659	0.0308
270	BEBAN MATI	LinStatic	-1.522	-1.095	851.024	11.8321	-12.6679	0.046
271	BEBAN MATI	LinStatic	-15.941	12.902	833.371	113.9302	146.3604	0.0897
272	BEBAN MATI	LinStatic	-11.652	-8.746	1100.379	-110.7866	120.4119	0.0362
273	BEBAN MATI	LinStatic	-18.161	17.12	1770.943	273.7021	-19.8426	0.0539
274	BEBAN MATI	LinStatic	18.707	-19.642	836.742	-122.0683	-126.7777	0.0233
275	BEBAN MATI	LinStatic	-19.666	15.296	1776.36	-14.3386	264.8535	0.0238
276	BEBAN MATI	LinStatic	18.424	-19.673	835.486	-120.8684	-125.2994	0.0559
277	BEBAN MATI	LinStatic	-0.882	28.236	1364.153	263.2288	-1.4462	0.0671
278	BEBAN MATI	LinStatic	1.738	-0.347	1911.574	221.9141	-219.5929	0.0766
279	BEBAN MATI	LinStatic	-18.977	13.443	1017.8	110.3436	145.018	0.0719
28	**BEBAN MATI**	**LinStatic**	**31.503**	**86.776**	**2789.411**	**-127.2435**	**47.2132**	**-0.1974**
280	BEBAN MATI	LinStatic	22.898	20.075	2170.334	229.5449	-223.9878	0.0349
281	BEBAN MATI	LinStatic	-16.429	16.227	1267.708	-55.8111	313.1058	-0.0044
282	BEBAN MATI	LinStatic	-23.445	-27.255	2177.42	-216.9097	220.9191	0.0648
283	BEBAN MATI	LinStatic	29.372	29.539	2262.264	219.4161	-218.0826	-0.0121
284	BEBAN MATI	LinStatic	5.07	3.938	2087.601	285.5916	-298.3235	0.0149
285	BEBAN MATI	LinStatic	-8.861	-1.962	2154.834	-260.8957	308.7342	0.0346
286	BEBAN MATI	LinStatic	23.813	63.921	1779.91	726.1704	-30.9187	0.0758

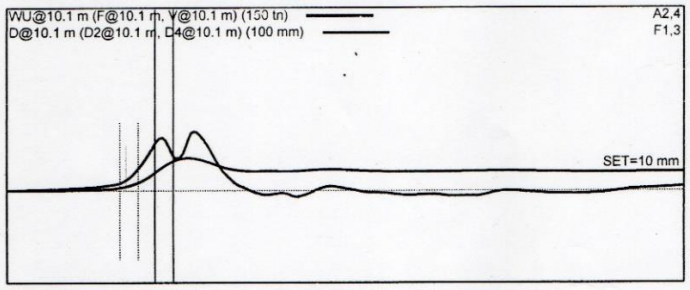
287	BEBAN MATI	LinStatic	-27.811	-26.341	2023.195	-37.7186	-10.6411	0.0631
288	BEBAN MATI	LinStatic	-1.754	-1.416	1832.712	11.9565	-13.1708	0.0446
289	BEBAN MATI	LinStatic	19.887	20.724	2371.518	228.8709	-230.0971	0.0547
29	BEBAN MATI	LinStatic	-41.882	-23.096	1489.776	-164.1368	276.7242	-0.2472
290	BEBAN MATI	LinStatic	2.518	24.483	1067.701	362.3227	-53.7572	0.0676
291	BEBAN MATI	LinStatic	31.007	19.771	1578.536	-43.9252	-61.0369	0.0492
293	BEBAN MATI	LinStatic	13.459	-0.372	534.215	-48.6868	-84.9397	0.033
294	BEBAN MATI	LinStatic	14.617	-73.643	1759.484	-826.9668	-155.3145	0.0506
3	BEBAN MATI	LinStatic	2.405	-24.768	2263.615	29.8218	6.0462	-0.2191
30	BEBAN MATI	LinStatic	2.004	-0.517	1276.2	-200.5087	328.9463	-0.2109
31	BEBAN MATI	LinStatic	-31.548	0.472	2378.536	1.9124	-48.8433	-0.2081
32	BEBAN MATI	LinStatic	40.755	-20.164	1484.227	-172.9938	-279.9986	-0.222
329	BEBAN MATI	LinStatic	-16.59	20.472	665.578	-148.1117	94.6797	-0.2705
33	BEBAN MATI	LinStatic	-32.264	-3.125	2120.326	-198.3239	275.9929	-0.201
330	BEBAN MATI	LinStatic	22.132	20.383	708.392	-146.8045	-118.7051	0.0155
34	BEBAN MATI	LinStatic	1.455	-3.37	1475.727	7.9933	-325.939	-0.1797
35	BEBAN MATI	LinStatic	-4.027	-4.132	1473.25	9.9658	319.0036	-0.2111
36	BEBAN MATI	LinStatic	29.778	-13.264	2033.582	-180.3892	-282.8288	-0.1995
38	BEBAN MATI	LinStatic	31.48	19.303	1532.514	188.4063	-295.4457	-0.1676
39	BEBAN MATI	LinStatic	-4.303	-3.653	2075.106	205.1423	317.9171	-0.2164
4	BEBAN MATI	LinStatic	0.747	-24.374	2269.964	30.1028	3.44	-0.21
40	BEBAN MATI	LinStatic	1.401	4.642	284.29	15.0833	-15.6001	-0.1418
41	BEBAN MATI	LinStatic	-6.328	4.018	286.595	16.7471	2.0542	-0.1788
42	BEBAN MATI	LinStatic	0.959	-3.968	2072.587	206.4089	-327.4404	-0.1538
43	BEBAN MATI	LinStatic	-33.901	19.774	1531.939	190.1757	287.3111	-0.2343
44	BEBAN MATI	LinStatic	-43.571	22.491	1241.757	187.0511	273.3682	-0.2126
45	BEBAN MATI	LinStatic	41.471	24.743	1250.01	179.2755	-279.6791	-0.2064
5	BEBAN MATI	LinStatic	7.105	-25.328	2282.837	-173.309	13.036	-0.2033
6	BEBAN MATI	LinStatic	-37.659	-25.295	1232.284	-172.4081	286.2272	-0.2409
7	BEBAN MATI	LinStatic	0.095	-3.12	1339.188	11.3777	16.2997	-0.2067
8	BEBAN MATI	LinStatic	-26.348	-1.549	2714.911	8.4415	287.9521	-0.2161
9	BEBAN MATI	LinStatic	32.802	-1.565	2577.062	-197.9147	-275.1522	-0.2129
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m

Lampiran 3.a Hasil pengujian PDA Test untuk tiang P 26

Pile Dynamics, Inc.
Pile Driving Analyzer ® (PDA)
Lab Terpadu UBT

P 26





Project Information
PROJECT: Lab Terpadu UBT
PILE NAME: P 26
DESC: Square 25 - Diesel 2.5T
PDA OWNER: Pile Dynamics, Inc.
SERIAL NUMBER: 4939 LE
OPERATOR: Marcho
FILE: P 26.pda
17Jul2019 01:25:36 PM
Blow number 2

Quantity Results

RMX	106 tn
RSU	94 tn
EMX	1.95 tn-m
FMX	163 tn
CSX	25.5 MPa
TSX	2.2 MPa
DFN	10 mm
DMX	18 mm
ETR	26.0 %

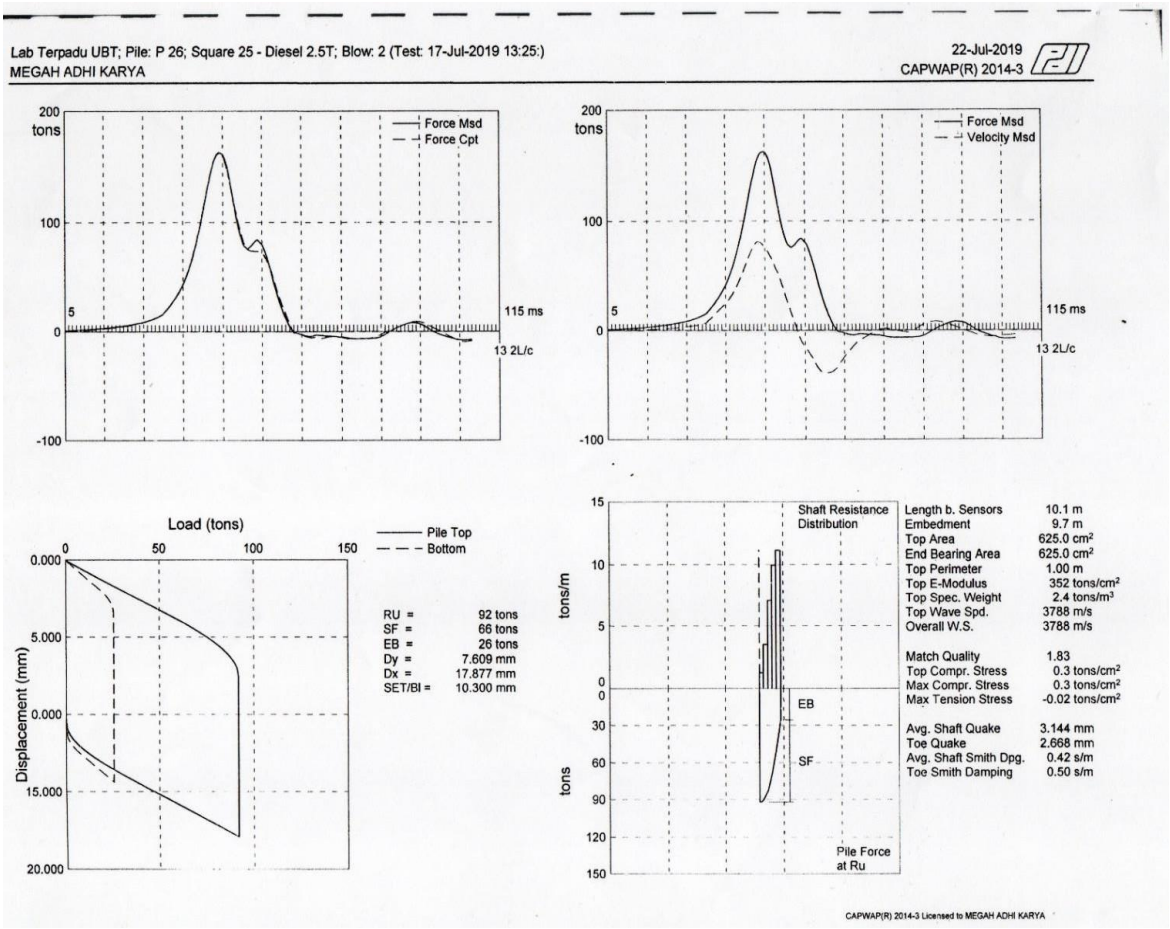
Sensors
F1 : [R610] 91.5 PDICAL (1) FF1
A2 (PR): [K10697] 344 mv/6.4v/5000g (1) VF1
F3 : [P698] 144.3 PDICAL (1) FF1
A4 (PR): [K10462] 412 mv/6.4v/5000g (1) VF1
CLIP: OK

Pile Properties

LE	10.1 m
AR	625.00 cm^2
EM	352 t/cm2
SP	2.40 t/m3
WS	3787.8 m/s
WC	3740.7 m/s
EA/C	58.0 tn-s/m
2L/C	5.40 ms
JC	0.60
LP	9.7 m

Version 2018.30

Lampiran 3.b Hasil pengujian CAPWAP untuk tiang P 26



Lampiran 3.c Hasil pengujian CAPWAP untuk tiang P 26

Lab Terpadu UBT; Pile: P 26 — Test: 17-Jul-2019 13:25
Square 25 - Diesel 2.5T; Blow: 2 — CAPWAP(R) 2014-3
MEGAH ADHI KARYA — OP: Marcho

CAPWAP SUMMARY RESULTS

Total CAPWAP Capacity: 91.95; along Shaft 66.21; at Toe 25.74 tons

Soil Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	Depth Below Grade m	Ru tons	Force in Pile tons	Sum of Ru tons	Unit Resist. (Depth) tons/m	Unit Resist. (Area) tons/m²
				92.0			
1	2.0	1.6	2.14	89.8	2.14	1.32	1.32
2	4.0	3.6	7.17	82.6	9.31	3.55	3.55
3	6.1	5.7	14.32	68.3	23.63	7.09	7.09
4	8.1	7.7	20.12	48.2	43.75	9.96	9.96
5	10.1	9.7	22.46	25.7	66.21	11.12	11.12
Avg. Shaft			13.24			6.83	6.83
Toe			25.74				411.84

Soil Model Parameters/Extensions		Shaft	Toe
Smith Damping Factor		0.42	0.50
Quake	(mm)	3.144	2.668
Case Damping Factor		0.48	0.22
Damping Type		Viscous	Sm+Visc
Unloading Quake	(% of loading quake)	83	30
Reloading Level	(% of Ru)	100	100
Unloading Level	(% of Ru)	11	
Resistance Gap (included in Toe Quake) (mm)			0.583

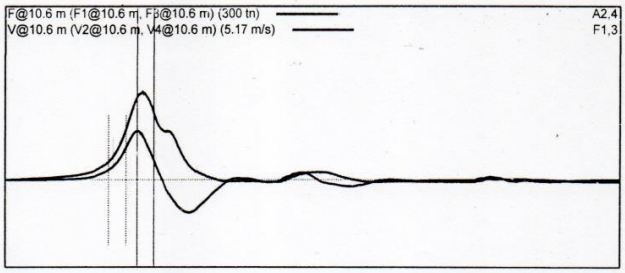
CAPWAP match quality = 1.83 (Wave Up Match) ; RSA = 0
Observed: Final Set = 10.300 mm; Blow Count = 97 b/m
Computed: Final Set = 10.927 mm; Blow Count = 92 b/m
Transducer F1 (R610) CAL: 91.5; RF: 1.00; F3 (P698) CAL: 144.3; RF: 1.00
A2 (K10697) CAL: 344; RF: 1.00; A4 (K10462) CAL: 412; RF: 1.00

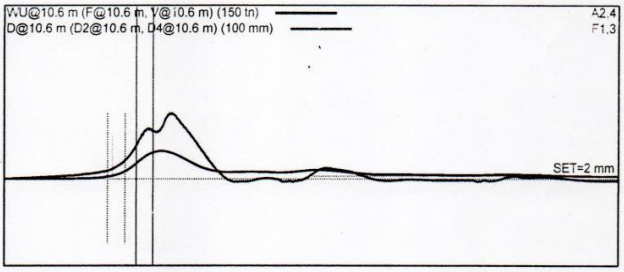
max. Top Comp. Stress = 0.3 tons/cm² (T= 44.3 ms, max= 1.000 x Top)
max. Comp. Stress = 0.3 tons/cm² (Z= 1.0 m, T= 44.3 ms)
max. Tens. Stress = -0.02 tons/cm² (Z= 6.1 m, T= 67.7 ms)
max. Energy (EMX) = 1.95 tons-m; max. Measured Top Displ. (DMX)=17.760 mm

Lampiran 3.d Hasil pengujian PDA untuk tiang P 26B

Pile Dynamics, Inc.
Pile Driving Analyzer ® (PDA)
Lab Terpadu UBT

P 26B





Project Information
PROJECT: Lab Terpadu UBT
PILE NAME: P 26B
DESC: Square 25 - Diesel 2.5T
PDA OWNER: Pile Dynamics, Inc.
SERIAL NUMBER: 4939 LE
OPERATOR: Marcho
FILE: P 26B.pda
17Jul2019 02:10:34 PM
Blow number 7

Quantity Results

RMX	120 tn
RSU	112 tn
EMX	1.74 tn-m
FMX	153 tn
CSX	24.0 MPa
TSX	2.0 MPa
DFN	2 mm
DMX	16 mm
ETR	23.2 %

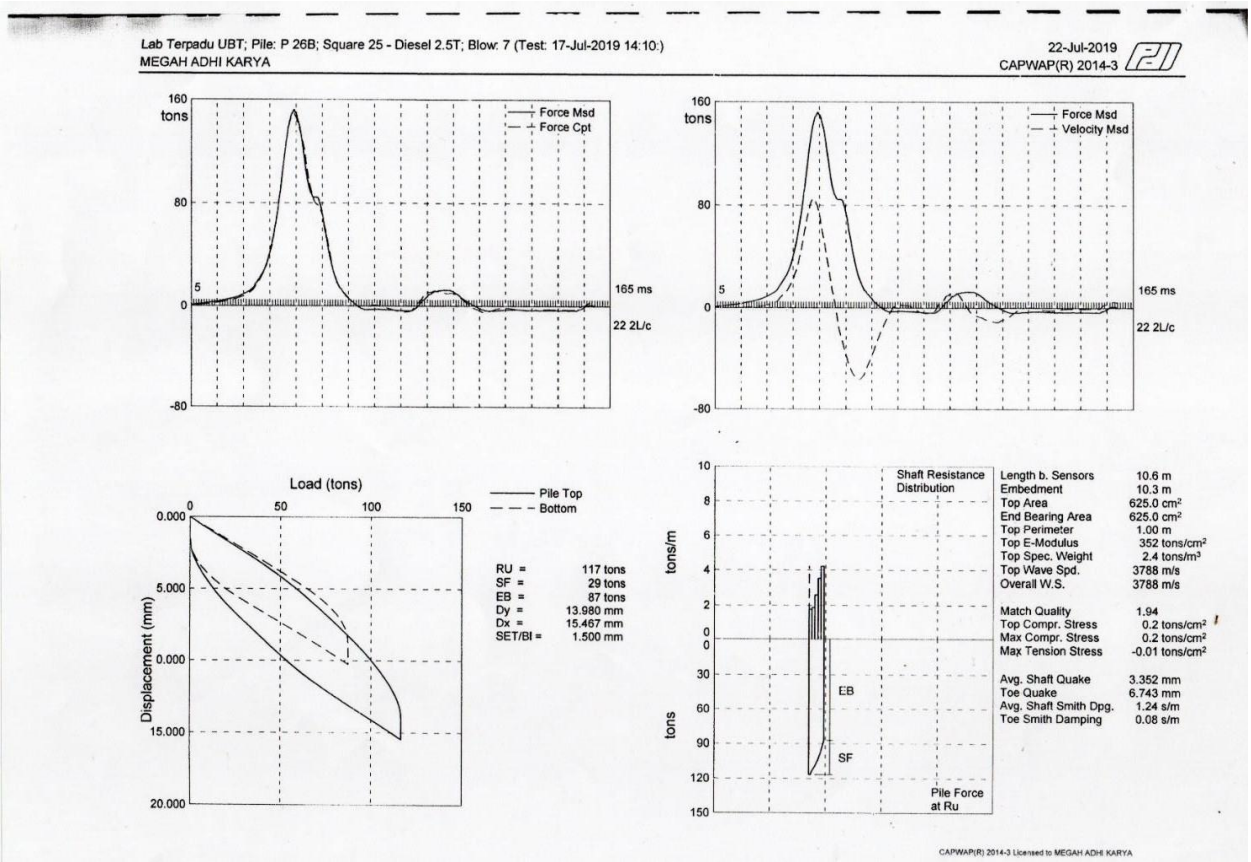
Sensors
F1 : [R610] 91.5 PDICAL (1) FF1
A2 (PR): [K10697] 344 mv/6.4v/5000g (1) VF1
F3 : [P698] 144.3 PDICAL (1) FF1
A4 (PR): [K10462] 412 mv/6.4v/5000g (1) VF1
CLIP: OK

Pile Properties

LE	10.6 m
AR	625.00 cm^2
EM	352 t/cm2
SP	2.40 t/m3
WS	3787.8 m/s
WC	3785.7 m/s
EA/C	58.0 tn-s/m
2L/C	5.60 ms
JC	0.60
LP	10.3 m

Version 2018.30

Lampiran 3.e Hasil pengujian PDA untuk tiang P 26B



Lampiran 3.f Hasil pengujian CAPWAP untuk tiang P 26B

Lab Terpadu UBT; Pile: P 26B — Test: 17-Jul-2019 14:10
Square 25 - Diesel 2.5T; Blow: 7 — CAPWAP(R) 2014-3
MEGAH ADHI KARYA — OP: Marcho

CAPWAP SUMMARY RESULTS

Total CAPWAP Capacity: 116.67; along Shaft 29.18; at Toe 87.49 tons

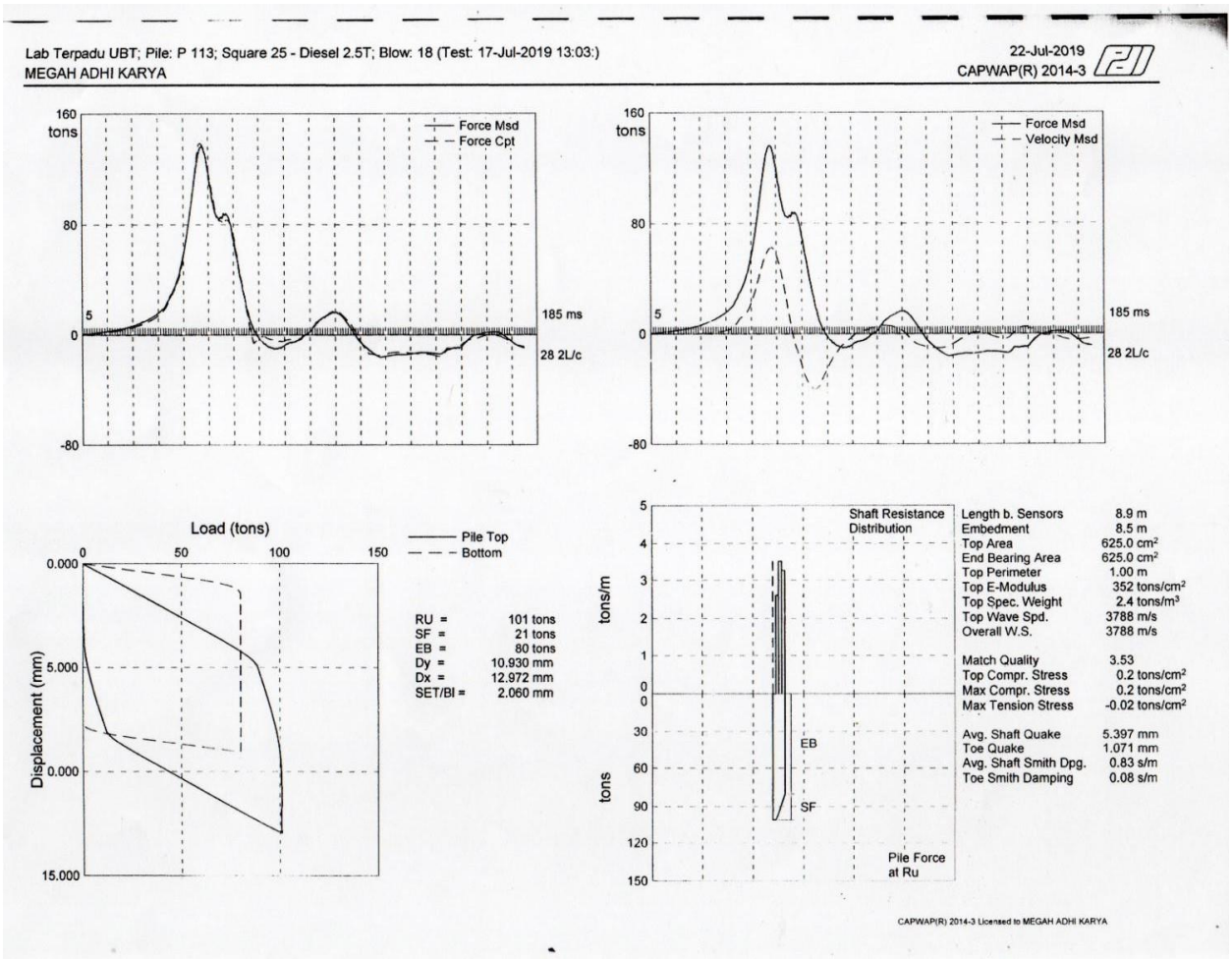
Soil Sgmnt No.	Dist. Below Gages m	Depth Below Grade m	Ru tons	Force in Pile tons	Sum of Ru tons	Unit Resist. (Depth) tons/m	Unit Resist. (Area) tons/m²
				116.7			
1	2.1	1.8	3.22	113.4	3.22	1.77	1.77
2	4.2	3.9	3.99	109.5	7.21	1.88	1.88
3	6.4	6.1	5.52	103.9	12.73	2.60	2.60
4	8.5	8.2	7.50	96.4	20.23	3.54	3.54
5	10.6	10.3	8.95	87.5	29.18	4.22	4.22
Avg. Shaft			5.84			2.83	2.83
Toe			87.49				1399.85

Soil Model Parameters/Extensions		Shaft	Toe
Smith Damping Factor		1.24	0.08
Quake	(mm)	3.352	6.743
Case Damping Factor		0.62	0.12
Damping Type		Viscous	Viscous
Reloading Level	(% of Ru)	100	100
Unloading Level	(% of Ru)	6	

CAPWAP match quality = 1.94 (Wave Up Match) ; RSA = 0
Observed: Final Set = 1.500 mm; Blow Count = 667 b/m
Computed: Final Set = 2.498 mm; Blow Count = 400 b/m
Transducer F1 (R610) CAL: 91.5; RF: 1.00; F3 (P698) CAL: 144.3; RF: 1.00
A2 (K10697) CAL: 344; RF: 1.00; A4 (K10462) CAL: 412; RF: 1.00

max. Top Comp. Stress = 0.2 tons/cm² (T= 44.5 ms, max= 1.009 x Top)
max. Comp. Stress = 0.2 tons/cm² (Z= 2.1 m, T= 44.8 ms)
max. Tens. Stress = -0.01 tons/cm² (Z= 6.4 m, T= 70.0 ms)
max. Energy (EMX) = 1.71 tons-m; max. Measured Top Displ. (DMX)=15.989 mm

Lampiran 3.g Hasil pengujian PDA untuk tiang P 113



Lampiran 4.a Uji sondir

LAPORAN UJI TANAH

S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	01
Koordinat	:	N : 364714,502 E : 571620,415
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	-
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	10.06
0.20	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	20.12
0.40	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	30.18
0.60	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	40.23
0.80	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	50.29
1.00	**15.00**	**20.00**	**15.17**	**0.50**	**10.06**	**60.35**
1.20	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	70.41
1.40	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	80.47
1.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	90.53

1.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	100.58
2.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**110.64**
2.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	120.70
2.40	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	130.76
2.60	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	140.82
2.80	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	150.88
3.00	**30.00**	**40.00**	**30.34**	**1.01**	**20.12**	**170.99**
3.20	15.00	25.00	15.17	1.01	20.12	191.11
3.40	15.00	25.00	15.17	1.01	20.12	211.23
3.60	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	231.34
3.80	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	251.46
4.00	**50.00**	**70.00**	**50.57**	**2.01**	**40.23**	**291.69**
4.20	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	331.93
4.40	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	372.16
4.60	55.00	75.00	55.62	2.01	40.23	412.39
4.80	55.00	75.00	55.62	2.01	40.23	452.63
5.00	**60.00**	**80.00**	**60.68**	**2.01**	**40.23**	**492.86**
5.20	60.00	80.00	60.68	2.01	40.23	533.10
5.40	120.00	150.00	121.36	3.02	60.35	593.45
5.60	150.00	160.00	151.70	1.01	20.12	613.56
5.80	150.00	160.00	151.70	1.01	20.12	633.68
6.00	**150.00**	**160.00**	**151.70**	**1.01**	**20.12**	**653.80**
6.20	160.00	170.00	161.81	1.01	20.12	673.91
6.40	160.00	170.00	161.81	1.01	20.12	694.03
6.60	160.00	170.00	161.81	1.01	20.12	714.15
6.80	160.00	170.00	161.81	1.01	20.12	734.26
7.00	**170.00**	**180.00**	**171.93**	**1.01**	**20.12**	**754.38**
7.20	170.00	180.00	171.93	1.01	20.12	774.50
7.40	170.00	180.00	171.93	1.01	20.12	794.61
7.60	180.00	200.00	182.04	2.01	40.23	834.85
7.80	180.00	200.00	182.04	2.01	40.23	875.08
8.00	**190.00**	**210.00**	**192.15**	**2.01**	**40.23**	**915.32**
8.20	210.00	230.00	212.38	2.01	40.23	955.55
8.40	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	995.78
8.60	250.00	260.00	252.83	1.01	20.12	1,015.90

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	02
Koordinat	:	N : 364720,784 E : 571605,759
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	10.06
0.20	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	20.12
0.40	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	30.18
0.60	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	40.23
0.80	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	50.29
1.00	**15.00**	**20.00**	**15.17**	**0.50**	**10.06**	**60.35**
1.20	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	70.41
1.40	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	80.47
1.60	14.00	18.00	14.16	0.40	8.05	88.51
1.80	14.00	18.00	14.16	0.40	8.05	96.56

2.00	**15.00**	**20.00**	**15.17**	**0.50**	**10.06**	**106.62**
2.20	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	116.68
2.40	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	126.74
2.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	136.79
2.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	146.85
3.00	**20.00**	**30.00**	**20.23**	**1.01**	**20.12**	**166.97**
3.20	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	187.09
3.40	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	207.20
3.60	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	227.32
3.80	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	247.44
4.00	**28.00**	**40.00**	**28.32**	**1.21**	**24.14**	**271.58**
4.20	28.00	40.00	28.32	1.21	24.14	295.72
4.40	28.00	45.00	28.32	1.71	34.20	329.92
4.60	28.00	45.00	28.32	1.71	34.20	364.11
4.80	28.00	45.00	28.32	1.71	34.20	398.31
5.00	**30.00**	**40.00**	**30.34**	**1.01**	**20.12**	**418.43**
5.20	30.00	40.00	30.34	1.01	20.12	438.55
5.40	35.00	45.00	35.40	1.01	20.12	458.66
5.60	35.00	45.00	35.40	1.01	20.12	478.78
5.80	35.00	40.00	35.40	0.50	10.06	488.84
6.00	**40.00**	**60.00**	**40.45**	**2.01**	**40.23**	**529.07**
6.20	40.00	60.00	40.45	2.01	40.23	569.31
6.40	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	609.54
6.60	70.00	100.00	70.79	3.02	60.35	669.89
6.80	110.00	140.00	111.25	3.02	60.35	730.24
7.00	**130.00**	**150.00**	**131.47**	**2.01**	**40.23**	**770.47**
7.20	150.00	170.00	151.70	2.01	40.23	810.71
7.40	180.00	200.00	182.04	2.01	40.23	850.94
7.60	180.00	200.00	182.04	2.01	40.23	891.18
7.80	200.00	230.00	202.27	3.02	60.35	951.53
8.00	**250.00**	**270.00**	**252.83**	**2.01**	**40.23**	**991.76**
8.20	280.00	300.00	283.17	2.01	40.23	1,031.99

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	03
Koordinat	:	N : 364700,810 E : 571612,243
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	4.02
0.20	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	14.08
0.40	18.00	23.00	18.20	0.50	10.06	24.14
0.60	18.00	23.00	18.20	0.50	10.06	34.20
0.80	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	44.26
1.00	**21.00**	**26.00**	**21.24**	**0.50**	**10.06**	**54.32**
1.20	21.00	26.00	21.24	0.50	10.06	64.37
1.40	21.00	26.00	21.24	0.50	10.06	74.43
1.60	24.00	28.00	24.27	0.40	8.05	82.48
1.80	24.00	28.00	24.27	0.40	8.05	90.53

2.00	**22.00**	**27.00**	**22.25**	**0.50**	**10.06**	**100.58**
2.20	22.00	27.00	22.25	0.50	10.06	110.64
2.40	26.00	31.00	26.29	0.50	10.06	120.70
2.60	26.00	31.00	26.29	0.50	10.06	130.76
2.80	26.00	31.00	26.29	0.50	10.06	140.82
3.00	**26.00**	**31.00**	**26.29**	**0.50**	**10.06**	**150.88**
3.20	26.00	31.00	26.29	0.50	10.06	160.93
3.40	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	201.17
3.60	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	241.40
3.80	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	281.64
4.00	**20.00**	**40.00**	**20.23**	**2.01**	**40.23**	**321.87**
4.20	20.00	40.00	20.23	2.01	40.23	362.10
4.40	20.00	40.00	20.23	2.01	40.23	402.34
4.60	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	442.57
4.80	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	482.80
5.00	**80.00**	**120.00**	**80.91**	**4.02**	**80.47**	**563.27**
5.20	80.00	120.00	80.91	4.02	80.47	643.74
5.40	80.00	120.00	80.91	4.02	80.47	724.21
5.60	70.00	110.00	70.79	4.02	80.47	804.67
5.80	70.00	110.00	70.79	4.02	80.47	885.14
6.00	**120.00**	**140.00**	**121.36**	**2.01**	**40.23**	**925.37**
6.20	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	965.61
6.40	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	1,005.84
6.60	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	1,046.07
6.80	140.00	160.00	141.59	2.01	40.23	1,086.31
7.00	**170.00**	**180.00**	**171.93**	**1.01**	**20.12**	**1,106.43**
7.20	180.00	200.00	182.04	2.01	40.23	1,146.66
7.40	200.00	220.00	202.27	2.01	40.23	1,186.89
7.60	200.00	220.00	202.27	2.01	40.23	1,227.13
7.80	210.00	230.00	212.38	2.01	40.23	1,267.36
8.00	**230.00**	**250.00**	**232.61**	**2.01**	**40.23**	**1,307.59**
8.20	260.00	290.00	262.95	3.02	60.35	1,367.94
8.40	300.00	320.00	303.40	2.01	40.23	1,408.18

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	04
Koordinat	:	N : 364705,238 E : 571591,881
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	10.06
0.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	20.12
0.40	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	30.18
0.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	40.23
0.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	50.29
1.00	**19.00**	**24.00**	**19.22**	**0.50**	**10.06**	**60.35**
1.20	19.00	24.00	19.22	0.50	10.06	70.41
1.40	19.00	24.00	19.22	0.50	10.06	80.47
1.60	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	90.53
1.80	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	100.58

2.00	**25.00**	**30.00**	**25.28**	**0.50**	**10.06**	**110.64**
2.20	25.00	30.00	25.28	0.50	10.06	120.70
2.40	25.00	30.00	25.28	0.50	10.06	130.76
2.60	28.00	33.00	28.32	0.50	10.06	140.82
2.80	28.00	33.00	28.32	0.50	10.06	150.88
3.00	**40.00**	**50.00**	**40.45**	**1.01**	**20.12**	**170.99**
3.20	40.00	50.00	40.45	1.01	20.12	191.11
3.40	60.00	90.00	60.68	3.02	60.35	251.46
3.60	40.00	60.00	40.45	2.01	40.23	291.69
3.80	40.00	60.00	40.45	2.01	40.23	331.93
4.00	**30.00**	**50.00**	**30.34**	**2.01**	**40.23**	**372.16**
4.20	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	412.39
4.40	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	452.63
4.60	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	492.86
4.80	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	533.10
5.00	**50.00**	**70.00**	**50.57**	**2.01**	**40.23**	**573.33**
5.20	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	613.56
5.40	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	653.80
5.60	80.00	100.00	80.91	2.01	40.23	694.03
5.80	80.00	100.00	80.91	2.01	40.23	734.26
6.00	**90.00**	**110.00**	**91.02**	**2.01**	**40.23**	**774.50**
6.20	90.00	110.00	91.02	2.01	40.23	814.73
6.40	100.00	130.00	101.13	3.02	60.35	875.08
6.60	100.00	130.00	101.13	3.02	60.35	935.43
6.80	130.00	140.00	131.47	1.01	20.12	955.55
7.00	**130.00**	**140.00**	**131.47**	**1.01**	**20.12**	**975.67**
7.20	140.00	150.00	141.59	1.01	20.12	995.78
7.40	140.00	150.00	141.59	1.01	20.12	1,015.90
7.60	150.00	180.00	151.70	3.02	60.35	1,076.25
7.80	200.00	230.00	202.27	3.02	60.35	1,136.60
8.00	**220.00**	**250.00**	**222.49**	**3.02**	**60.35**	**1,196.95**
8.20	250.00	270.00	252.83	2.01	40.23	1,237.18
8.40	260.00	290.00	262.95	3.02	60.35	1,297.54

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	05
Koordinat	:	N : 364732,619 E : 571592,044
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	5.00	9.00	5.06	0.40	8.05	8.05
0.20	5.00	9.00	5.06	0.40	8.05	16.09
0.40	5.00	9.00	5.06	0.40	8.05	24.14
0.60	5.00	9.00	5.06	0.40	8.05	32.19
0.80	5.00	9.00	5.06	0.40	8.05	40.23
1.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**50.29**
1.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	60.35
1.40	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	70.41
1.60	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	80.47
1.80	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	90.53

2.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**100.58**
2.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	110.64
2.40	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	120.70
2.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	130.76
2.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	140.82
3.00	**10.00**	**20.00**	**10.11**	**1.01**	**20.12**	**160.93**
3.20	10.00	20.00	10.11	1.01	20.12	181.05
3.40	10.00	20.00	10.11	1.01	20.12	201.17
3.60	8.00	18.00	8.09	1.01	20.12	221.29
3.80	8.00	18.00	8.09	1.01	20.12	241.40
4.00	**12.00**	**22.00**	**12.14**	**1.01**	**20.12**	**261.52**
4.20	12.00	22.00	12.14	1.01	20.12	281.64
4.40	12.00	22.00	12.14	1.01	20.12	301.75
4.60	15.00	25.00	15.17	1.01	20.12	321.87
4.80	15.00	25.00	15.17	1.01	20.12	341.99
5.00	**20.00**	**35.00**	**20.23**	**1.51**	**30.18**	**372.16**
5.20	20.00	35.00	20.23	1.51	30.18	402.34
5.40	20.00	35.00	20.23	1.51	30.18	432.51
5.60	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	452.63
5.80	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	472.75
6.00	**30.00**	**50.00**	**30.34**	**2.01**	**40.23**	**512.98**
6.20	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	553.21
6.40	50.00	80.00	50.57	3.02	60.35	613.56
6.60	50.00	80.00	50.57	3.02	60.35	673.91
6.80	70.00	100.00	70.79	3.02	60.35	734.26
7.00	**90.00**	**110.00**	**91.02**	**2.01**	**40.23**	**774.50**
7.20	90.00	110.00	91.02	2.01	40.23	814.73
7.40	110.00	130.00	111.25	2.01	40.23	854.97
7.60	110.00	130.00	111.25	2.01	40.23	895.20
7.80	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	935.43
8.00	**150.00**	**170.00**	**151.70**	**2.01**	**40.23**	**975.67**
8.20	150.00	170.00	151.70	2.01	40.23	1,015.90
8.40	170.00	200.00	171.93	3.02	60.35	1,076.25
8.60	220.00	250.00	222.49	3.02	60.35	1,136.60
8.80	250.00	280.00	252.83	3.02	60.35	1,196.95

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	06
Koordinat	:	N : 364754,529 E : 571603,214
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	4.02
0.20	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	8.05
0.40	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	18.11
0.60	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	28.16
0.80	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	38.22
1.00	**13.00**	**19.00**	**13.15**	**0.60**	**12.07**	**50.29**
1.20	13.00	19.00	13.15	0.60	12.07	62.36
1.40	13.00	19.00	13.15	0.60	12.07	74.43
1.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	84.49
1.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	94.55

2.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**104.61**
2.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	114.67
2.40	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	124.72
2.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	134.78
2.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	144.84
3.00	**12.00**	**17.00**	**12.14**	**0.50**	**10.06**	**154.90**
3.20	13.00	20.00	13.15	0.70	14.08	168.98
3.40	13.00	20.00	13.15	0.70	14.08	183.06
3.60	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	193.12
3.80	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	203.18
4.00	**25.00**	**30.00**	**25.28**	**0.50**	**10.06**	**213.24**
4.20	25.00	30.00	25.28	0.50	10.06	223.30
4.40	22.00	28.00	22.25	0.60	12.07	235.37
4.60	22.00	28.00	22.25	0.60	12.07	247.44
4.80	22.00	28.00	22.25	0.60	12.07	259.51
5.00	**25.00**	**35.00**	**25.28**	**1.01**	**20.12**	**279.62**
5.20	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	299.74
5.40	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	319.86
5.60	30.00	40.00	30.34	1.01	20.12	339.97
5.80	30.00	40.00	30.34	1.01	20.12	360.09
6.00	**40.00**	**60.00**	**40.45**	**2.01**	**40.23**	**400.32**
6.20	40.00	60.00	40.45	2.01	40.23	440.56
6.40	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	480.79
6.60	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	521.03
6.80	70.00	100.00	70.79	3.02	60.35	581.38
7.00	**90.00**	**110.00**	**91.02**	**2.01**	**40.23**	**621.61**
7.20	110.00	120.00	111.25	1.01	20.12	641.73
7.40	**130.00**	**150.00**	131.47	2.01	40.23	681.96
7.60	150.00	170.00	151.70	2.01	40.23	722.19
7.80	150.00	170.00	151.70	2.01	40.23	762.43
8.00	**180.00**	**200.00**	**182.04**	**2.01**	**40.23**	**802.66**
8.20	190.00	210.00	192.15	2.01	40.23	842.89
8.40	210.00	230.00	212.38	2.01	40.23	883.13
8.60	220.00	250.00	222.49	3.02	60.35	943.48
8.80	250.00	270.00	252.83	2.01	40.23	983.71
9.00	**270.00**	**290.00**	**273.06**	**2.01**	**40.23**	**1,023.95**

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	07
Koordinat	:	N : 364744,991 E : 571621,923
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	10.06
0.20	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	20.12
0.40	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	30.18
0.60	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	40.23
0.80	20.00	25.00	20.23	0.50	10.06	50.29
1.00	**24.00**	**29.00**	**24.27**	**0.50**	**10.06**	**60.35**
1.20	24.00	29.00	24.27	0.50	10.06	70.41
1.40	24.00	29.00	24.27	0.50	10.06	80.47
1.60	25.00	30.00	25.28	0.50	10.06	90.53
1.80	25.00	30.00	25.28	0.50	10.06	100.58

2.00	**30.00**	**35.00**	**30.34**	**0.50**	**10.06**	**110.64**
2.20	30.00	35.00	30.34	0.50	10.06	120.70
2.40	30.00	35.00	30.34	0.50	10.06	130.76
2.60	30.00	35.00	30.34	0.50	10.06	140.82
2.80	30.00	35.00	30.34	0.50	10.06	150.88
3.00	**25.00**	**30.00**	**25.28**	**0.50**	**10.06**	**160.93**
3.20	25.00	30.00	25.28	0.50	10.06	170.99
3.40	28.00	35.00	28.32	0.70	14.08	185.07
3.60	28.00	35.00	28.32	0.70	14.08	199.16
3.80	28.00	35.00	28.32	0.70	14.08	213.24
4.00	**20.00**	**30.00**	**20.23**	**1.01**	**20.12**	**233.36**
4.20	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	253.47
4.40	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	273.59
4.60	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	293.71
4.80	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	313.82
5.00	**33.00**	**43.00**	**33.37**	**1.01**	**20.12**	**333.94**
5.20	33.00	43.00	33.37	1.01	20.12	354.06
5.40	33.00	43.00	33.37	1.01	20.12	374.17
5.60	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	414.41
5.80	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	454.64
6.00	**30.00**	**50.00**	**30.34**	**2.01**	**40.23**	**494.87**
6.20	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	535.11
6.40	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	575.34
6.60	35.00	55.00	35.40	2.01	40.23	615.57
6.80	35.00	55.00	35.40	2.01	40.23	655.81
7.00	**60.00**	**90.00**	**60.68**	**3.02**	**60.35**	**716.16**
7.20	60.00	90.00	60.68	3.02	60.35	776.51
7.40	80.00	100.00	80.91	2.01	40.23	816.74
7.60	80.00	100.00	80.91	2.01	40.23	856.98
7.80	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	897.21
8.00	**160.00**	**190.00**	**161.81**	**3.02**	**60.35**	**957.56**
8.20	200.00	230.00	202.27	3.02	60.35	1,017.91
8.40	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	1,058.15
8.60	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	1,098.38
8.80	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	1,138.61
9.00	**280.00**	**300.00**	**283.17**	**2.01**	**40.23**	**1,178.85**
9.20	290.00	310.00	293.29	2.01	40.23	1,219.08

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	08
Koordinat	:	N : 364690,714 E : 571639,545
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	10.06
0.20	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	20.12
0.40	9.00	15.00	9.10	0.60	12.07	32.19
0.60	9.00	15.00	9.10	0.60	12.07	44.26
0.80	9.00	15.00	9.10	0.60	12.07	56.33
1.00	**10.00**	**20.00**	**10.11**	**1.01**	**20.12**	**76.44**
1.20	10.00	20.00	10.11	1.01	20.12	96.56
1.40	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	106.62
1.60	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	116.68
1.80	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	126.74

2.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**136.79**
2.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	146.85
2.40	13.00	18.00	13.15	0.50	10.06	156.91
2.60	13.00	18.00	13.15	0.50	10.06	166.97
2.80	13.00	18.00	13.15	0.50	10.06	177.03
3.00	**45.00**	**50.00**	**45.51**	**0.50**	**10.06**	**187.09**
3.20	45.00	50.00	45.51	0.50	10.06	197.14
3.40	45.00	50.00	45.51	0.50	10.06	207.20
3.60	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	247.44
3.80	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	287.67
4.00	**30.00**	**50.00**	**30.34**	**2.01**	**40.23**	**327.90**
4.20	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	368.14
4.40	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	408.37
4.60	38.00	55.00	38.43	1.71	34.20	442.57
4.80	38.00	55.00	38.43	1.71	34.20	476.77
5.00	**40.00**	**60.00**	**40.45**	**2.01**	**40.23**	**517.00**
5.20	40.00	60.00	40.45	2.01	40.23	557.24
5.40	70.00	90.00	70.79	2.01	40.23	597.47
5.60	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	637.70
5.80	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	677.94
6.00	**30.00**	**50.00**	**30.34**	**2.01**	**40.23**	**718.17**
6.20	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	758.40
6.40	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	798.64
6.60	40.00	55.00	40.45	1.51	30.18	828.81
6.80	40.00	55.00	40.45	1.51	30.18	858.99
7.00	**80.00**	**100.00**	**80.91**	**2.01**	**40.23**	**899.22**
7.20	80.00	100.00	80.91	2.01	40.23	939.46
7.40	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	979.69
7.60	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	1,019.92
7.80	160.00	180.00	161.81	2.01	40.23	1,060.16
8.00	**190.00**	**210.00**	**192.15**	**2.01**	**40.23**	**1,100.39**
8.20	190.00	210.00	192.15	2.01	40.23	1,140.62
8.40	210.00	230.00	212.38	2.01	40.23	1,180.86
8.60	210.00	230.00	212.38	2.01	40.23	1,221.09
8.80	210.00	230.00	212.38	2.01	40.23	1,261.32
9.00	**230.00**	**250.00**	**232.61**	**2.01**	**40.23**	**1,301.56**
9.20	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	1,341.79
9.40	250.00	270.00	252.83	2.01	40.23	1,382.03
9.60	250.00	270.00	252.83	2.01	40.23	1,422.26

LAPORAN UJI TANAH
S O N D I R

Nama Alat	:	Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas	:	5 Ton
Type	:	SO - 210
No.Titik Sondir	:	09
Koordinat	:	N : 364672,005 E : 571630,007
Kegiatan	:	BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi	:	Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan	:	########################
Cuaca	:	cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	4.02
0.20	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	8.05
0.40	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	12.07
0.60	7.00	12.00	7.08	0.50	10.06	22.13
0.80	7.00	12.00	7.08	0.50	10.06	32.19
1.00	**3.00**	**5.00**	**3.03**	**0.20**	**4.02**	**36.21**
1.20	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	40.23
1.40	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	44.26
1.60	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	54.32

1.80	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	64.37
2.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**74.43**
2.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	84.49
2.40	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	94.55
2.60	13.00	18.00	13.15	0.50	10.06	104.61
2.80	13.00	18.00	13.15	0.50	10.06	114.67
3.00	**10.00**	**15.00**	**10.11**	**0.50**	**10.06**	**124.72**
3.20	10.00	15.00	10.11	0.50	10.06	134.78
3.40	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	154.90
3.60	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	175.02
3.80	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	195.13
4.00	**30.00**	**50.00**	**30.34**	**2.01**	**40.23**	**235.37**
4.20	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	255.48
4.40	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	275.60
4.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	285.66
4.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	295.72
5.00	**20.00**	**30.00**	**20.23**	**1.01**	**20.12**	**315.83**
5.20	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	335.95
5.40	20.00	30.00	20.23	1.01	20.12	356.07
5.60	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	396.30
5.80	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	436.54
6.00	**50.00**	**70.00**	**50.57**	**2.01**	**40.23**	**476.77**
6.20	50.00	70.00	50.57	2.01	40.23	517.00
6.40	70.00	90.00	70.79	2.01	40.23	557.24
6.60	100.00	130.00	101.13	3.02	60.35	617.59
6.80	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	657.82
7.00	**140.00**	**160.00**	**141.59**	**2.01**	**40.23**	**698.05**
7.20	140.00	160.00	141.59	2.01	40.23	738.29
7.40	110.00	130.00	111.25	2.01	40.23	778.52
7.60	80.00	100.00	80.91	2.01	40.23	818.75
7.80	90.00	110.00	91.02	2.01	40.23	858.99
8.00	**100.00**	**120.00**	**101.13**	**2.01**	**40.23**	**899.22**
8.20	100.00	120.00	101.13	2.01	40.23	939.46
8.40	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	979.69
8.60	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	1,019.92
8.80	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	1,060.16
9.00	**110.00**	**130.00**	**111.25**	**2.01**	**40.23**	**1,100.39**
9.20	110.00	130.00	111.25	2.01	40.23	1,140.62
9.40	120.00	140.00	121.36	2.01	40.23	1,180.86
9.60	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	1,221.09
9.80	160.00	180.00	161.81	2.01	40.23	1,261.32

10.00	**180.00**	**200.00**	**182.04**	**2.01**	**40.23**	**1,301.56**
10.20	220.00	240.00	222.49	2.01	40.23	1,341.79
10.40	250.00	270.00	252.83	2.01	40.23	1,382.03
10.60	270.00	290.00	273.06	2.01	40.23	1,422.26
10.80	290.00	310.00	293.29	2.01	40.23	1,462.49

LAPORAN UJI TANAH

S O N D I R

Nama Alat : Dutch Cone Penetrometer
Kapasitas : 5 Ton
Type : SO - 210

No.Titik Sondir : 10
Koordinat : N : 364683,176
E : 571608,097
Paket Kegiatan : BIAYA DED GEDUNG LABORATORIUM DAN PERKULIAHAN TERPADU UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN
Lokasi : Jalan Amal Lama
Waktu Pelaksanaan : ##########################
Cuaca : cerah

Dpt	:	Diameter Piston	=	3.56	cm	Ao =	$(Dpt/Dkn)^2$	1.01133
Dkn	:	Diameter Konus	=	3.54	cm			
DS	:	Diameter Selimut	=	3.15	cm	A_1 =	$(Dpt^2)/(4\ DS.L)$	0.10058
L	:	Panjang Selimut	=	10.00	cm			
D	:	Jarak Pembacaan	=	20.00	cm	A_2 =	$(Dpt^2/4\ DS)$	1.00584

Kedalaman	Pembacaan Dial		Hambatan (kg/m2)		Hambatan Lekat HL=(JP-PK).A_2.D/L	Jumlah Hambatan Lekat
	Perlawanan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Konus (HK) = (PK.A_o)	Setempat (HS) = (JP-PK).A_1		
(M)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)
1	2	3	4	5	6	7
0.00	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	4.02
0.20	3.00	5.00	3.03	0.20	4.02	8.05
0.40	8.00	10.00	8.09	0.20	4.02	12.07

0.60	8.00	10.00	8.09	0.20	4.02	16.09
0.80	8.00	10.00	8.09	0.20	4.02	20.12
1.00	**5.00**	**10.00**	**5.06**	**0.50**	**10.06**	**30.18**
1.20	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	40.23
1.40	5.00	10.00	5.06	0.50	10.06	50.29
1.60	7.00	13.00	7.08	0.60	12.07	62.36
1.80	7.00	13.00	7.08	0.60	12.07	74.43
2.00	**14.00**	**19.00**	**14.16**	**0.50**	**10.06**	**84.49**
2.20	14.00	19.00	14.16	0.50	10.06	94.55
2.40	17.00	22.00	17.19	0.50	10.06	104.61
2.60	17.00	22.00	17.19	0.50	10.06	114.67
2.80	17.00	22.00	17.19	0.50	10.06	124.72
3.00	**15.00**	**20.00**	**15.17**	**0.50**	**10.06**	**134.78**
3.20	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	144.84
3.40	23.00	28.00	23.26	0.50	10.06	154.90
3.60	23.00	28.00	23.26	0.50	10.06	164.96
3.80	23.00	28.00	23.26	0.50	10.06	175.02
4.00	**25.00**	**35.00**	**25.28**	**1.01**	**20.12**	**195.13**
4.20	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	215.25
4.40	25.00	35.00	25.28	1.01	20.12	235.37
4.60	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	245.43
4.80	15.00	20.00	15.17	0.50	10.06	255.48
5.00	**20.00**	**40.00**	**20.23**	**2.01**	**40.23**	**295.72**
5.20	20.00	40.00	20.23	2.01	40.23	335.95
5.40	20.00	40.00	20.23	2.01	40.23	376.18
5.60	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	416.42
5.80	30.00	50.00	30.34	2.01	40.23	456.65
6.00	**40.00**	**60.00**	**40.45**	**2.01**	**40.23**	**496.89**
6.20	40.00	60.00	40.45	2.01	40.23	537.12
6.40	70.00	90.00	70.79	2.01	40.23	577.35
6.60	70.00	90.00	70.79	2.01	40.23	617.59
6.80	70.00	90.00	70.79	2.01	40.23	657.82
7.00	**100.00**	**120.00**	**101.13**	**2.01**	**40.23**	**698.05**
7.20	100.00	120.00	101.13	2.01	40.23	738.29
7.40	100.00	120.00	101.13	2.01	40.23	778.52
7.60	100.00	130.00	101.13	3.02	60.35	838.87
7.80	100.00	130.00	101.13	3.02	60.35	899.22
8.00	**130.00**	**150.00**	**131.47**	**2.01**	**40.23**	**939.46**
8.20	130.00	150.00	131.47	2.01	40.23	979.69
8.40	140.00	160.00	141.59	2.01	40.23	1,019.92
8.60	150.00	180.00	151.70	3.02	60.35	1,080.27

8.80	150.00	180.00	151.70	3.02	60.35	1,140.62
9.00	**180.00**	**200.00**	**182.04**	**2.01**	**40.23**	**1,180.86**
9.20	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	1,221.09
9.40	230.00	250.00	232.61	2.01	40.23	1,261.32
9.60	240.00	260.00	242.72	2.01	40.23	1,301.56
9.80	240.00	260.00	242.72	2.01	40.23	1,341.79
10.00	**260.00**	**280.00**	**262.95**	**2.01**	**40.23**	**1,382.03**
10.20	280.00	300.00	283.17	2.01	40.23	1,422.26