

**ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI *BOREPILE*
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS A
UNIVERSITAS ISLAM SULTHAN THAHA SAIFUDDIN
JAMBI**

S K R I P S I



**IGA SAKINAH
M1C117051**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

**ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI *BOREPILE*
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS A
UNIVERSITAS ISLAM SULTHAN THAHA SAIFUDDIN
JAMBI**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan skripsi pada Program Studi Teknik Sipil



**IGA SAKINAH
M1C117051**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, Desember 2022

Yang menyatakan

IGA SAKINAH

M1C117051

**ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI *BOREPILE*
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS A
UNIVERSITAS ISLAM SULTHAN THAHA SAIFUDDIN
JAMBI**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan skripsi pada Program Studi Teknik Sipil



**IGA SAKINAH
M1C117051**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI *BOREPILE* PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS A UNIVERSITAS ISLAM SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI** yang disusun oleh **IGA SAKINAH, NIM: M1C117051** telah dipertahankan di depan tim penguji.

Susunan Tim Penguji :

Ketua	: Ir. M.Nuklirillah, S.T., M.Eng
Sekretaris	: Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T
Anggota	: 1. Drs. Harmes, M.T 2. Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T 3. Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. M. Nuklirullah, S.T.,M.Eng.
NIP. 198906012019031012

Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.
NIP. 198910212019032015

Diketahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia,
dan Lingkungan

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Prof. Dr. Drs M. Naswir, M.Si.
NIP. 196605031991021001

ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI *BOREPILE* PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS A UNIVERSITAS ISLAM SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI

Nama : Iga Sakinah
NIM : M1C117051
Program Studi : Teknik Sipil
Jurusan : Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan
Dosen Pembimbing Utama : Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng
Dosen Pembimbing Pendamoing : Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T

ABSTRAK

Pondasi digunakan untuk mentransfer beban bangunan ke lapisan tanah yang lebih dalam sehingga mencapai lapisan tanah yang mampu mendukung beban struktur diatasnya. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kapasitas daya dukung pondasi *borepile* dari hasil sondir dengan menggunakan 3 metode yaitu metode LCPC, metode langsung dan metode schertmann dan nottingham selanjutnya menghitung daya dukung pondasi tiang tunggal dan daya dukung pondasi tiang kelompok. Perhitungan dari hasil kapasitas daya dukung pondasi untuk melihat apakah pondasi yang terpasang mampu atau tidak menahan beban di atasnya, maka kapasitas daya dukung ijin pondasi tersebut harus lebih besar dari pada struktur atas bangunan. Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang tunggal didapat nilai daya dukung ultimit (Q_u) pada metode LCPC 537,425 ton, metode langsung 476,764 ton, dan metode schertmann nottingham 458,485 ton. Untuk daya dukung pondasi kelompok 2 tiang nilai Q_u metode LCPC 1021,107 ton, metode langsung 905,851 ton, metode schertmann nottingham 871,121 ton, kelompok 3 tiang nilai Q_u metode LCPC 687,904 ton, metode langsung 610,257 ton, metode schertmann nottingham 586,860 ton, kelompok 4 tiang nilai Q_u metode LCPC 1031,856 ton, metode langsung 915,386 ton, metode schertmann nottingham 880,291 ton, kelompok 5 tiang nilai Q_u metode LCPC 854,505 ton, metode langsung 758,054 ton, metode schertmann nottingham 728,991 ton, kelompok 20 tiang nilai Q_u metode LCPC 816,886 ton, metode langsung 724,681 ton, metode schertmann nottingham 696,897 ton, kelompok 20 tiang nilai Q_u metode LCPC 2310,927 ton, metode langsung 2050,085 ton, dan metode schertmann nottingham 1971,485 ton.

Kata Kunci : Pondasi *Borepile*, Daya Dukung Pondasi, Bangunan Gedung.

ABSTRACT

The foundation is used to transfer building loads to deeper layers of soil so as to reach a layer of soil that is able to support the load of the structure above it. The purpose of this study is to calculate the bearing capacity of borepile foundations from sondir results using 3 methods, namely the LCPC method, the direct method and the Schertmann and Nottingham methods. Calculation of the results of the bearing capacity of the foundation to see whether the installed foundation is able or not to withstand the load on it, the bearing capacity of the foundation permit must be greater than that of the superstructure of the building. The results of the calculation of the bearing capacity of a single pile foundation obtained the value of ultimate bearing capacity (Q_u) on the LCPC method of 537.425 tons, the direct method of 476.764 tons, and the Schertmann Nottingham method of 458.485 tons. For the bearing capacity of group 2 piles the Q_u value of the LCPC method is 1021.107 tons, the direct method is 905.851 tons, the schertmann nottingham method is 871.121 tons, the group 3 piles are Q_u value using the LCPC method is 687.904 tons, the direct method is 610.257 tons, the schertmann nottingham method is 586.860 tons, group 4 pile Q_u value LCPC method 1031,856 tons, direct method 915,386 tons, schertmann nottingham method 880,291 tons, group 5 pile Q_u value method LCPC method 854,505 tons, direct method 758,054 tons, schertmann nottingham method 728,991 tons, group 20 pile Q_u value LCPC method 816,886 tons , direct method 724,681 tons, schertmann nottingham method 696,897 tons, group 20 pile Q_u value LCPC method 2310,927 tons, direct method 2050,085 tons, and schertmann nottingham method 1971,485 tons.

Keywords : *Borepile Foundation, Foundation Bearing Capacity, Buildings.*

RIWAYAT HIDUP



Iga Sakinah lahir di Kota Jambi pada tanggal 02 April 1999, merupakan anak dari kedua dari dua bersaudara. Dilahirkan dari pasangan Bapak Sapriansyah dan Ibu Erniati, S.Pd. Penulis mempunyai motto hidup “Berbuat Baik Kepada Siapapun Dan Bantulah Sesama Manusia Agar Urusanmu Di Permudah Allah”. Penulis memulai Pendidikan Taman Kanak-Kanak pada tahun 2005 di TK Al-Muthmainnah, kemudian melanjutkan Sekolah Dasar di SDN 64/IV Kota Jambi pada tahun 2006 hingga 2011,

melanjutkan ke sekolah jenjang menengah pertama di SMPN 16 Kota Jambi dan melanjutkan ke SMAN 4 Kota Jambi pada tahun 2014 hingga 2017. Penulis melanjutkan Pendidikan tinggi di Universitas Jambi pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi pada tahun 2017 melalui jalur SMMPTN. Semasa kuliah penulis juga mengikuti ajang bakat pemilihan Duta Songket Provinsi Jambi dan mendapatkan gelar Runner Up 1.

Penulis mengakhiri masa studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dengan melaksanakan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan RSUD Abdurrahman Sayuti Muara Bulian. Setelah itu penulis Menyusun tugas akhir Skripsi yang dibimbing oleh Bapak Ir. M. Nuklirullah, S.T.,M.Eng selaku pembimbing utama dan Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T.,M.T selaku pembimbing pendamping dengan judul **“Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Borepile Pada Pembangunan Gedung Fakultas A Universitas Islam Sultan Thaha Saifuddin Jambi”**.

PRAKATA

Assalamualaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur bagi Allah yang Maha Esa dan atas segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Serta sholawat dan salam kita kirimkan kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari alam jahiliyah ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Skripsi ini telah penulis kerjakan dengan sebenar-benarnya, asli buatan penulis sendiri tidak terdapat karya yang diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan skripsi yang berlaku. Penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Borepile Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas A Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi” yang telah dibantu** dengan bimbingan Bapak Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng, dan Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing Skripsi.

Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya.
2. Yth. Bapak Drs. Jefri Marzal M.Sc., D.I.T sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Yth Bapak Prof. Dr. Drs M. Naswir, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan.
4. Yth. Bapak Ir. M. Nuklirullah, S.T., M.Eng., selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik.
5. Yth. Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T., selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing 2.
6. Yth. Bapak Ade Nurdin, S.T., M.T., Bapak Dr. Drs. Harmes, M.T., dan Ibu Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji.
7. Seluruh dosen dan staff pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
8. Yth. Bapak Andri selaku manager di PT. Kanta Karya dan seluruh staff PT. Kanta Karya yang telah mengizinkan penulis mengambil data.
9. Yth. Bapak Agil selaku penanggung jawab proyek dari Universitas UIN Jambi.
10. Kedua orang tua tercinta yaitu Bapak Sapriansyah dan Ibu Erniati, S.Pd serta abang Iqbal Sidik, S.T yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
11. Semua keluarga besar yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

12. Ayu Aprilia Khofifah, Dina Agnestia, selaku sahabat penulis yang selalu memberikan semangat dan selalu ada di kondisi apapun.
13. Dhina Silva dan Khansa Najla Tamimah, sebagai sahabat penulis selama di kampus mereka selalu ada dalam keadaan susah maupun senang, yang selalu menyemangati saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Kak Niken Tasya Clara Putri, dan Bobi Dwi Pangestu, dan Icha Yulya yang telah membantu dan bersedia memberikan arahan kepada penulis.
15. Ciwi-ciwi Mega Sukma Rismawati, Asnita Faradilla, Helda Riana, Fitriyana, yang banyak membantu selama masa perkuliahan.
16. Seluruh teman-teman angkatan sipil 17 yang telah menemani masa perkuliahan di kampus.
17. Nabel akbar yang telah menyemangati dan menemani penulis selama skripsi.
18. BTS, NCT 127, NCT Dream, Treasure lagu playlist penulis selama mengerjakan skripsi.
19. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me you can do it, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada semua pihak dan mohon maaf apabila ada yang tidak disebutkan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun agar bisa bermanfaat untuk kedepannya.

Jambi, Desember 2022
Penulis

Iga Sakinah

Daftar Isi

	Halaman
I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Bangunan Gedung	4
2.2 Tanah.....	4
2.3 Penyelidikan Tanah	6
2.5 Pondasi	10
2.5 Pondasi <i>Borepile</i>	11
2.6 Kapasitas Daya Dukung Pondasi <i>Borepile</i>	13
2.7 Faktor Aman Pondasi	19
2.8 Daya Dukung Kapasitas Kelompok <i>Borepile</i>	17
III	24
METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Lokasi Penelitian	24
3.2 Data Teknis	25
3.3 Metode Penelitian	25
3.4 Rencana Bagan Alir Penelitian	26
IV.....	27
HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Data Tanah	27
4.2 Data Perhitungan	29
4.3 Daya Dukung Pondasi <i>Borepile</i>	30
4.4 Daya Dukung Pondasi <i>Borepile</i> Kelompok.....	36
V.....	46
PENUTUP.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alat Sondir	7
2.2 Konus	8
2.3 Uji SPT	9
2.4 Uji boring and sampling	9
2.5 Macam pondasi.....	11
2.6 Jenis pondasi borepile.....	11
2.7 Kelompok tiang sebuah bangunan.....	12
2.8 Bentuk Tipikal Susunan Denah Grup Tiang	13
2.9 Efisiensi kelompok tiang.....	19
3.1 Lokasi penelitian.....	25
3.2 Detail lokasi penelitian.....	25
3.3 Tampak depan Gedung Fakultas A	26
4.1 Grafik rekapitulasi data sondir 3 titik.....	29
4.2 Detail pondasi.....	30
4.3 Perbandingan Daya Dukung Pondasi Borepile.....	36
4.4 Susunan pondasi kelompok 2 tiang.....	37
4.5 Susunan pondasi kelompok 3 tiang.....	38
4.6 Susunan pondasi kelompok 4 tiang.....	39
4.7 Susunan pondasi kelompok 5 tiang.....	40
4.8 Susunan pondasi kelompok 10 tiang.....	42
4.9 Susunan pondasi kelompok 20 tiang.....	43
4.10 Denah perletakan pondasi.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Nilai konus ujung tiang (kb)	15
2.2 Variasi nilai ks	17
2.3 Faktor nilai ω	17
2.4 Perbedaan dan persamaan metode analisa daya dukung sondir.....	18
2.5 Studi penelitian terdahulu.....	22
4.1 Nilai perlawanan konus dan nilai jumlah hambatan lekat S2 dan S3... ..	28
4.2 Ringkasan klasifikasi jenis tanah pada titik sondir 3	29
4.3 Rekapitulasi daya dukung pondasi borepile metode LCPC.....	32
4.4 Rekapitulasi daya dukung pondasi borepile metode langsung.....	33
4.5 Rekapitulasi daya dukung pondasi borepile metode schertmann dan nottingham.....	35
4.6 Rekapitulasi perbandingan daya dukung pondasi borepile.....	35
4.7 Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi borepile 2 tiang.....	37
4.8 Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi borepile 3 tiang.....	38
4.9 Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi borepile 4 tiang.....	40
4.10 Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi borepile 5 tiang.....	41
4.11 Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi borepile 10 tiang.....	42
4.12 Rekapitulasi perhitungan daya dukung pondasi borepile 20 tiang.....	44

I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan sipil terdiri dari bagian-bagian struktur yang memiliki fungsi dan tujuan masing-masing. Seperti halnya pondasi pada sebuah konstruksi gedung, jembatan, jalan dan lainnya. Saat ini beberapa Universitas di Jambi sedang banyaknya melakukan pembangunan gedung baru untuk menunjang fasilitas belajar di perkuliahan, salah satunya Universitas Sultan Thaha Saifuddin Jambi yang sedang membangun banyak konstruksi gedung baru yang beralamat di Jl Jambi Muara Bulian KM 16, Sungai Duren, Mendalo Barat.

Dari banyaknya pembangunan gedung baru, penulis mengambil studi kasus pada Gedung Fakultas A yang sedang dibangun dengan luas bangunan 5000 m² dan terdiri dari 6 lantai dengan kedalaman tanah 15 meter dan untuk penyelidikan tanah menggunakan pengujian *cone penetration test* (CPT) atau uji sondir dengan mengambil 3 (tiga) titik sampel pada lokasi pembangunan. Proyek ini dilaksanakan oleh kontraktor PT. Waskita Karya dan Konsultan PT. Kanta Karya.

Pondasi merupakan struktur penting yang berhubungan langsung dengan tanah. Semua bangunan baik konstruksi ringan maupun konstruksi berat akan memerlukan pondasi sebagai penyalur beban yang ada di atasnya. Pondasi terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi untuk menahan dan menerima beban di atasnya kemudian disalurkan ke lapisan tanah. Tanpa pondasi yang kokoh akan terjadi keruntuhan geser tanah dan penurunan tanah tentunya akan menimbulkan potensi kegagalan struktur.

Jenis pondasi ada dua yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, membedakan jenis pondasi berdasarkan dari kedalaman tanah, dan lebarnya pondasi. Pemilihan pondasi didasarkan pada pertimbangan bangunan yang akan dibuat dan kondisi tanah di lokasi tersebut. Jika yang akan dibangun adalah konstruksi bangunan sederhana maka galian tanah yang dibutuhkan tidak terlalu dalam dan dapat menggunakan jenis pondasi dangkal, dengan tipe seperti pondasi tapak. Apabila bangunan tersebut merupakan bangunan berkapasitas besar, memiliki pertimbangan beban yang kompleks, dan pondasi harus mempertimbangkan lapisan tanah keras dengan kedalaman yang cukup jauh jika diperlukan, maka pada kondisi ini digunakan pondasi dalam, seperti pondasi *borepile* dan tiang pancang.

Gedung fakultas A ini menggunakan beberapa kelompok tiang *borepile* dengan konfigurasi beberapa tiang *borepile*. Pada penelitian ini menghitung kapasitas daya dukung pondasi, dikarenakan apabila pondasi tidak kuat

menahan beban struktur diatasnya maka bangunan tersebut akan roboh, untuk membuktikan pondasi tersebut sudah aman atau tidak dengan struktur diatasnya maka diperlukan perhitungan kapasitas daya dukung pondasi ini. Untuk perhitungan daya dukung pondasi menggunakan tiga metode yaitu Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli), metode langsung, dan metode schertmann dan Nottingham. Tiga metode ini digunakan karena memiliki data yang sesuai dengan kebutuhan untuk menentukan nilai daya dukung tiang pondasi menggunakan data CPT.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, membuat penulis tertarik untuk menjadi bahan penulisan dari skripsi yang berjudul **ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI BOREPILE PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS A UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat di ambil kesimpulan rumusan masalah adalah menghitung nilai kapasitas daya dukung pondasi *borepile* tiang tunggal dan kelompok pada proyek pembangunan Gedung Fakultas A.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui nilai kapasitas daya dukung pondasi *borepile* tiang tunggal dan kelompok pada pembangunan Gedung Fakultas A Universitas Islam Sultan Thaha Saifuddin Jambi.

1.4 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat dalam penulisan skripsi ini yang dapat diambil yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai referensi pembaca, khususnya pada penelitian dengan permasalahan analisis kapasitas daya dukung pondasi *borepile*.
2. Sebagai penambah wawasan bagi pembaca mengenai kapasitas daya dukung *borepile*.
3. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat pada perkembangan ilmu pengetahuan di bidang geoteknik dan bidang ilmu lainnya.

1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan agar penelitian Tugas Akhir dapat lebih terarah sesuai dengan rencana yang dibuat dan dapat memberikan hasil yang maksimal sesuai dengan tujuan penelitian. Batasan masalah meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Struktur bangunan yang ditinjau yaitu Proyek Pembangunan Gedung Fakultas A Universitas Islam Sultan Thaha Saifuddin Jambi.

2. Penelitian ini hanya membahas analisis kapasitas daya dukung pondasi *borepile* pada Gedung Fakultas A.
3. Penyelidikan data tanah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah hasil uji sondir atau *cone penetration test*.
4. Untuk perhitungan daya dukung pondasi *borepile* menggunakan Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli), metode langsung, dan metode schertmann dan Nottingham.
5. Tidak menghitung biaya konstruksi.

II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Gedung

Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi, banyak kemajuan yang dirasakan oleh masyarakat luas, pembangunan sektor gedung juga semakin meningkat. Terbatasnya ruang tidak menghalangi pembangunan, terutama pada bangunan universitas untuk pembelajaran dan praktikum perkuliahan maupun perkantoran, terutama di perkotaan.

Menurut SNI 1727:2013 bangunan gedung adalah struktur yang tertutup oleh dinding dan atap, dibangun untuk melindungi penghuninya. Sedangkan menurut UUD RI Nomor 28 Tahun 2002 tentang bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus.

Bangunan bertingkat adalah bangunan yang lebih dari satu lantai secara vertikal. Bangunan bertingkat ini dibangun berdasarkan keterbatasan tanah yang mahal di perkotaan dan tingginya tingkat permintaan ruang untuk berbagai macam kegiatan.

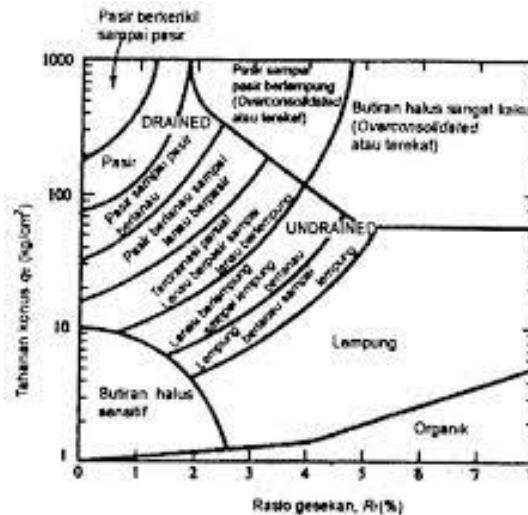
Gedung bertingkat pada umumnya dibagi menjadi dua, bangunan bertingkat rendah dan bangunan bertingkat tinggi. Pembagian ini dibedakan berdasarkan persyaratan teknis struktur bangunan. Bangunan dengan ketinggian di atas 40 meter digolongkan ke dalam bangunan tinggi karena perhitungan strukturnya lebih kompleks. Bangunan gedung bertingkat pada umumnya dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Bangunan gedung bertingkat rendah adalah tinggi bangunan gedung yang terdiri dari 1 – 4 lantai.
2. Bangunan gedung bertingkat tinggi adalah tinggi bangunan gedung yang terdiri dari 4 lantai atau lebih.

2.2 Tanah

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Tanah mempunyai peran penting dalam suatu pembangunan infrastruktur dimana dalam pekerjaan konstruksi semua bangunan umumnya dibuat di atas tanah dan di bawah permukaan tanah. Suatu struktur bangunan yang bertumpu di atas tanah tidak lepas dari pondasi. Dimana letaknya berada di paling bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah yang dimana dibuat

menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat dan stabil sehingga mampu menahan gaya-gaya beban di atasnya.



Gambar 2.1 Grafik hubungan q_c dan F_r menurut Robertson dan Campanella
Sumber: Robertson et al, 1986

Sifat-sifat teknis tanah

Berikut ini merupakan sifat-sifat teknis tanah secara umum dimana sifat-sifat dari berbagai jenis tanah antara lain:

1. Tanah granular

Jenis tanah yang termasuk kedalam tanah granular yaitu pasir, kerikil, batuan dan campurannya. Tanah granular merupakan material yang baik untuk mendukung bangunan dan badan jalan karena tanah ini mempunyai kapasitas dukung yang tinggi dan penurunan kapasitas dukung kecil asalkan tanahnya relatif padat. Penurunan kapasitas dukung terjadi segera karena permukaan tanah diterapkan beban. Tanah granular ini mudah dipadatkan dan merupakan material untuk drainase yang baik karena lolos air. Tanah yang baik untuk timbunan karena mempunyai kuat geser yang tinggi.

2. Tanah kohesif

Jenis tanah yang termasuk tanah kohesif yaitu lempung, lempung berlempung, lempung berpasir atau berkerikil yang sebagian besar butiran tanahnya terdiri dari butiran halus. Tanah kohesif sendiri mempunyai sifat umum yaitu kuat geser rendah bila kadar air jenuh, bila basah bersifat plastis dan mudah mampat (menurun), menyusut bila kering dan mengembang bila basah, akan berkurang kuat gesernya bila kadar air bertambah dan struktur tanahnya terganggu, merupakan material kedap air, material yang jelek untuk tanah urug karena menghasilkan tekanan yang besar ketika hujan.

3. Tanah lanau atau *loess*

Secara umum tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan.

Loess adalah material lanau yang diendapkan oleh angin dengan diameter butiran kira-kira 0,06 mm. Sifat tanah ini jika mengandung material pengikat (lempung atau kapur) dalam kondisi kering tanah ini mempunyai kapasitas dukung sedang sampai tinggi. Akibat penjenruhan, *loess* kehilangan sifat rekatnya dan dapat mengalami penurunan yang tinggi

4. Tanah organik

Tanah organik adalah tanah yang tersusun dari bahan organik dan mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Bahan-bahan organik tersebut terdiri dari sisa tumbuh-tumbuhan dan binatang. Jumlah bahan organik dalam tanah organik dinyatakan dengan kadar organik. Kadar organik adalah nilai banding antara berat bahan organik terhadap contoh tanah yang kering oven.

2.3 Penyelidikan Tanah

Menurut Hardiyatmo (2015), Penyelidikan tanah yaitu dapat dilakukan di lapangan dan di laboratorium. Penyelidikan tanah dilakukan untuk data dalam perancangan pondasi pada struktur bangunan yang tinggi dan bangunan yang memiliki beban yang besar serta keadaan lapisan tanah di lapangan, misalnya bangunan gedung, turap atau dinding penahan tanah, bendungan, jalan, dermaga, dan bangunan lainnya. Penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan cara menggali, pengeboran, dan uji secara langsung di lapangan dari hasil uji yang diperoleh sifat-sifat dan karakteristik tanah akan dipelajari untuk digunakan dalam bahan pertimbangan menganalisa kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi.

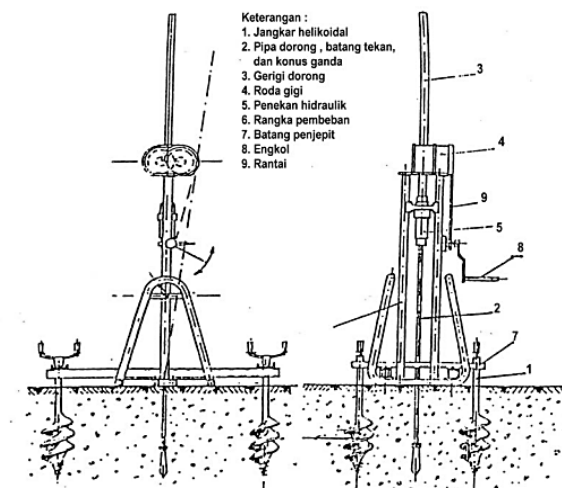
Menurut Abdul hakam (2008), pentingnya informasi kondisi tanah tiap meternya dalam segala arah secara umum investigasi tanah dapat melaporkan beberapa informasi sebagai berikut:

- a. Letak lapisan tanah keras untuk dasar pondasi (keperluan jenis pondasi dangkal atau pondasi dalam)
- b. Informasi tentang parameter tanah yang diperlukan untuk menganalisis daya dukung pondasi termasuk perkiraan muka air tanah.
- c. Sejumlah data untuk memprediksi penurunan pondasi yang akan terjadi akibat beban bangunan.
- d. Informasi yang diperlukan untuk memperkirakan masalah yang akan dihadapi dalam proses konstruksi dan rekomendasi sejumlah solusi untuk mengatasinya.

- e. Informasi yang diperlukan untuk memperkirakan pengaruh konstruksi yang direncanakan terhadap bangunan dan benda di sekitarnya.
- f. Memperkirakan dampak terhadap lingkungan dan solusi untuk mengatasinya.

Pengujian sondir atau *cone penetration test* (CPT)

Pengujian sondir yaitu pengujian yang dilakukan pada lapisan tanah di lapangan dengan cara menekan alat sondir kedalam lapisan tanah dari uji tersebut maka dapat menghasilkan nilai perlawanan penetrasi konus (PK) dapat di korelasikan secara langsung dengan kapasitas dukung tanah dan juga kedalaman pondasi baik pondasi dangkal maupun pondasi dalam. Nilai (PK) merupakan besarnya tahanan konus dibagi dengan luas penampang alat batang konus yaitu (10 cm^2), pembacaan arloji pengukur dilakukan pada saat kedalaman per 20 cm. tahanan ujung dan tahanan gesek selimut alat sondir dicatat. Dimana dari sini akan diperoleh grafik tahanan ujung konus.



Gambar 2.2 Alat Sondir
Sumber: Gunawan Rudy, 1990

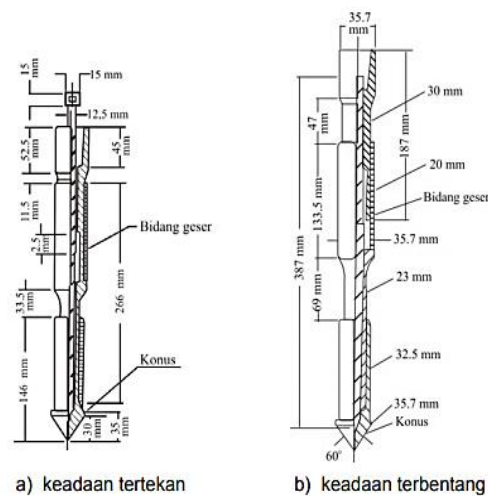
Menurut Bowles (1991) hasil dari uji sondir ini dapat dipakai dalam menentukan atau merencanakan tipe pondasi yang akan dipakai. Menentukan kedalaman pondasi yang harus diletakkan pada saat proses pemasangan di lapangan serta dapat menghitung daya dukung pondasi atau daya dukung tanah lapisan tanah keras pada lokasi pembangunan. Adapun hubungan nilai PK terhadap konsistensi tanah yaitu sebagai berikut:

- a. Tanah sangat lunak nilai (PK) $< 5 \text{ kg/cm}^2$
- b. Tanah lunak $5 - 10 \text{ kg/cm}^2$

- c. Tanah teguh 10 – 20 kg/cm²
- d. Tanah kenyal 20 – 40 kg/cm²
- e. Tanah sangat kenyal 40 – 80 kg/cm²
- f. Tanah keras 80 – 150 kg/cm²
- g. Tanah sangat keras > 150 kg/cm²

Tujuan dari pengujian sondir adalah untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan jumlah hambatan lekat tanah yang merupakan indicator dari kekuatan tanahnya. Ada dua tipe ujung konus pada sondir mekanis antara lain sebagai berikut:

1. Konus yang diukur adalah perlawanan ujung biasanya digunakan pada tanah berbutir kasar dimana besar perlawanan lekatnya kecil.
2. Bikonus, yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan hambatan lekatnya, umumnya digunakan pada tanah berbutir halus.



Gambar 2.3 Penetrasi Konus
Sumber: Braja M Das , 2011

Hasil penyelidikan tanah pada umumnya digambarkan dalam bentuk grafik sondir untuk menyatakan nilai kedalaman setiap lapisan-lapisan tanah dengan besarnya nilai sondir perlawanan penetrasi konus dinyatakan dalam gaya per satuan luas. Besarnya gaya ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Misalnya pada tanah berpasir tahanan ujung lebih besar dari tanah berbutir halus.

Bila hasil sondir diperlukan untuk mendapatkan daya dukung pondasi tiang maka diperlukan harga komulatif gesekan. Besarnya gesekan komulatif atau disebut juga dengan jumlah hambatan lekat (JHL) yaitu menjumlahkan nilai gesekan selimut terhadap kedalaman hingga diperoleh gesekan total yang digunakan untuk menghitung gesekan pada selimut tiang.

Pengujian penetrasi standar atau uji SPT (*Standard penetration test*)

Tujuan dalam pengujian SPT dilapangan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan, nilai parameter tersebut di dapat dari jumlah pukulan terhadap penetrasi konus yang dimana dapat digunakan sebagai identifikasi lapisan tanah. Dalam pengujian SPT juga berguna dalam mengetahui kedalam lapisan tanah keras, menentukan jenis pondasi yang digunakan, menentukan daya dukung tanah atau pondasi.



Gambar 2.4 Uji SPT
Sumber: Geosindo Utama, 2008

Pengujian boring and sampling

Menentukan dan mengklasifikasikan tanah dilapangan perlu cermat dengan dilakukan pengujian *boring and sampling*. Tujuan dari pengujian ini untuk mendapatkan contoh tanah yang tak terganggu dari suatu lokasi area yang akan dibangun dimana untuk diselidiki sifat dan ciri-ciri perlapisan tanah dalam suatu proyek.

Menurut Hardiyatmo (2014) tujuan dari percobaan *boring and sampling* yaitu untuk mengetahui karakteristik per lapisan tanah dengan jenis tanah tiap kedalaman tertentu secara visual (dirasakan dan dilihat) dan mengetahui sifat-sifat teknis dari tanah di lapangan. Pengambilan tanah tidak terganggu dan terganggu pada kedalaman tertentu untuk penyelidikan lanjutan di laboratorium.



Gambar 2.5 Uji boring and sampling
Sumber: Geosindo Utama, 2008

2.5 Pondasi

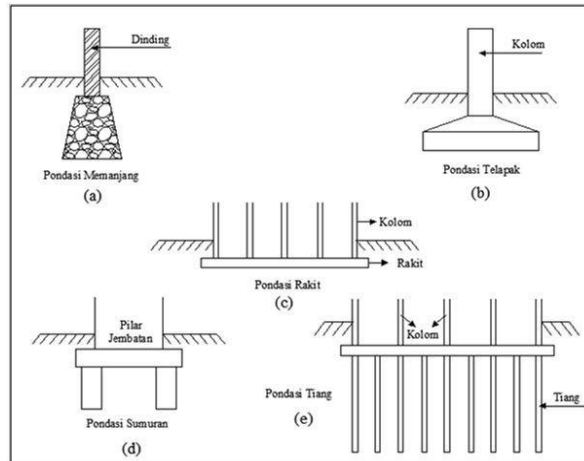
Menurut Hardiyatmo (2014) struktur pondasi merupakan suatu struktur yang bagian terendah/bawah pada bangunan. Pondasi sendiri mempunyai fungsi yaitu meneruskan gaya-gaya struktur bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang paling keras atau batuan yang ada dibawahnya. Pondasi terdapat dua klasifikasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

Salah satu jenis pondasi dangkal adalah pondasi telapak, merupakan pondasi yang menahan dan menompang kolom struktur yang berada di atasnya, pondasi memanjang merupakan pondasi yang berfungsi untuk menopang dinding memanjang pada struktur bangunan di atasnya dan pondasi rakit merupakan jenis pondasi yang khusus dan banyak digunakan pada tanah yang lunak dimana berfungsi untuk menahan konstruksi di atasnya.

Pondasi dalam dapat didefinisikan sebagai struktur paling bawah yang berfungsi meneruskan gaya-gaya struktur atasnya ke tanah keras atau batuan. Dimana terletak jauh dari permukaan contoh pondasi dalam yaitu pondasi tiang pancang, pondasi *borepile* dan pondasi sumuran.

Pondasi dalam yaitu pondasi yang di dalam mendukung beban bangunan mengandalkan tahanan ujung pada tiang pondasi dan tahanan gesek pada dinding tiang, sedangkan pondasi dangkal hanya mengandalkan tahanan ujungnya saja karena tahanan gesek pada dinding pondasi dangkal kecil. Adapun menurut vesic (1963) dalam hardiyatmo (2014) tahapan-tahapan keruntuhan pondasi pada pembebanan yang berangsur-angsur adalah sebagai berikut:

1. Tahapan pertama yaitu saat penerapan beban tanah dibawah pondasi mengalami penurunan yang diikuti oleh deformasi tanah kearah lateral dan vertical ke bawah. Penurunan ini tergantung pada beban jika bebannya relative kecil maka sebanding dengan besarnya beban yang diterapkan dalam keadaan ini tanah tersebut masih dalam keadaan seimbang atau elastis.
2. Tahap kedua yaitu terjadi pada saat penambahan beban mengakibatkan deformasi plastis tanah menjadi semakin jelas.
3. Tahap ketiga yaitu dikarakteristikan oleh kecepatan deformasi yang semakin bertambah disebabkan oleh bertambahnya beban, deformasi yang terjadi diikuti oleh gerakan tanah keluar yang disertai dengan mengembangnya tanah disekitar permukaan pondasi sehingga tanah pendukung pondasi mengalami keruntuhan.



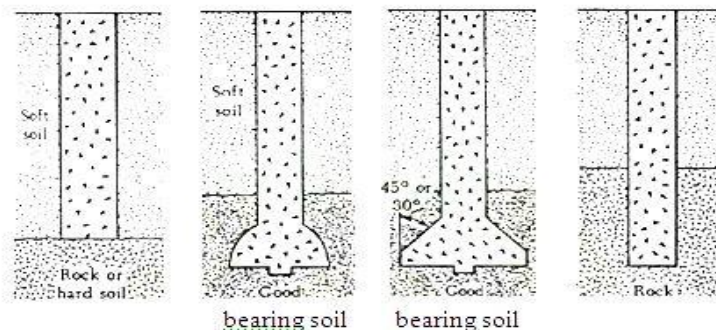
Gambar 2.6 Macam-macam tipe pondasi
 Sumber: Hardiyatmo, 1985

2.5 Pondasi Borepile

Borepile dibuat dengan cara mengebor sebuah lubang silindris hingga pada kedalam tanah yang diinginkan dan sesudah itu diisi dengan beton lubang silindris atau sumur bor ini bisa berupa lubang lurus atau bagian dasarnya diperluas dengan cara *underreaming* (penggerekan dasar lubang). Penggunaan tiang bor ini lebih ramah terhadap lingkungan sekitar tanpa menimbulkan kebisingan saat pemasangan pondasi, serta tidak mengganggu kestabilan tanah sekitar akibat pemasangan tiang kedalam tanah.

Ada beberapa jenis pondasi *borepile* antara lain sebagai berikut:

1. *Borepile* lurus untuk tanah keras
2. *Borepile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel
3. *Borepile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapezium
4. *Borepile* lurus untuk tanah berbatuan



Gambar 2.7 Jenis pondasi *borepile*
 Sumber: Braja M Das, 2011

Ada beberapa alasan menggunakan pondasi *borepile* dalam konstruksi antara lain:

1. Memiliki ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral
2. Tidak mengakibatkan kerusakan pada bangunan sekitarnya akibat getaran tanah
3. Diameter pondasi *borepile* dapat diperbesar hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk daya dukung pondasi
4. Kedalamannya dapat divariasi menurut data sondir

Kelebihan menggunakan pondasi *borepile* dalam konstruksi:

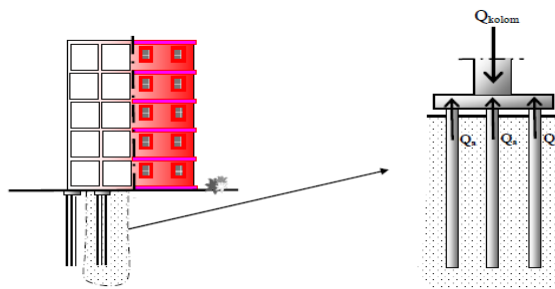
1. Lebih mudah melewati lapisan tanah yang mengandung kerikil
2. Memerlukan lebih sedikit tiang yang dibor jika tiang bor berdiameter besar
3. Ujung pondasi bisa bertumpu pada tanah keras
4. Pada lapisan tanah lempung tidak menyebabkan timbulnya pengembangan pada permukaan tanah

Kelemahan menggunakan pondasi *borepile* dalam konstruksi:

1. Pelaksanaan pemasangan pondasi *borepile* relatif susah
2. Pelaksanaan yang kurang bagus dapat menyebabkan pondasi keropos, karena unsur semen larut oleh air tanah
3. Keluarnya material dari hasil pengeboran tanah dalam pembuatan lubang bor dapat mengganggu lingkungan sekitar
4. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulitkan pengeboran dan pengecoran pondasi *borepile*

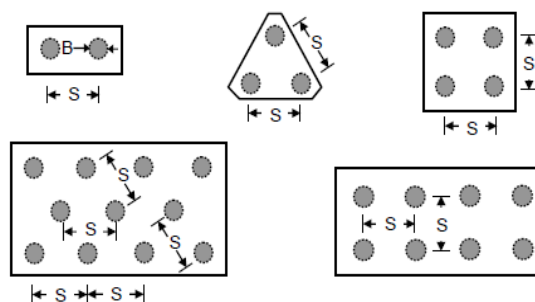
Pondasi Tiang Kelompok (*pile group*)

Menurut Abdul Hakam (2008), dalam pemanfaatan sesungguhnya pondasi tiang lebih sering di rencanakan dalam bentuk kelompok tiang (grup tiang atau *pile grup*). Dalam satu grup tiang sejumlah tiang (lebih dari satu) diikat dengan satu kepala tiang (*pile cap*). Contoh yang sangat banyak dijumpai pada bangunan bertingkat yang pada tiap kolomnya ditopang oleh sebuah grup tiang. Pada **gambar 2.7** menunjukkan ilustrasi grup tiang pada sebuah bangunan bertingkat. Pada gambar tersebut terlihat bahwa untuk menahan beban kolom Q_{kolom} seluruh tiang menahan secara bersamaan.



Gambar 2.8 Kelompok Tiang Pada Sebuah Bangunan
Sumber: Abdul Hakam, 2008

Dalam sebuah grup tiang, tiap-tiap tiang diletakkan dalam posisi tertentu dan berjarak tertentu, terhadap tiang-tiang lain didekatnya. Bentuk-bentuk susunan tiang yang sering dijumpa dalam sebuah grup tiang dan jarak antar tiang (spasi, dihitung dari pusat tiang) dapat dilihat pada **gambar 2.9**. Dalam pekerjaan praktis susunan tersebut sangat bergantung dari kebutuhan jumlah tiang untuk menahan beban dan jenis serta arah beban yang bekerja. Jarak spasi antar tiang sangat ditentukan oleh ukuran dari tiap-tiap tiang daerah yang tersedia. Namun biasanya jarak tiang dalam grup tiang ditentukan berdasarkan lebar atau diameter dari tiang.



Gambar 2.9 Bentuk Tipikal Susunan Denah Grup Tiang
Sumber: Abdul Hakam, 2008

2.6 Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Borepile*

Kapasitas dukung ijin pondasi tiang untuk beban aksial Q_a atau Q_{all} diperoleh dengan membagi daya dukung ultimit Q_u atau Q_{ult} dengan suatu faktor keamanan baik secara keseluruhan maupun secara terpisah dengan menerapkan faktor keamanan pada daya dukung selimut tiang dan pada tahanan ujungnya. Kapasitas dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban. Jika satuan yang digunakan dalam kapasitas dukung pondasi dangkal adalah satuan tekanan (kPa), maka dalam kapasitas dukung tiang satuannya adalah gaya (kN).

Dalam beberapa literature digunakan istilah *pile capacity*, karena itu daya dukung ijin tiang dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

Tahanan ujung ultimit tiang (Q_b) dihitung sebagai berikut:

$$Q_b = A_b \times F_b \quad (2.1)$$

Tahanan gesek dinding (Q_s) dihitung sebagai berikut:

$$Q_s = A_s \times F_s \quad (2.2)$$

Kapasitas daya dukung ultimit tiang (Q_u) adalah jumlah dari tahanan ujung ultimit tiang (Q_b) dan tahanan gesek dinding/selimut tiang (Q_s) antara sisi tiang dan tanah disekitarnya dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b F_b + A_s F_s \quad (2.3)$$

Keterangan :

Qu = Kapasitas daya dukung ultimate tiang
Qb = Tahanan gesek dinding tiang
Qs = Kapasitas daya dukung selimut tiang
Ab = Luas ujung bawah tiang (cm²)
As = Luas selimut tiang (cm²)

Daya dukung ijin tiang:

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Qa = kapasitas dukung ijin tiang (ton)
Qu = kapasitas dukung ultimate tiang (ton)
FS = faktor keamanan

Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Data CPT

Daya dukung pondasi *borepile* dapat dihitung dengan berbagai metode tergantung dengan data-data yang tersedia. Perhitungan sebaiknya dilakukan dengan menguji sampel di laboratorium untuk mendapatkan nilai parameter tanah secara akurat sehingga perhitungan juga akan mendekati hasil yang sebenarnya.

Sondir adalah alat uji tahanan tanah yang telah lama populer dan banyak digunakan di Indonesia. Dibandingkan dengan alat uji tahanan tanah yang lain seperti SPT, alat ini lebih mudah untuk dibawa, dioperasikan dan relatif cepat dan murah dalam menduga daya dukung tanah. Selain itu, hasil pengujian sondir memberikan data yang dapat diandalkan dimana untuk pengujian tanah yang sama pada titik yang berdekatan akan memberikan nilai yang berdekatan pula. (Andul Hakam, 2008).

Namun jika data yang didapat terbatas, perhitungan juga dapat dilakukan hanya dengan menggunakan salah satu data uji dilapangan saja, misalnya data CPT jika hanya itu data yang tersedia. Beberapa metode untuk menghitung daya dukung berdasarkan data CPT sebagai berikut :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

Menurut Bustamante dan Gianeselli kapasitas daya dukung tiang adalah sebagai berikut :

Untuk perhitungan daya dukung ultimit tiang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= A_b q_b + A_s f_s \end{aligned} \quad (2.5)$$

Untuk perhitungan daya dukung izin tiang sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (2.6)$$

Keterangan :

Qu = daya dukung ultimit tiang
Qb = daya dukung ujung tiang
Qs = daya dukung sisi tiang
Qa = daya dukung izin tiang

A_b = luas ujung bawah tiang (cm^2)
 A_s = luas selimut tiang (cm^2)
 q_b = tahanan ujung satuan tiang (kg/cm^2)
 f_s = tahanan gesek satuan tiang (kg/cm^2)

Pada metode Bustamante dan Gianceselli nilai unit tahanan ujung (q_b) dan unit tahanan kulit (q_s) hanya diperoleh dari nilai tahanan kerucut (q_c). Seperti pada persamaan berikut ini :

$$q_b = k_b \times q_{eq} \quad (2.7)$$

Sedangkan untuk nilai tahanan sisi Bustamante dan Gianceselli menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_s = 0,05 \times \alpha \times q_c \text{ (maksimum } 1,2 \text{ kg}/\text{cm}^2) \quad (2.8)$$

keterangan :

q_b = tahanan ujung satuan tiang (kg/cm^2)
 k_b = faktor nilai konus berdasarkan **tabel 2.1**
 q_{eq} = perlawanan konus rata-rata pada 1,5 D diatas dan 1,5 D dibawah ujung tiang (kg/cm^2)
 f_s = tahanan gesek satuan tiang (kg/cm^2)
 α = factor adhesi, diambil 1 untuk lempung terkonsolidasi normal dan 0,5 untuk lempung terkonsolidasi berlebihan.

Tabel 2.1 Nilai K_b

Jenis Tanah	Faktor Konus Ujung Tiang	
	Drilling Pile	Driven Pile
Lempung dan lanau	0,375	0,15
Pasir dan kerikil	0,600	0,375
Kapur	0,200	0,400

Sumber : lim, 2014

2. Metode Langsung

Metode langsung ini dikemukakan oleh beberapa ahli diantaranya : mayerhoff, tomlinson, dan begeman. Metode langsung juga telah menghasilkan persamaan untuk menghitung daya dukung *borepile* berdasarkan data hasil pengujian sondir atau CPT dan juga data SPT. Sehingga daya dukung ultimit daya daya dukung ijin pondasi *borepile* berdasarkan data CPT dinyatakan dengan rumus :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (2.9)$$

$$= q_c \cdot A_p + T_f \cdot K_t \quad (2.10)$$

$$Q_a = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{T_f \times k_t}{5} \quad (2.11)$$

Keterangan:

Q_u : Kapasitas daya dukung ultimate tiang tunggal (kg)
 q_c : Tahanan ujung sondir (kg/cm^2)
 A_p : Luas penampang tiang (kg/cm^2)
 T_f : Jumlah hambatan lekat (kg/cm^2)
 k_t : Keliling tiang (cm)
 A_p : luas penampang tiang
 Q_a : kapasitas daya dukung ijin tiang *bore pile* (kg)

3. Metode Schertmann dan Nottingham

Metode schertmann dan nottingham mengusulkan untuk perhitungan daya dukung berdasarkan data hasil sondir sebagai berikut :

a. Tahanan ujung satuan

Tahanan ujung satuan tiang pada pasir menurut schertmann dan Nottingham yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_b = A_b \omega q_{ca} \quad (2.12)$$

Keterangan :

A_b = luas ujung bawah tiang (cm^2)

ω = koefisien korelasi

q_{ca} = tahanan konus rata-rata (kg/cm^2)

Dalam metode schertmann dan Nottingham (1975) tahanan ujung tiang per satuan luas diperoleh dari nilai rata-rata q_c disepanjang 8d diatas dasar tiang sampai 0,7d atau 4d dibawah tiang. Langkah-langkah penentuan q_{ca} adalah sebagai berikut :

1. Perhatikan diagram tahanan kerucut (q_c) per kedalamannya dan pilihlah kedalaman sementara yang dianggap mendekati kapasitas ultimit tiang yang dipakai
2. Pada kedalaman tiang yang ditinjau, perhatikan tahanan konus rata-rata q_c diambil pada jarak 8d diatas kedalaman ujung tiang dan 4d dibawahnya.
3. Tentukan q_{c1} dengan menghitung nilai rata-rata tahanan kerucut q_c pada zona 4D dibawah dasar tiang.
4. Tentukan q_{c2} dengan menghitung nilai rata-rata tahanan kerucut q_c pada zona 8D diatas tiang.
5. Hitung $q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$
6. Dengan menggunakan nilai-nilai dalam **tabel 2.2**, tentukan ω guna memperhatikan pengaruh kadar kerikil atau OCR
7. Hitung tahanan ujung satuan dengan persamaan sebagai berikut :

$$f_b = \omega q_{ca} \leq 150 \text{ kg}/\text{cm}^2 \text{ (15.000 kN/m}^2\text{)} \quad (2.13)$$

Keterangan :

f_b : tahanan ujung satuan (kg/cm^2)

ω : koefisien korelasi yang bergantung pada OCR (**tabel 2.3**)

q_{ca} : $\frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$ (kg/cm^2)

q_{c1} : q_c rata-rata pada zona 0,7d atau 4d dibawah dasar tiang (kg/cm^2)

q_{c2} : q_c rata-rata pada zona 8d diatas tiang (kg/cm^2)

Nilai ω berkisar antara 0,5 sampai 1 bergantung pada rasio konsolidasi berlebihan, OCR (*overconsolidation ratio*). Hubungan q_{ca} dan tahanan ujung

satuan dengan menggunakan ω dari **Tabel 2.3**, biasanya juga dapat digunakan untuk ujung tiang yang terletak pada lapisan lempung.

Tabel 2.2 Variasi nilai k_b

K_b	Jenis Tiang
0,35	Drilling piles
0,3	Jacked piles

Sumber : Hardiyatmo, 2011

Tabel 2.3 Faktor ω (deRuiter dan Beringen, 1979)

Kondisi Tanah	Faktor ω
Pasir terkonsolidasi normal (OCR =1)	1
Pasir mengandung banyak kerikil kasar; Pasir dengan OCR = 2 sampai 4	0,67
Kerikil halus ; pasir dengan OCR = 6 sampai 10	0,5

Sumber : Hardiyatmo, 2011

b. Tahanan gesek satuan

Tahanan gesek satuan dapat ditentukan dari tahanan konus q_c sebagai berikut :

$$Q_s = f_s \times A_s \quad (2.14)$$

Keterangan :

f_s : tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatas sampai 1,2 (kg/cm^2)

q_c : tahanan gesek sisi konus (kg/cm^2)

K_c : koefisien tak berdimensi tiang beton $k_c = 1,2\%$

c. Daya dukung ultimit tiang dan daya dukung izin

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (2.15)$$

Keterangan :

Q_u = daya dukung ultimit tiang

Q_b = daya dukung ujung tiang

Q_s = daya dukung sisi tiang

Q_a = daya dukung izin tiang

SF = safety factor

2.7 Daya Dukung Pondasi Kelompok Borepile

Kapasitas Kelompok Tiang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Pada tiang tunggal, interaksi yang terjadi hanyalah tiang dengan tanah, sedangkan pada tiang kelompok akan ada interaksi antara tiang dengan tanah dan tiang dengan tiang lainnya.

Nilai kapasitas daya dukung ultimit tiang kelompok memperhatikan factor efisiensi tiang, dinyatakan dalam persamaan :

$$Q_g = E_g \times n \times Q_u \quad (2.18)$$

Keterangan :

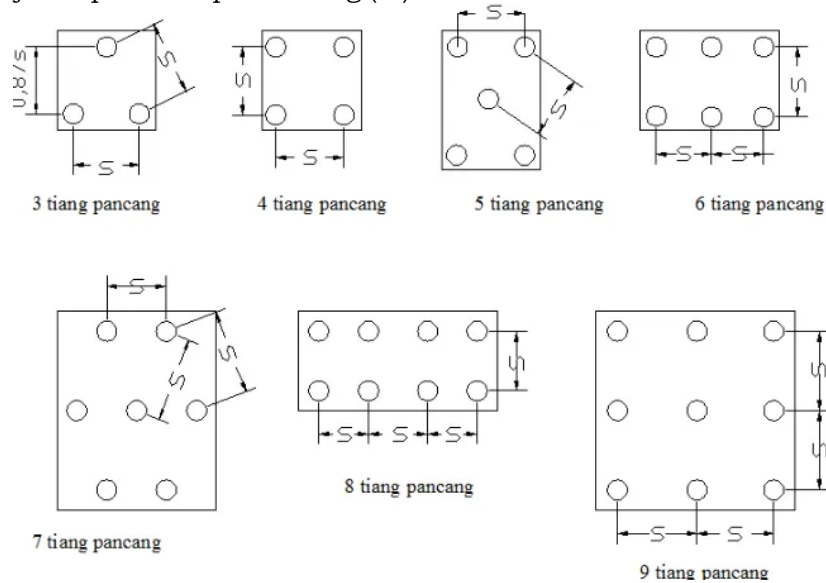
Q_g = daya dukung tiang kelompok
 E_g = efisiensi kelompok tiang
 n = jumlah tiang dalam kelompok
 Q_u = daya dukung tiang tunggal

Persamaan efisiensi kelompok tiang formula das (Rahardjo, 2013)

$$E_g = \frac{2(m+n-2)S+4D}{p.m.n} \quad (2.19)$$

Keterangan:

E_g = efisiensi kelompok tiang
 m = jumlah tiang pada deret baris
 n = jumlah tiang pada deret kolom
 D = diameter penampang tiang
 d = diameter tiang (m)
 s = jarak pusat ke pusat tiang (m)



Gambar 2.10 Definisi jarak S dalam hubungan efisiensi kelompok tiang
Sumber: Hardiyatmo, 2015

Daya dukung ijin pondasi diperoleh dari daya dukung ultimit pondasi tersebut dibagi dengan suatu factor keamanan yang besar minimumnya 3 untuk pondasi dangkal dan 2,5 untuk pondasi dalam. Persamaan daya dukung ijin tiang kelompok menggunakan rumus :

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} \quad (2.20)$$

keterangan :

Q_{ga} = daya dukung ijin kelompok tiang
 Q_u = daya dukung tiang tunggal
 Q_g = daya dukung tiang kelompok
 F = nilai faktor aman (2,5)

2.8 Faktor Aman Pondasi

Menurut H. C. Hardiyatmo (2008), untuk memperoleh kapasitas daya dukung ujung ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit tiang dengan factor aman tertentu. Factor aman ini perlu diberikan dengan maksud:

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah
3. Untuk meyakinkan bahwa beban tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal dan kelompok tiang masih dalam batas-batas toleransi.

Dari hasil banyak pengujian-pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai kecil sedang (600 mm), penurunan akibat beban kerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10mm untuk faktor aman yang tidak kurang dari 2,5 (Tomlinson, 1977). Besarnya beban kerja (*working load*) atau kapasitas dukung tiang ijin (Q_a) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit (Q_u) dibagi dengan factor aman (F) yang sesuai. Tomlinson (1977) menyarankan factor aman untuk tiang bor:

Kapasitas izin tiang bor, diperoleh dari jumlah tahanan ujung dan tahanan gesek dinding yang dibagi factor keamanan tertentu.

- a. Untuk klasifikasi kontrol normal bangunan permanen:

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{2,5} \quad (2.16)$$

- b. Untuk klasifikasi kontrol baik bangunan permanen:

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{2} \quad (2.17)$$

Tabel 2.4 Perbedaan Persamaan Metode untuk Analisa Daya Dukung data Sondir

Metode	Q_b	Q_s	Q_u	Q_{ijin}
LCPC	$Q_b = q_b \times A_b$ $q_b = k_b \times q_{eq}$ ket: q_b : tahanan ujung satuan tiang k_b : factor nilai konus (tabel 2.1) q_{eq} : perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas dan 1,5D dibawah ujung tiang.	$Q_s = A_s \times f_s$ Ket: f_s : tahanan gesek satuan tiang A_s : luas selimut tiang	$Q_u = Q_b + Q_s$	$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$
Langsung	$Q_b = q_c \times A_p$ Ket: q_c : tahanan ujung sondir A_p : luas penampang tiang	$Q_s = T_f \times K_t$ Ket: T_f : jumlah hambatan lekat K_t : keliling tiang	$Q_u = Q_b + Q_s$	$Q_a = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{T_d \times k_t}{5}$
Schertmann & nottingham	$Q_b = A_b \omega q_{ca}$ Ket: A_b : luas ujung bawah tiang ω : koefisien korelasi Q_{ca} : tahanan konus rata-rata 8D diatas tiang dan 4D dibawah tiang	$Q_s = A_s \times f_s$ Ket: f_s : tahanan gesek satuan tiang A_s : luas selimut tiang	$Q_u = Q_b + Q_s$	$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$

Sumber: Data penelitian, 2022

Dapat dilihat berdasarkan tabel diatas persamaan-persamaan dalam menganalisis daya dukung tiang dengan 3 metode berdasarkan data sondir, mempunyai perbedaan dan persamaan pada setiap metode. Dimana dalam analisis daya dukung ujung tiang (Q_b) dan daya dukung sisi tiang (Q_s) terdapat perbedaan dalam penggunaan variabel perhitungannya dimana daya dukung ultimit tiang (Q_u) yaitu penjumlahan dari daya dukung ujung tiang ditambah dengan daya dukung sisi tiang. Oleh karena itu hasil analisis daya dukung tiang dengan ketiga metode ini mempunyai hasil yang berbeda-beda pada setiap metode perhitungan yang digunakan.

Adapun beberapa perbedaan antara metode LCPC, metode langsung, dan metode schertmann dan nottingham dalam perhitungan daya dukung ujung yaitu dalam pengambilan nilai perlawanan konus (PK) jika metode LCPC nilai

perlawanan konus diambil dengan nilai perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang dan 1,5D dibawah tiang, untuk metode langsung nilai tahanan ujung tiang dilihat dari tahanan ujung sondir pada titik sondir 3, dan untuk metode schertmann dan nottingham nilai tahanan ujung tiang diambil dari nilai perlawanan konus (PK) yaitu 8D diatas tiang, 4D dibawah ujung tiang.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan penulis tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu, Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan dan memberikan ide bagi penulis untuk membuat Tugas Akhir ini dengan lancar. Penelitian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan menghindari kesamaan dengan penelitian ini. Dalam penelitian terdahulu hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian yaitu mengenai Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Borepile*. Penelitian yang telah dilakukan tentang analisis daya dukung gedung, memberikan hasil yang dapat dilihat pada **Tabel 2.5** yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.5 Studi penelitian terdahulu

No	Deskripsi Penelitian	Hasil Penelitian
1	Analisa kuat dukung pondasi <i>borepile</i> berdasarkan data pengujian lapangan (<i>cone penetration test</i> dan <i>standard penetration test</i>)	Tujuan penelitian ini adalah menghitung kuat dukung pondasi <i>borepile</i> tunggal dari hasil data CPT dan SPT. Hasil penelitian yang didapatkan membandingkan hasil kuat dukung <i>borepile</i> tunggal hasil CPT menggunakan metode mayerhoff dan schmertmann serta penyelidikan dari data SPT menggunakan metode O'Neil dan reese dan metode mayerhoff.
Penulis : Ulfa Jusi		
Jurnal Teknik Sipil Siklus		
Volume 1, Nomor 2, Tahun 2015		
2	Analisa daya dukung pondasi <i>borepile</i> berdasarkan data N-SPT menurut rumus Reese & Wreight dan Penurunan	Tujuan penelitian ini adalah menghitung daya dukung pondasi <i>borepile</i> . Hasil penelitian yang didapatkan dari hasil perhitungan metode Reese & Wreight dan

		metode <i>converse</i> <i>labbare</i> berdasarkan dari data SPT.
	Penulis : Uly Nurul Fadilah dan Halimah Tunafiah	
	Jurnal IKRA-ITH Teknologi ISSN 2580-4308	
	Volume 2, Nomor 3, Tahun 2018	
3	Analisis daya dukung pondasi <i>borepile</i> dengan menggunakan metode analisis, aplikasi computer dan metode PDA pada proyek jalan tol serpong balaraja seksi 1A	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya daya dukung pondasi <i>borepile</i> dan penurunan yang terjadi. Metode penelitian ini menggunakan metode reese dan wright, metode kulhawy dan meyerhoff. Hasil penelitian ini adalah perhitungan dengan metode kulhawy dengan nilai daya dukung ultimit dan ijin terendah yang dipilih untuk perencanaan pondasi dibandingkan dengan 2 metode lain.
	Penulis : Amalia Fauzia dan Dyah pratiwi	
	Skripsi S1 teknik sipil IT-PLN	
	Tahun 2020	
4	Analisa perencanaan daya dukung pondasi <i>borepile</i> pada pembangunan Rusun Sukaramai Kota Medan	Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perhitungan daya dukung pondasi <i>borepile</i> dari data sondir dan data SPT. Metode perhitungan untuk data sondir menggunakan metode Aoki De Alencar sedangkan untuk data SPT menggunakan data Reese & Wright. Hasil penelitian ini adalah terdapat perbedaan peerhitungan yang dilakukan dengan perhitungan di lapangan tetapi tidak terlalu

	signifikan dikarenakan adanya perbedaan dalam menggunakan rumus.
Penulis : Sylviana Siregar	
Skripsi, Tahun 2017	
5.	Analisis perbandingan daya dukung pondasi borepile menggunakan hasil uji sondir, SPT dan laboratorium pada Proyek Pembangunan Apartemen 88 Avenue Surabaya. Tujuan Penelitian ini untuk menghitung dan membandingkan daya dukung pondasi <i>borepile</i> dengan menggunakan data hasil uji CPT, uji SPT, dan uji laboratorium. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai daya dukung ultimate (Q_u) terbesar dari ketiga data tersebut dihasilkan oleh data SPT sebesar 238 ton.
Sunariyono, Isnaniati dan Dio Alif Utama	
Teknik Sipil Universitas Muhamadiyah Surabaya	

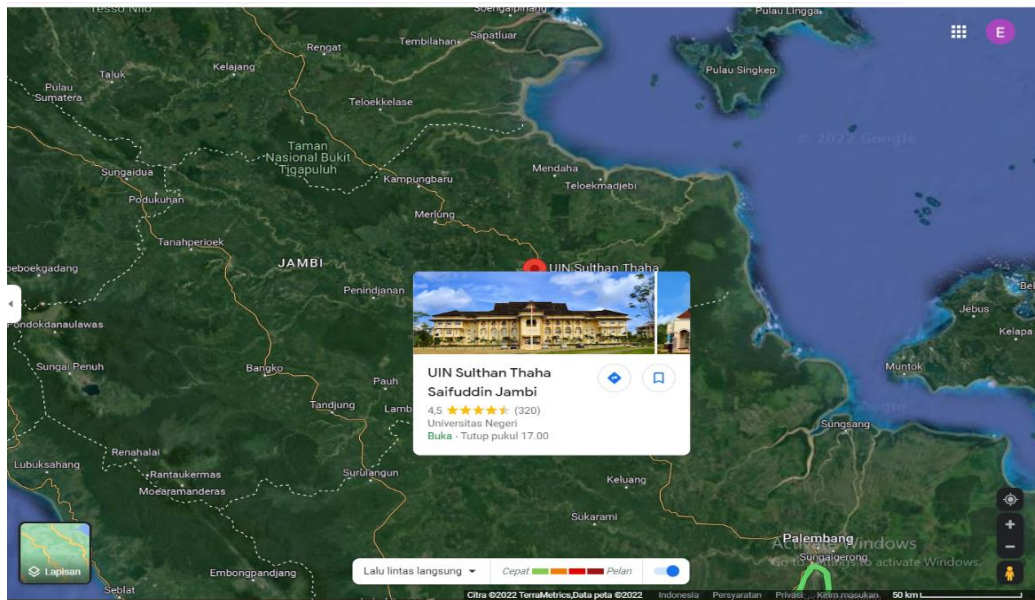
Sumber: data olahan, 2022

Setelah melihat dan mengamati hasil penelitian yang telah dilakukan terdahulu, maka penulis menyimpulkan bahwa dalam perhitungan daya dukung pondasi dalam, khususnya jenis pondasi *borepile* terdapat beberapa metode yang dapat dipakai berdasarkan data pengujian di lapangan sesuai dengan permasalahan yang ada. Oleh karena itu, pada penelitian analisis daya dukung pondasi pada Gedung Fakultas A UIN Jambi ini penulis memakai metode LCPC, metode langsung, dan metode schertmann dan nottingham berdasarkan data CPT.

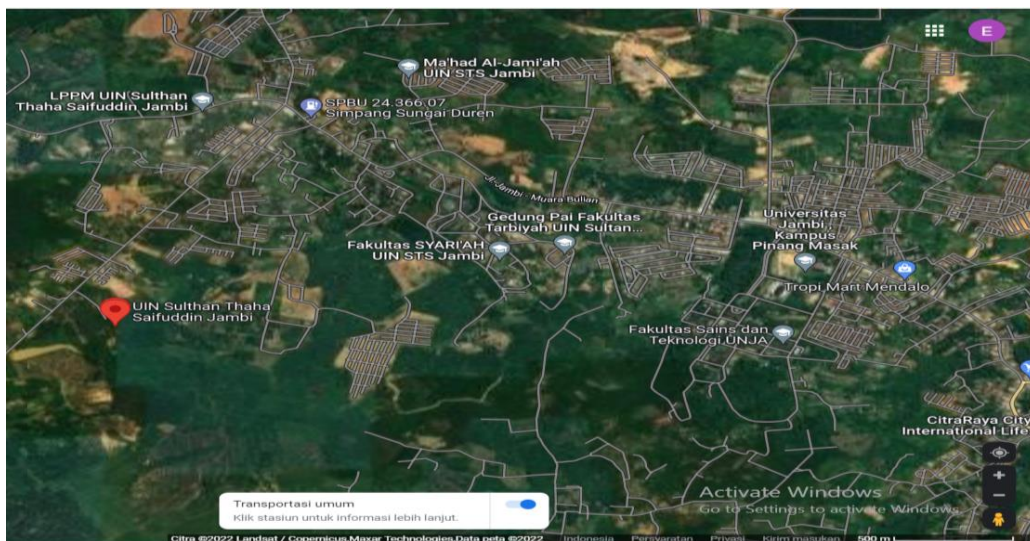
III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas A UIN Jambi. Lokasi penelitian ini di Kampus Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi tepatnya Jalan Lintas Jambi, Muara Bulian KM 16, Simpang Sungai Duren, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi yang dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



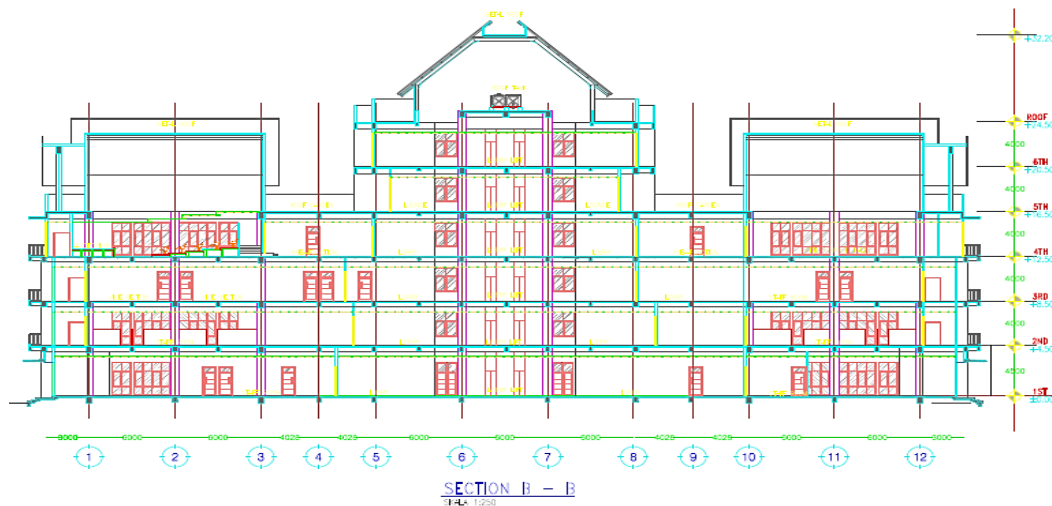
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2021



Gambar 3.2 Detail Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2021

Data teknis yang diambil dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data tanah. Data tanah diperoleh dari hasil uji sondir atau *cone penetration test* (CPT) yang diperoleh dari :

1. Gambar rencana pondasi yang diperoleh dari PT. Kanta Karya terdapat pada **Lampiran 2**
2. Data sondir yang diperoleh dari PT. Kanta Karya terdapat pada **Lampiran 3**
3. Gambar kerja yang diperoleh dari PT. Kanta Karya terdapat pada **Lampiran 4**



Gambar 3.2 Tampak depan Gedung Fakultas A
Sumber: Data Penelitian, 2021

3.3 Metode Penelitian

Adapun tahapan metode pelaksanaan yang dilakukan oleh peneliti untuk menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap mengumpulkan data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data teknis tanah yang akan digunakan dalam menghitung perbandingan daya dukung pondasi. Data teknis yang didapat berupa data tanah lapangan yaitu CPT dan gambar kerja. Selain itu juga penulis melakukan pengumpulan data pendukung menggunakan metode studi literatur. Studi literatur yang dilakukan penulis adalah mencari sumber beberapa jurnal dan beberapa buku terkait pondasi.

- ## 2. Peninjauan lokasi

Melakukan tinjauan langsung ke lokasi pengambilan data yaitu di kampus Universitas Islam Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.

3. Menghitung daya dukung pondasi *borepile* berdasarkan data sondir dengan menggunakan metode LCPC (Bustamante dan gianeselli), metode langsung, dan metode schertmann dan Nottingham.

Adapun tahapan perhitungan yang dilakukan dalam 3 metode sebagai berikut:

- a. Metode LCPC (Bustamante dan gianeselli)
 - 1) Menentukan kapasitas daya dukung ultimit tiang tunggal dinyatakan dalam **persamaan 2.5**
 - 2) Menentukan daya dukung izin tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.6**
 - 3) Menentukan tahanan ujung dan tahanan kulit tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.7**
 - 4) Menentukan tahanan sisi tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.8**
- b. Metode langsung
 - 1) Menentukan kapasitas daya dukung ultimit tiang tunggal dinyatakan dalam **persamaan 2.9**
 - 2) Menentukan tahanan ujung dan tahanan kulit tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.10**
 - 3) Menentukan daya dukung izin tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.11**
- c. Metode Schertmann dan Nottingham
 - 1) Menentukan tahanan ujung tiang diperoleh dari nilai rata-rata q_c disepanjang $8d$ diatas dasar tiang dinyatakan dalam **persamaan 2.12**
 - 2) Menentukan tahanan gesek satuan tiang yang dinyatakan dalam **persamaan 2.14**
 - 3) Menentukan daya dukung ultimit tiang dan daya dukung izin dinyatakan dalam **persamaan 2.15**
4. Menghitung daya dukung pondasi tiang kelompok
 - 1) Menghitung kapasitas daya dukung pondasi tiang kelompok yang dinyatakan dalam **persamaan 2.18**
 - 2) Menghitung efisiensi kelompok tiang yang dinyatakan dalam **persamaan 2.19**
 - 3) Menghitung daya dukung ijin tiang yang dinyatakan dalam **persamaan 2.20**
5. Membandingkan hasil kuat dukung pondasi *borepile* berdasarkan data dilapangan dengan menggunakan metode LCPC, metode langsung, dan metode schertmann dan Nottingham.
6. Membuat kesimpulan terhadap hasil perhitungan yang telah dilakukan.

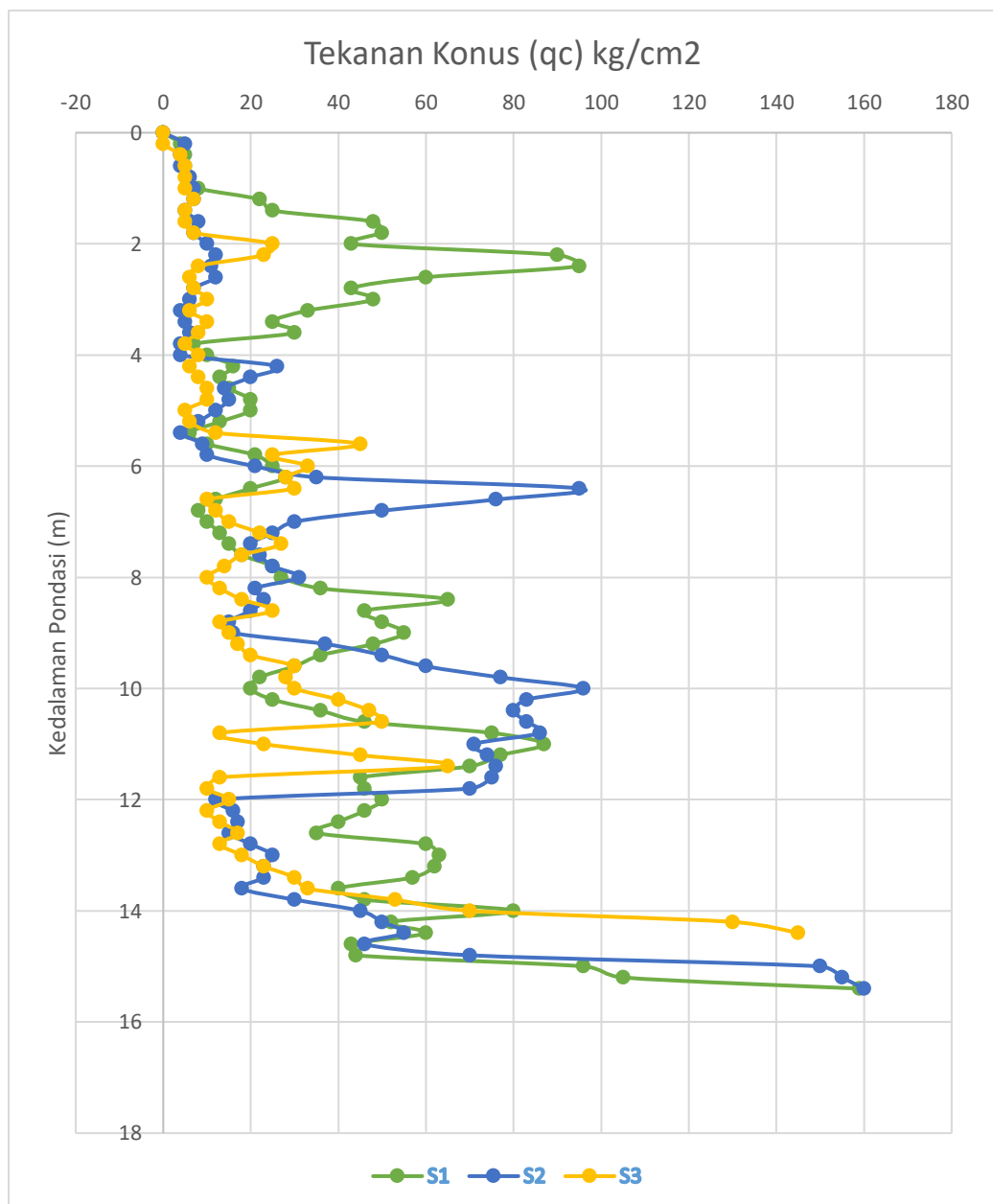
3.4 Rencana Bagan Alir Penelitian

Rencana bagan alir penelitian yaitu tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini guna untuk menyelesaikan Tugas Akhir, dapat dilihat pada **Lampiran 1.**

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini berupa data sondir yang didapatkan dari PT. Kanta Karya sebagai konsultan proyek. Rekapitulasi data hasil sondir di lapangan pada lokasi studi kasus dapat dilihat pada **Gambar 4.1**. Pada keterangan titik Sondir 1,2, dan 3 menunjukkan kedalaman tanah keras pada tekanan konus.



Gambar 4.1 Grafik Rekapitulasi Data Sondir 3 Titik
Sumber : PT. Kanta Karya, 2021

Berdasarkan **Gambar 4.1** Grafik rekapitulasi data sondir 3 titik dapat dilihat bahwa pada tiap titik pengujian CPT memiliki nilai perlawanan konus (q_c) yang berbeda, hal ini menunjukkan perbedaan daya dukung tiap lokasi pengujian tanah. Selain nilai q_c yang berbeda, nilai kedalaman uji CPT pada titik S-03 berbeda dengan titik S-01 dan S-02 hal ini di duga dikarenakan letak tanah keras pada tiap titik berbeda.

Selanjutnya untuk melakukan analisis kapasitas daya dukung tanah menggunakan data CPT dari titik Sondir 3 dikarenakan pada gambar grafik diatas sondir 1,2 dan 3, titik sondir 3 memiliki kondisi tanah terburuk. Yang dapat dilihat dari nilai perlawanan konus (q_c). Untuk menghitung kapasitas daya dukung pondasi *borepile* menggunakan metode LCPC (Bustamante dan gianeselli), metode langsung, dan metode schertmann dan Nottingham.

Pada **Tabel 4.1** didapatkan nilai perlawanan komus dan nilai jumlah hambatan lekat dari perbandingan titik sondir 2 dan titik sondir 3.

No	Kedalaman (m)	Titik Sondir 2		Titik Sondir 3	
		Q_c (Kg/cm ²)	T_f (Kg/cm)	Q_c (Kg/cm ²)	T_f (Kg/cm)
0	0	0	0	0	0
1	1	7	16,7	5	13,3
2	2	10	38,3	25	28,3
3	3	6	75,0	10	56,7
4	4	4	93,3	8	78,3
5	5	12	126,7	5	101,7
6	6	21	150,0	33	133,3
7	7	30	193,3	15	170,0
8	8	31	231,7	10	198,3
9	9	16	266,7	15	226,7
10	10	96	315,0	30	261,7
11	11	71	376,7	23	313,3
12	12	12	413,3	15	346,7
13	13	25	436,7	18	371,7
14	14	45	485,0	70	411,7
15	14,2	50	525,0	130	420,0
16	14,4	55	536,7	145	428,3
17	15	150	545,0		
18	15,2	155	0		
19	15,4	160	16,7		

Sumber: Data penelitian, 2022

Dari hasil data sondir **Tabel 4.1** maka jenis tanah pada penelitian ini dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem klasifikasi tanah menurut Robertson dan Campanella (1968) dengan menggunakan nilai perlawanan konus dan rasio gesekan, yang dapat dilihat pada grafik **gambar 2.1** mengenai grafik hubungan q_c dan F_r . Berdasarkan grafik pada **Gambar 2.1** jenis tanah pada titik sondir 3 dapat dilihat pada **Tabel 4.2** berikut.

Tabel 4.2 Ringkasan klasifikasi jenis tanah pada titik sondir 3

No	Kedalaman (m)	Qc (Kg/cm ²)	Fr (%)	Jenis Tanah
1	1	5	2,08	Lempung
2	2	25	0,72	Pasir
3	3	10	3,57	Lempung
4	4	8	2,78	Lempung
5	5	5	5,56	Lempung
6	6	33	0,83	Pasir
7	7	15	5,56	Lempung
8	8	10	5,56	Lempung
9	9	15	2,08	Terdrainasi parsial lanau berpasir sampai lanau berlempung
10	10	30	1,67	Pasir berlanau sampai lanau berpasir
11	11	23	2,31	Terdrainasi parsial lanau berpasir sampai lanau berlempung
12	12	15	4,17	Terdrainasi parsial lanau berpasir sampai lanau berlempung
13	13	18	1,67	Pasir berlanau sampai lanau berpasir
14	14	70	0,64	Pasir
15	14,2	130	0,33	Pasir
16	14,4	145	0,30	Pasir

Sumber: Data penelitian, 2022

Jenis tanah pada Pembangunan Proyek ini pada kedalaman 1,00-8,00 meter adalah tanah lempung, tetapi semakin dalam titik sondir di tancapkan ke tanah ditemukan jenis tanah granular dimana di dominasi tanah pasir, kerikil dan batuan dimana jenis tanah ini adalah tergolong jenis tanah yang baik untuk pembangunan. Pada Penelitian Skripsi oleh Fitriyana yang meninjau kapasitas daya dukung pondasi pada gedung perpustakaan Universitas Jambi, jenis tanah kampus Universitas Jambi pada kedalaman 1,00-4,00 m memiliki jenis tanah lempung, tetapi pada kedalaman 5,00-14,8 m tergolong jenis tanah granular yaitu berjenis pasir yang sama dengan kampus Universitas Islam Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.

4.2 Data Perhitungan

Data yang digunakan dalam analisis kapasitas daya dukung pondasi *borepile* pada Gedung Fakultas A Universitas Islam Sulthan Thaha Saifuddin Jambi adalah sebagai berikut:

1. Diameter pondasi *borepile* = 60 cm
2. Jarak tiang pondasi = 150 cm
3. Kedalaman = 1500 cm
4. Keliling tiang *borepile* = $\pi \times D$
= $3,14 \times 60$ cm
= 188,4 cm atau 1,884 m
5. Luas tiang *borepile* (A_p) = $\frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2$

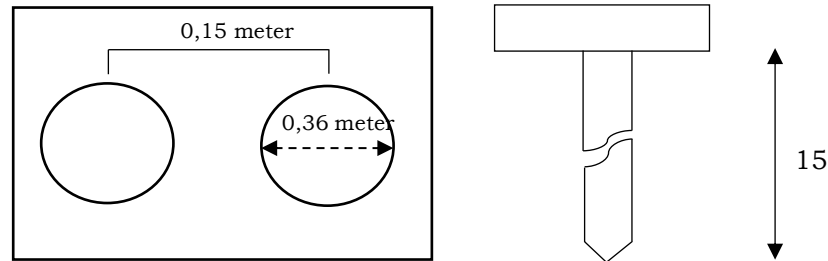
$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (60 \text{ cm})^2$$

$$= 2826 \text{ cm}^2$$

6. Jari-jari lingkaran (r)

$$= \frac{1}{2} \times D$$

$$= \frac{1}{2} \times 60 = 30 \text{ cm}$$

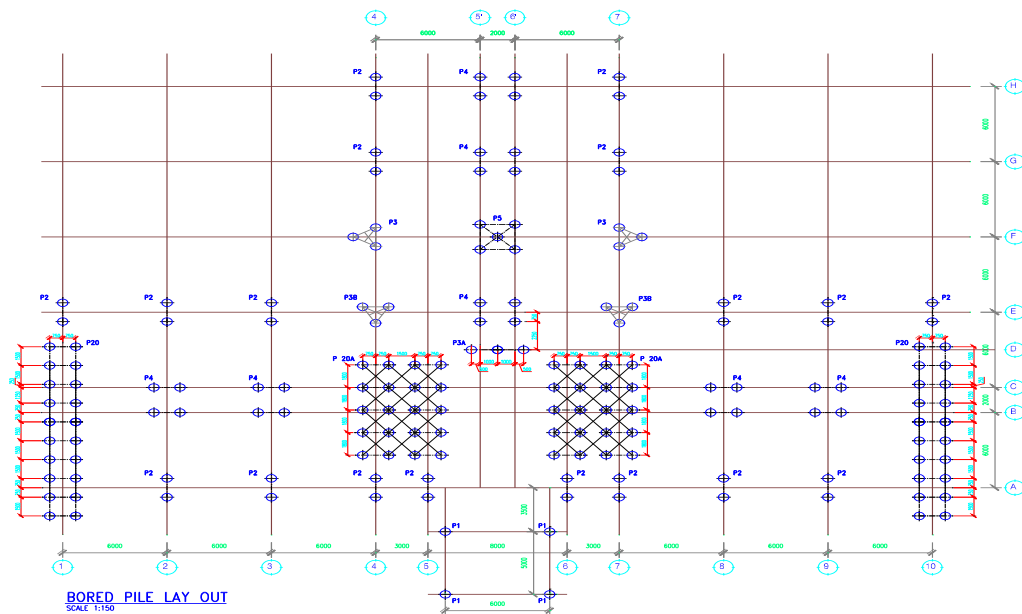


Gambar 4.2 Detail Pondasi
Sumber : Data penelitian, 2021

4.3 Daya Dukung Pondasi *Borepile*

Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi *borepile* berdasarkan data hasil pengujian sondir pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas A Uin Jambi dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode LCPC (Bustamante dan gianeselli), metode langsung, dan metode schertmann dan nottingham untuk menghitung kapasitas daya dukung pondasi *borepile* tunggal, karena dalam perhitungan kapasitas daya dukung dengan metode ini menggunakan parameter data sondir, hambatan lekat, hambatan konus untuk mengetahui daya dukung ujung tiang dan daya dukung selimut tiang.

Untuk pondasi (struktur bawah) bangunan yang akan dihitung merupakan bangunan Gedung Fakultas A dengan total jumlah 168 tiang dan dengan beberapa kelompok tiang yang dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.12 Denah Perletakan Pondasi
Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

a. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

Perhitungan nilai kapasitas daya dukung pondasi dengan metode LCPC menggunakan **persamaan 2.5**. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Diameter tiang (D)} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang tiang (L)} = 1500 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang tiang (Ab)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 60^2 \\ &= 2828,57 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{eq} &= \frac{70+130+145}{3} \\ &= 115 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Factor nilai konus (k}_b\text{)} = 0,600 \text{ (Tabel 2.6)}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahanan ujung tiang (q}_b\text{)} &= k_b \times q_{eq} \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,600 \times 115/\text{cm}^2 \\ &= 70 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung ujung tiang (Q}_b\text{)} &= q_b \times A_b \\ &= 70 \text{ kg/cm}^2 \times 2828,57 \text{ cm}^2 \\ &= 197999,9 \text{ kg} \\ &= 197,999 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor adhesi (}\alpha\text{)} = 1 \text{ (tanah terkonsolidasi normal)}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Tahanan gesek} \\
&\text{satuan tiang (fs)} &= 0,05 \times a \times qc \text{ (maksimum } 1,2 \text{ kg/cm}^2\text{)} \\
& &= 0,05 \times 1 \times 115 \text{ kg/cm}^2 \text{ (maksimum } 1,2 \text{ kg/cm}^2\text{)} \\
& &= 5,75 \text{ kg/cm}^2 > 1,2 \text{ kg/cm}^2 \\
& &= \text{maka digunakan } fs \text{ } 1,2 \text{ kg/cm}^2 \\
&\text{Keliling tiang (Kt)} &= \pi \times D \\
& &= \pi \times 60 \\
& &= 188,571 \\
&\text{Luas selimut tiang (As)} &= kt \times L \\
& &= 188,571 \times 1500 \\
& &= 282855 \text{ cm}^2 \\
&\text{Daya dukung sisi tiang (Qs)} &= fs \times As \\
& &= 1,2 \text{ kg/cm}^2 \times 282855 \\
& &= 339426 \text{ kg} \\
& &= 339,426 \text{ ton} \\
&\text{Daya dukung} &= Qb + Qs \\
&\text{ultimit tiang (Qu)} &= 197999,9 \text{ kg} + 339426 \text{ kg} \\
& &= 537425 \text{ kg} \\
& &= 537,425 \text{ ton} \\
&\text{Daya dukung izin (Qa)} &= \frac{Qu}{SF} \\
& &= \frac{537,425}{3} \\
& &= 179,141 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Tabel 4.3 Rekapitulasi daya dukung pondasi *borepile* metode LCPC

Depth (m)	Qb (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
15.00	197,999	339,426	537,425	179,141

Sumber: analisis data, 2022

b. Metode Langsung

Perhitungan nilai kapasitas daya dukung pondasi dengan metode langsung menggunakan **persamaan 2.9**. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
&\text{Diameter pondasi (D)} &= 60 \text{ cm} \\
&\text{Panjang tiang (L)} &= 1500 \text{ cm} \\
&\text{Tahanan ujung sondir (PK)} &= 140 \text{ kg/cm}^2 \\
&\text{Luas penampang tiang (Ap)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
& &= \frac{1}{4} \times \pi \times 60^2 \text{ cm} \\
& &= 2828,57 \text{ cm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Keliling tiang (Kt)} &= \pi \times D \\
&= \pi \times 60 \text{ cm} \\
&= 188,57 \text{ cm} \\
\text{Jumlah hambatan lekat (Tf)} &= 428,3 \text{ kg/cm}^2 \\
\text{Daya dukung ujung tiang (Qb)} &= P_k \times A_p \\
&= 140 \text{ kg/cm}^2 \times 2828,57 \text{ kg/cm}^2 \\
&= 395999,8 \text{ kg/cm}^2 \\
&= 395,999 \text{ ton} \\
\text{Daya dukung sisi tiang (Qs)} &= T_f \times K_t \\
&= 428,3 \text{ kg} \times 188,57 \\
&= 80764,531 \text{ kg} \\
&= 80,764 \text{ ton} \\
\text{Daya dukung ultimit tiang (Qu)} &= Q_b + Q_s \\
&= 395999,8 \text{ kg} + 80764,531 \text{ kg} \\
&= 476764,331 \text{ kg} \\
&= 476,764 \text{ ton} \\
\text{Daya dukung izin (Qa)} &= \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{5} \\
&= \frac{395999,8}{3} + \frac{80764,531}{5} \\
&= 148152,839 \text{ kg/cm}^2 \\
&= 148,152 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Tabel 4.4 Rekapitulasi daya dukung pondasi *borepile* metode langsung

Depth (m)	Qb (ton)	Qs (ton)	Qu (ton)	Qa (ton)
15.00	395,999	80,764	476,764	148,152

Sumber: analisis data, 2022

c. Metode Schertmann dan Nottingham

Perhitungan nilai kapasitas daya dukung pondasi dengan metode schertmann dan Nottingham menggunakan **persamaan 2.12**. Adapun proses perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{Diameter pondasi (D)} &= 60 \text{ cm} \\
\text{Panjang tiang (L)} &= 1500 \text{ cm} \\
\text{Luas penampang tiang (Ab)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
&= \frac{1}{4} \times \pi \times 60^2 \text{ cm} \\
&= 2828,57 \text{ cm}^2 \\
\text{Koefisien korelasi (\omega)} &= 1 \text{ (pasir terkonsolidasi normal)} \\
\text{Tahanan konus} &= 140 \text{ kg/cm}^2
\end{aligned}$$

qc_1 = rata-rata pada zona 4D dibawah tiang

$$= 15,00 - 4 (0,6) = 12,6 \text{ m}$$

$$= \frac{14+10+15+18+25+30+47+65+125+140}{10} = 48,90 \text{ kg/cm}^2$$

qc_2 = rata-rata pada zona 8D diatas dasar tiang

$$= \frac{36+40+45+8+18+40+60+10+8+10+6+11+14+10+15+18+25+30+47+65+125+140}{22}$$

$$= 35,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$qca = \frac{1}{2} (qc_1 + qc_2)$$

$$= \frac{1}{2} (48,90 + 35,50)$$

$$= 42,20 \text{ kg/cm}^2$$

Tahanan ujung satuan tiang (fb)

$$fb = \omega q_{ca}$$

$$= 1 \times 42,20$$

$$= 42,20 \text{ kg/cm}^2$$

Daya dukung ujung tiang (Qb)

$$Qb = fb \times Ab$$

$$= 42,20 \times 2828,57$$

$$= 119365,654 \text{ kg}$$

$$= 119,365 \text{ ton}$$

Tahanan gesek satuan luas (fs)

Koefisien tak berdimensi (kc) = 1,2% tiang beton

$$fs = kc \times qc$$

$$= 140 \times 1,2 \%$$

$$= 1,68 \text{ kg/cm}^2 > 1,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \text{maka digunakan fs } 1,2 \text{ kg/cm}^2$$

Keliling tiang (Kt)

$$= \pi \times D$$

$$= \pi \times 60$$

$$= 188,57 \text{ cm}$$

Luas selimut tiang (As)

$$= Kt \times L$$

$$= 188,4 \times 1500$$

$$= 282.600 \text{ cm}^2$$

Daya dukung sisi tiang (Qs)

$$= fs \times As$$

$$= 1,2 \text{ kg/cm}^2 \times 282600$$

$$= 339120 \text{ kg}$$

$$= 33,912 \text{ ton}$$

Daya dukung ultimit tiang (Q_u)

$$= Q_b + Q_s$$

$$= 119365,654 \text{ kg} + 339120 \text{ kg}$$

$$= 458485,654 \text{ kg}$$

$$= 458,485 \text{ ton}$$

Daya dukung izin (Q_a)

$$= \frac{Q_u}{SF}$$

$$= \frac{458485,654}{3}$$

$$= 152828,5513 \text{ kg}$$

$$= 152,828 \text{ ton}$$

Tabel 4.5 Rekapitulasi daya dukung pondasi *borepile* metode schertmann dan nottingham

Depth (m)	Q_b (ton)	Q_s (ton)	Q_u (ton)	Q_a (ton)
15.00	119,365	33,912	458,485	152,828

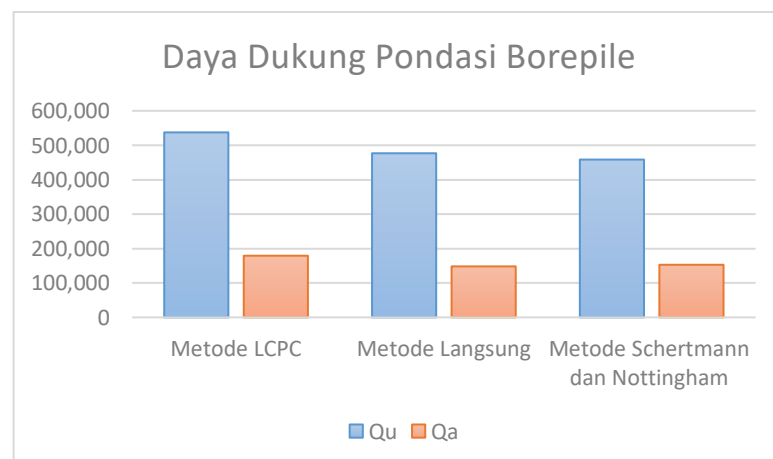
Sumber: analisis data, 2022

Setelah dicari perhitungan daya dukung pondasi *borepile* dengan 3 metode diatas berikut ini perbandingan hasil daya dukung pondasi dengan metode LCPC(Bustamante dan Nottingham), metode langsung, dan metode schertmann dan Nottingham yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.6 Rekapitulasi perbandingan daya dukung pondasi *borepile*

Metode	Q_u (ton)	Q_a (ton)
Metode LCPC	537,425	179,141
Metode Langsung	476,764	148,152
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	152,828

Sumber: analisis data, 2022



Gambar 4.3 Perbandingan Daya Dukung Pondasi *Borepile*

Sumber : Data penelitian, 2022

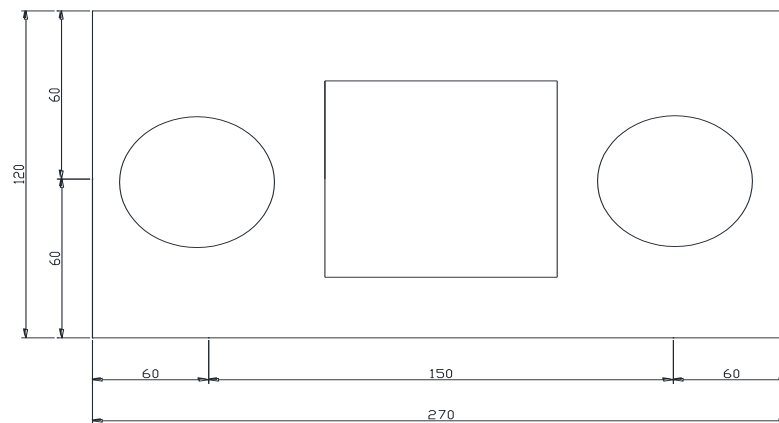
Dapat dilihat pada grafik perbandingan daya dukung pondasi *borepile* tiang tunggal menggunakan 3 metode perhitungan, metode LCPC (Bustamante dan GIANESSELLI) adalah metode yang paling efisien digunakan karena dilihat dari nilai Q_u (daya dukung ultimit) dan nilai Q_a (daya dukung izin) yang besar dibandingkan dengan metode langsung dan metode Schertmann dan Nottingham.

4.4 Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok

Untuk perhitungan daya dukung pondasi *borepile* ini menggunakan 3 metode yaitu metode LCPC (Bustamante dan GIANESSELLI), metode langsung, dan metode Schertmann dan Nottingham.

Untuk mendapatkan nilai daya dukung pondasi kelompok harus dilakukan Perhitungan efisiensi kelompok tiang, guna dari efisiensi kelompok tiang adalah untuk menghitung jarak antar tiang ke tiang yang lain dengan memperhatikan faktor diameter tiang dan jumlah tiang dalam satu kelompok.

a. Perhitungan efisiensi grup (2 tiang)



Gambar 4.4 Susunan Pondasi Kelompok 2 Tiang

Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

Dari persamaan 2.19 efisiensi kelompok *borepile* (E_g) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 2, m = 1$$

$$\begin{aligned} E_g &= \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} \\ &= \frac{2(1+2-2)60+4(60)}{188,4 \cdot 1 \cdot 2} \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.18 daya dukung pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan GIANESSELLI)

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_u \\ &= 0,95 \times 2 \times 537,425 \text{ ton} \\ &= 1021,107 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Metode Langsung

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_u \\ &= 0,95 \times 2 \times 476,764 \text{ ton} \\ &= 905,851 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_u \\ &= 0,95 \times 2 \times 458,485 \text{ ton} \\ &= 871,121 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.20 daya dukung ijin pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{1021,107}{2,5} = 408,442 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{905,851}{2,5} = 362,340 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

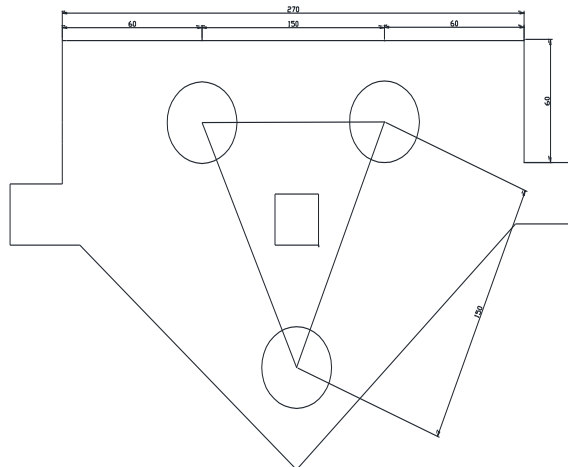
$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{871,121}{2,5} = 348,448 \text{ ton}$$

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok 2 Tiang Pada Titik S3

Metode	Q_u (ton)	Q_g (ton)	Q_{ga} (ton)
Metode LCPC	537,425	1021,107	408,442
Metode Langsung	476,764	905,851	362,340
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	871,121	348,448

Sumber : Analisis Data, 2022

b. Perhitungan efisiensi grup (3 tiang)



Gambar 4.5 Susunan Pondasi Kelompok 3 Tiang

Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

Dari persamaan 2.19 efisiensi kelompok *borepile* (E_g) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 2, m = 2$$

$$\begin{aligned}
 E_g &= \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} \\
 &= \frac{2(2+2-2)60+4(60)}{188,4.2.2} \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.18 daya dukung pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g.n.Q_u \\
 &= 0,64 \times 2 \times 537,425 \\
 &= 687,904 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

2. Metode Langsung

$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g.n.Q_u \\
 &= 0,64 \times 2 \times 476,764 \\
 &= 610,257 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g.n.Q_u \\
 &= 0,64 \times 2 \times 458,485 \\
 &= 586,860 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.20 daya dukung ijin pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{687,904}{2,5} = 275,161 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{610,257}{2,5} = 244,102 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

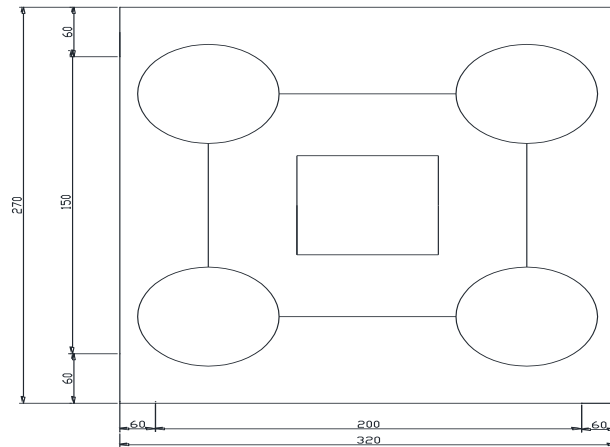
$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{586,860}{2,5} = 234,744 \text{ ton}$$

Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok 3
Tiang Pada Titik S3

Metode	Q_u (ton)	Q_g (ton)	Q_{ga} (ton)
Metode LCPC	537,425	687,904	275,161
Metode Langsung	476,764	610,257	244,102
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	586,860	234,744

Sumber : Analisis Data, 2022

c. Perhitungan efisiensi grup (4 tiang)



Gambar 4.6 Susunan Pondasi Kelompok 4 Tiang

Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

Dari persamaan 2.19 efisiensi kelompok *borepile* (E_g) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 4, m = 2$$

$$\begin{aligned} E_g &= \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} \\ &= \frac{2(2+4-2)60+4(60)}{188,4.2.4} \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.18 daya dukung pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianceselli)

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Q_u \\ &= 0,48 \times 4 \times 537,425 \\ &= 1031,856 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Metode Langsung

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Q_u \\ &= 0,48 \times 4 \times 476,764 \\ &= 915,386 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Q_u \\ &= 0,48 \times 4 \times 458,485 \\ &= 880,291 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.20 daya dukung ijin pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianceselli)

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{1031,856}{2,5} = 412,742 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{915,386}{2,5} = 366,154 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

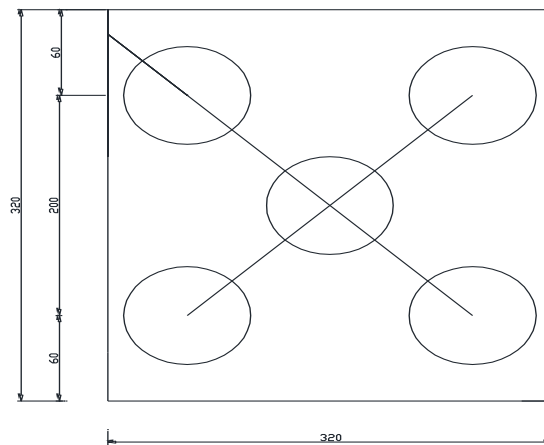
$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{880,291}{2,5} = 352,116 \text{ ton}$$

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok 4 Tiang Pada Titik S3

Metode	Qu (ton)	Qg (ton)	Qga (ton)
Metode LCPC	537,425	1031,856	412,742
Metode Langsung	476,764	915,386	366,154
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	880,291	352,116

Sumber : Analisis Data, 2022

d. Perhitungan efisiensi grup (5 tiang)



Gambar 4.7 Susunan Pondasi Kelompok 5 Tiang

Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

Dari persamaan 2.19 efisiensi kelompok *borepile* (E_g) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 3, m = 2$$

$$\begin{aligned} E_g &= \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} \\ &= \frac{2(2+3-2)60+4(60)}{188,4.2.3} \\ &= 0,53 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.18 daya dukung pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Qu \\ &= 0,53 \times 3 \times 537,425 \\ &= 854,505 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Metode Langsung

$$Q_g = E_g.n.Qu$$

$$= 0,53 \times 3 \times 476,764$$

$$= 758,054 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u$$

$$= 0,53 \times 3 \times 458,485$$

$$= 728,991 \text{ ton}$$

Dari persamaan 2.20 daya dukung ijin pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{854,505}{2,5} = 341,802 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{758,054}{2,5} = 303,221 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

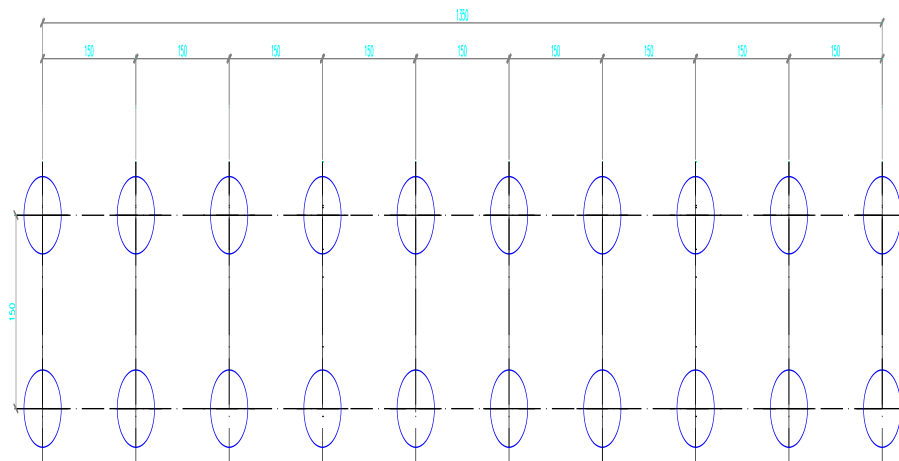
$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{728,991}{2,5} = 291,596 \text{ ton}$$

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok 5 Tiang Pada Titik S3

Metode	Qu (ton)	Qg (ton)	Qga (ton)
Metode LCPC	537,425	854,505	341,802
Metode Langsung	476,764	758,054	303,221
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	728,991	291,596

Sumber : Analisis Data, 2022

e. Perhitungan efisiensi grup 20 tiang



Gambar 4.8 Susunan Pondasi Kelompok 20 Tiang

Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

Dari persamaan 2.19 efisiensi kelompok *borepile* (E_g) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 10, m = 2$$

$$E_g = \frac{2(m+n-2)s+4D}{p \cdot m \cdot n}$$

$$= \frac{2(2+10-2)60+4(60)}{188,4 \cdot 2 \cdot 10}$$

$$= 0,38$$

Dari persamaan 2.18 daya dukung pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u$$

$$= 0,38 \times 10 \times 537,425$$

$$= 2042,215 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u$$

$$= 0,38 \times 10 \times 476,764$$

$$= 1811,703 \text{ ton}$$

3. Schertmann dan Nottingham

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_u$$

$$= 0,38 \times 10 \times 458,485$$

$$= 1742,243 \text{ ton}$$

Dari persamaan 2.20 daya dukung ijin pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli)

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{2042,215}{2,5} = 816,886 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{1811,703}{2,5} = 724,681 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

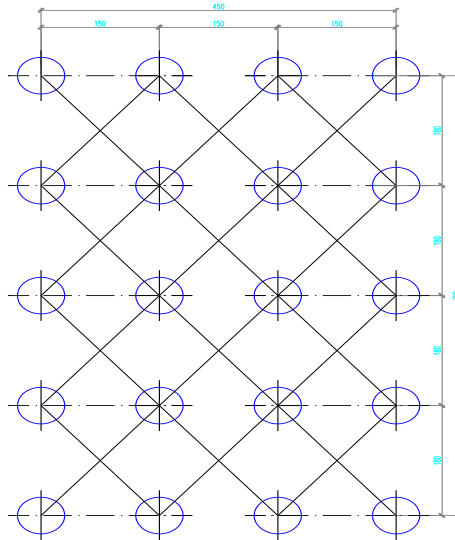
$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{1742,243}{2,5} = 696,897 \text{ ton}$$

Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok 20 Tiang Pada Titik S3

Metode	Q_u (ton)	Q_g (ton)	Q_{ga} (ton)
Metode LCPC	537,425	2042,215	816,886
Metode Langsung	476,764	1811,703	724,681
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	1742,243	696,897

Sumber : Analisis Data, 2022

f. Perhitungan efisiensi grup 20 tiang



Gambar 4.9 Susunan Pondasi Kelompok 20 Tiang
Sumber: PT. Kanta Karya, 2021

Dari persamaan 2.19 efisiensi kelompok *borepile* (E_g) yaitu sebagai berikut :

$$n' = 5, m = 4$$

$$\begin{aligned} E_g &= \frac{2(m+n-2)s+4D}{p.m.n} \\ &= \frac{2(4+5-2)60+4(60)}{188,4.4.5} \\ &= 0,86 \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.18 daya dukung pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (bustamante dan gianeselli)

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Q_u \\ &= 0,86 \times 5 \times 537,425 \\ &= 2310,927 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Metode Langsung

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Q_u \\ &= 0,86 \times 5 \times 476,764 \\ &= 2050,085 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g.n.Q_u \\ &= 0,86 \times 5 \times 458,485 \\ &= 1971,485 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari persamaan 2.20 daya dukung ijin pondasi *borepile* kelompok yaitu :

1. Metode LCPC (bustamante dan gianeselli)

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{2310,927}{2,5} = 924,370 \text{ ton}$$

2. Metode Langsung

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{2050,085}{2,5} = 820,034 \text{ ton}$$

3. Metode Schertmann dan Nottingham

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} = \frac{1971,485}{2,5} = 788,594 \text{ ton}$$

Tabel 4.12 Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Borepile* Kelompok 20 Tiang Pada Titik S3

Metode	Qu (ton)	Qg (ton)	Qga (ton)
Metode LCPC	537,425	2310,927	924,370
Metode Langsung	476,764	2050,085	820,034
Metode Schertmann dan Nottingham	458,485	1971,485	788,594

Sumber : Analisis Data, 2022

Dari hasil perhitungan daya dukung izin pondasi kelompok berdasarkan tiga metode yaitu metode LCPC, metode langsung, dan metode schertmann nottingham didapatkan nilai daya dukung izin pondasi *borepile* tiang kelompok pada kelompok 2 tiang metode LCPC adalah 408,442 ton, metode langsung adalah 362,340 ton, metode schertmann nottingham adalah 348,448 ton. Maka struktur atas pada tiang *borepile* kelompok 2 tiang tidak boleh lebih dari 408,442 ton.

Kapasitas daya dukung izin pondasi *borepile* kelompok 3 tiang dengan metode LCPC adalah 275,161, metode langsung adalah 244,102 ton, metode schertmann nottingham adalah 234,744 ton, Maka struktur atas pada tiang *borepile* kelompok 3 tiang tidak boleh lebih dari 275,161 ton.

Kapasitas daya dukung 4 tiang kelompok dengan metode LCPC adalah 412,742 ton, metode langsung adalah 366,154 ton, metode schertmann nottingham adalah 352,116 ton, Maka struktur atas pada tiang *borepile* kelompok 4 tiang tidak boleh lebih dari 412,742 ton.

Kapasitas daya dukung 5 tiang kelompok dengan metode LCPC adalah 341,802 ton, metode langsung adalah 303,221 ton, metode schertmann nottingham adalah 291,596 ton, Maka struktur atas pada tiang *borepile* kelompok 5 tiang tidak boleh lebih dari 341,802 ton.

Kapasitas daya dukung 20 tiang kelompok dengan metode LCPC adalah 816,886 ton, metode langsung adalah 724,681 ton, metode schertmann nottingham adalah 696,897 ton, Maka struktur atas pada tiang *borepile* kelompok 20 tiang tidak boleh lebih dari 816,886 ton.

Kapasitas daya dukung 20 tiang kelompok dengan metode LCPC adalah 924,370 ton, metode langsung adalah 820,034 ton, metode schertmann nottingham adalah 788,594 ton, Maka struktur atas pada tiang *borepile* kelompok 20 tiang tidak boleh lebih dari 924,370 ton.

Daya dukung pondasi *borepile* pada Gedung Fakultas A Universitas Islam Sulthan Thaha Saifuddin Jambi yang digunakan di lapangan tidak boleh lebih dari daya dukung pada tiap tiang. Maka untuk pembebanan struktur atas tidak boleh melebihi kekuatan daya dukung pondasi.

Hasil perhitungan ini bisa di jadikan referensi untuk pembangunan selanjutnya serta untuk perhitungan pembebanan struktur atas pada bangunan ini.

Dari penjelasan diatas, maka untuk pembebanan struktur atas tidak boleh melebihi kekuatan daya dukung pondasi. Jika pembebanan struktur atas lebih besar dari kekuatan daya dukung pondasi maka pembangunan harus di desain ulang kembali.

V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisa dan pembahasan pada bab IV maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kapasitas daya dukung pondasi *borepile* pada proyek Gedung Fakultas A menggunakan metode LCPC (bustamante dan gianeselli) dengan $Q_u = 537,425$ ton, $Q_a = 179,141$ ton, metode langsung dengan $Q_u = 476,764$ ton , $Q_a = 148,152$ ton , dan metode Schertmann dan Nottingham $Q_u = 458,485$ ton, $Q_a = 152,828$ ton.
2. Nilai kapasitas daya dukung pondasi *borepile* kelompok 2 tiang metode LCPC yaitu 1021,107 ton, metode langsung yaitu 905,851 ton, metode schertmann nottingham yaitu 871,121 ton, tiang *borepile* kelompok 3 tiang metode LCPC yaitu 687,904 ton, metode langsung yaitu 610,257 ton, metode schertmann nottingham yaitu 586,860 ton, tiang *borepile* kelompok 4 tiang metode LCPC yaitu 1031,856 ton, metode langsung yaitu 915,386 ton, metode schertmann nottingham yaitu 880,291 ton, tiang *borepile* kelompok 5 tiang metode LCPC yaitu 854,505 ton, metode langsung yaitu 758,054 ton, metode schertmann nottingham yaitu 728,991 ton, tiang *borepile* kelompok 20 tiang metode LCPC yaitu 2041,215 ton, metode langsung yaitu 1811,703 ton, metode schertmann nottingham yaitu 1742,243 ton, tiang *borepile* kelompok 20 tiang metode LCPC yaitu 2310,927 ton, metode langsung yaitu 2050,085 ton, metode schertmann nottingham yaitu 1971,485 ton.

5.2 Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan diatas penulis ingin menyampaikan saran-saran sebagai berikut :

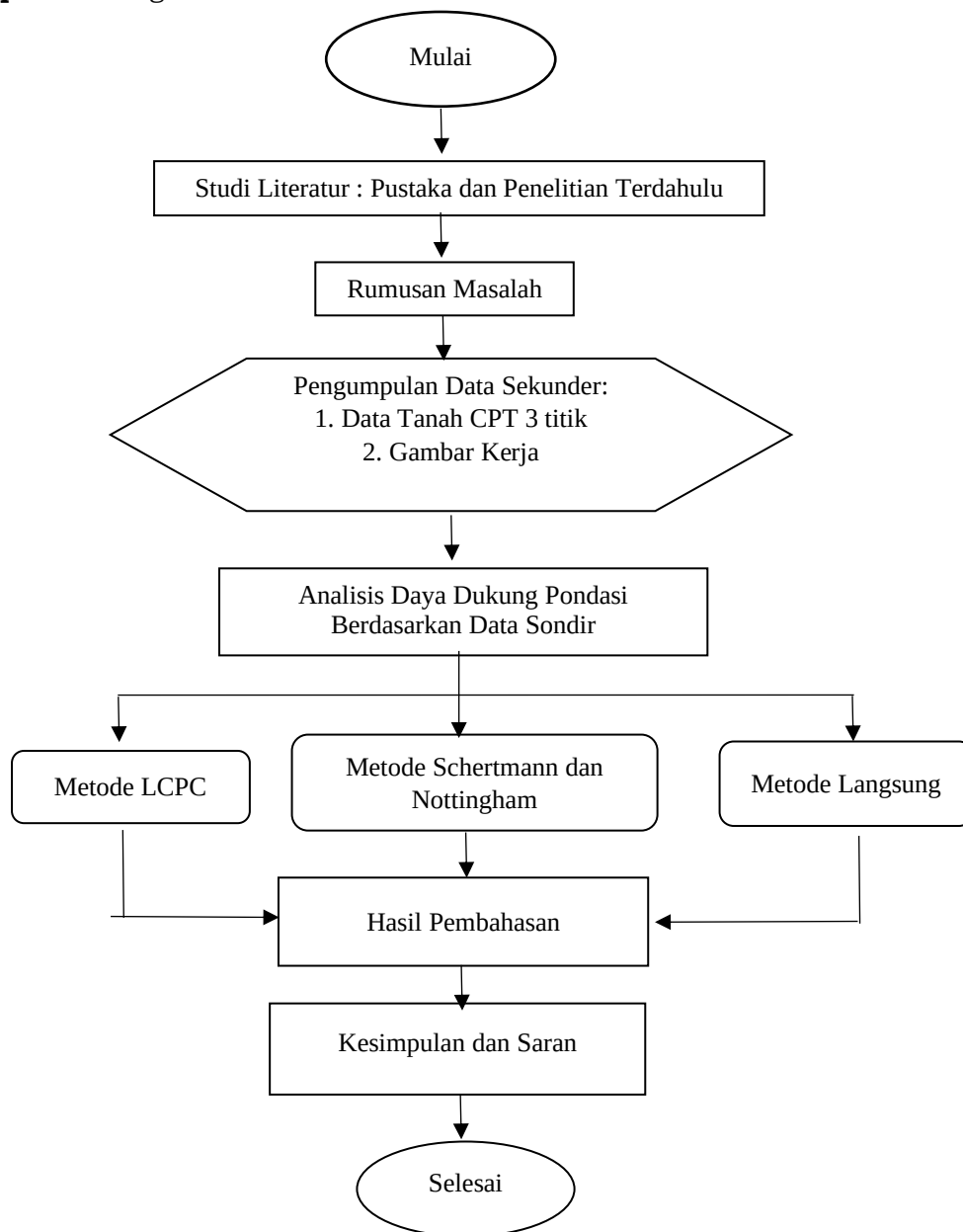
1. Saat melaksanakan pengujian di lapangan dan analisis data hasil uji sebaiknya dilakukan dengan teliti dan dikerjakan sesuai dengan standar yang ada, agar pelaksanaan pondasi dapat menghasilkan suatu konstruksi yang berkualitas.
2. Perhitungan daya dukung pada penelitian terbatas yaitu hanya menggunakan metode LCPC, metode langsung, serta metode schertmann dan nottingham. apabila diteliti lebih lanjut dapat menggunakan metode yang lainnya.
3. Dalam perencanaan atau perancangan pondasi dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan program software sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakam, A., 2008, *rekayasa pondasi*, bintang grafika, padang.
- Bowles, J.E., 1992, *Analisis dan desain pondasi, edisi keempat jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E., 1992, *Analisis dan desain pondasi, edisi keempat jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J.E., 1993, *Analisis dan desain pondasi jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik pondasi 2 edisi kedua*. Beta offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2020, *analisis dan perancangan pondasi I edisi 4*. Gajah mada university press, Yogyakarta.
- Anominus, 1997, *rekayasa pondasi dangkal dan pondasi dalam*. Gramedia, Jakarta.
- Wora, M., 2013, *evaluasi daya dukung pondasi tiang pancang beton pada proyek pembangunan gedung rumah sakit internasional Surabaya*. Surabaya.
- Yansa, Fachri., 2020, *Analisa perbandingan daya dukung pondasi bored pile dan pondasi sumuran pada proyek pembangunan gedung auditorium serbaguna universitas sulthan thaha Saifuddin jambi*, universitas Batanghari, jambi.
- Jusi, ulfa., 2015, *Analisa kuat dukung pondasi bored pile berdasarkan data pengujian lapangan (cone dan n-standard penetration test)*. Universitas teknologi pekanbaru, Pekanbaru.
- Siregar, sylviana., 2017, *Analisa perencanaan daya dukung pondasi bored pile pada pembangunan rusun sukaramai kota medan*, universitas medan area, medan.
- Diana, L.C., 2019, *Analisa daya dukung ppondasi boredpile pada proyek pembangunan gedung wahid Hasyim apartemen medan*, universitas medan area, medan.
- Husnah., 2018, *Analisa daya dukung pondasi tiang pancang pada proyek pembangunan pondasi tissue block 5 dan 6*, universitas Abdurrah, riau.

LAMPIRAN I

Lampiran 1. Bagan Alir Penelitian



LAMPIRAN II

DATA PENYELIDIKAN LAPANGAN
DUCTH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)

Proyek	IAIN/UIN Jambi	Operator	
Lokasi	Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIN Jambi	Dipentasa	
Tanggal	11-06-2017	MAT	meter
Titik No	S-1		

Kedalaman	Pembacaan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat (HL=JP-PK)	Hambatan Setempat (HS)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL)	Frikisi Ratio	Keterangan
meter	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
0.00	0	0	0	0	0	0	
0.20	2	4	2	0.17	3.3	8.33	
0.40	2	5	3	0.25	8.3	12.50	
0.60	3	5	2	0.17	11.7	5.56	
0.80	4	6	2	0.17	15.0	4.17	
1.00	5	8	3	0.25	20.0	5.00	
1.20	18	22	4	0.33	26.7	1.85	
1.40	20	25	5	0.42	35.0	2.08	
1.60	45	48	3	0.25	40.0	0.56	
1.80	45	50	5	0.42	48.3	0.93	
2.00	40	43	3	0.25	53.3	0.63	
2.20	85	90	5	0.42	61.7	0.49	
2.40	90	95	5	0.42	70.0	0.46	
2.60	53	60	7	0.58	81.7	1.10	
2.80	40	43	3	0.25	86.7	0.63	
3.00	45	48	3	0.25	91.7	0.56	
3.20	30	33	3	0.25	96.7	0.83	
3.40	20	25	5	0.42	105.0	2.08	
3.60	25	30	5	0.42	113.3	1.67	
3.80	5	7	2	0.17	116.7	3.33	
4.00	7	10	3	0.25	121.7	3.57	
4.20	12	16	4	0.33	128.3	2.78	
4.40	10	13	3	0.25	133.3	2.50	
4.60	13	15	2	0.17	136.7	1.28	
4.80	18	20	2	0.17	140.0	0.93	
5.00	15	20	5	0.42	148.3	2.78	
5.20	10	13	3	0.25	153.3	2.50	
5.40	4	6	2	0.17	156.7	4.17	
5.60	8	10	2	0.17	160.0	2.08	
5.80	18	21	3	0.25	165.0	1.39	
6.00	23	25	2	0.17	168.3	0.72	
6.20	25	28	3	0.25	173.3	1.00	
6.40	15	20	5	0.42	181.7	2.78	
6.60	8	12	4	0.33	188.3	4.17	
6.80	5	8	3	0.25	193.3	5.00	
7.00	7	10	3	0.25	198.3	3.57	
7.20	10	13	3	0.25	203.3	2.50	
7.40	10	15	5	0.42	211.7	4.17	
7.60	14	18	4	0.33	218.3	2.38	
7.80	20	25	5	0.42	226.7	2.03	
8.00	24	27	3	0.25	231.7	1.04	
8.20	28	36	8	0.67	245.0	2.38	
8.40	60	65	5	0.42	253.3	0.69	
8.60	40	46	6	0.50	253.3	1.25	
8.80	44	50	6	0.50	273.3	1.14	
9.00	50	55	5	0.42	281.7	0.83	
9.20	44	48	4	0.33	288.3	0.76	
9.40	30	35	6	0.50	298.3	1.67	
9.60	24	30	6	0.50	308.3	2.08	
9.80	18	22	4	0.33	315.0	1.85	
10.00	15	20	5	0.42	323.3	2.78	

DATA PENYELIDIKAN LAPANGAN
DUCTH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)

Proyek	IAIN/UIIN Jambi	Operator	
Lokasi	Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIIN Jambi	Diperiksa	
Tanggal	11-06-2017	MAI	meter
Titik No.	S-1		

Kedalaman	Pembacaan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat (HL=JP-PK)	Hambatan Setempat (HS)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL)	Friksi Ratio	Keterangan
meter	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm	%	
10.00	15	20	5	0.42	323.3	2.78	
10.20	20	25	5	0.42	340.0	2.08	
10.40	30	36	6	0.50	350.0	1.67	
10.60	40	46	6	0.50	360.0	1.25	
10.80	70	75	5	0.42	368.3	0.60	
11.00	80	87	7	0.53	380.0	0.73	
11.20	71	77	6	0.50	390.0	0.70	
11.40	63	70	7	0.58	401.7	0.93	
11.60	40	45	5	0.42	410.0	1.04	
11.80	43	46	3	0.25	415.0	0.58	
12.00	44	50	6	0.50	425.0	1.14	
12.20	40	46	6	0.50	435.0	1.25	
12.40	34	40	6	0.50	445.0	1.47	
12.60	30	35	5	0.42	453.3	1.39	
12.80	55	60	5	0.42	461.7	0.76	
13.00	60	63	3	0.25	466.7	0.42	
13.20	55	62	7	0.58	478.3	1.06	
13.40	53	57	4	0.33	485.0	0.63	
13.60	35	40	5	0.42	493.3	1.19	
13.80	40	46	6	0.50	503.3	1.25	
14.00	75	80	5	0.42	511.7	0.56	
14.20	48	52	4	0.33	518.3	0.69	
14.40	55	60	5	0.42	526.7	0.76	
14.60	38	43	5	0.42	535.0	1.10	
14.80	40	44	4	0.33	541.7	0.83	
15.00	90	96	6	0.50	551.7	0.56	
15.20	99	105	6	0.50	561.7	0.51	
15.40	119	159	40	3.33	628.3	2.80	
15.60							
15.80							
16.00							
16.20							
16.40							
16.60							
16.80							
17.00							
17.20							
17.40							
17.60							
17.80							
18.00							
18.20							
18.40							
18.60							
18.80							
19.00							
19.20							
19.40							
19.60							
19.80							
20.00							

DUTCH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)

Titik No.

S-1

Proyek : IAIN/UIJ Jambi

Lokasi : Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIJ Jambi

Tanggal : 11-06-2017

Operator :

Kapasitas

:

2.5

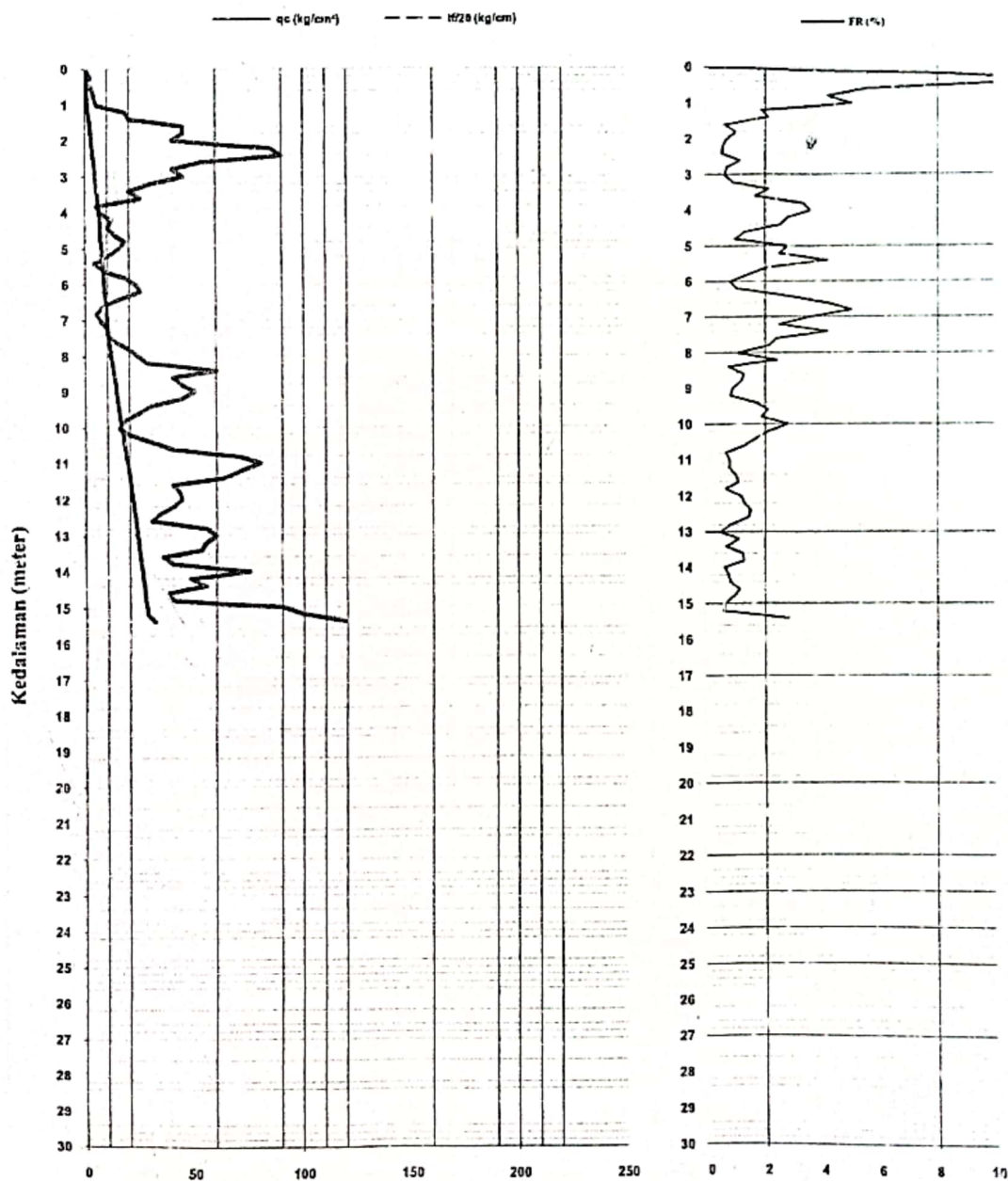
ton

Diperiksa :

MAT

:

meter



**DATA PENYELIDIKAN LAPANGAN
DUCTH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)**

Proyek	IAIN/UIN Jambi	Operator	
Lokasi	Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIN Jambi	Diperiksa	
Tanggal	11-06-2017	HA1	meter
Titik No	S-2		

Kedalaman	Pembacaan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat (HL=JP-PK)	Hambatan Setempat (HS)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL)	Friksi Ratio	Keterangan
meter	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
0.00	0	0	0	0	0	0	
0.20	2	5	3	0.25	5.0	12.50	
0.40	2	4	2	0.17	8.3	8.33	
0.60	3	4	1	0.08	10.0	2.78	
0.80	4	6	2	0.17	13.3	4.17	
1.00	5	7	2	0.17	16.7	3.33	
1.20	5	7	2	0.17	20.0	3.33	
1.40	3	5	2	0.17	23.3	5.56	
1.60	4	8	4	0.33	30.0	8.33	
1.80	5	7	2	0.17	33.3	3.33	
2.00	7	10	3	0.25	38.3	3.57	
2.20	8	12	4	0.33	45.0	4.17	
2.40	6	11	5	0.42	53.3	6.94	
2.60	6	12	6	0.50	63.3	8.33	
2.80	4	7	3	0.25	68.3	6.25	
3.00	2	6	4	0.33	75.0	16.67	
3.20	2	4	2	0.17	78.3	8.33	
3.40	3	5	2	0.17	81.7	5.56	
3.60	3	6	3	0.25	86.7	6.33	
3.80	2	4	2	0.17	90.0	8.33	
4.00	2	4	2	0.17	93.3	8.33	
4.20	20	26	6	0.50	103.3	2.50	
4.40	15	20	5	0.42	111.7	2.78	
4.60	11	14	3	0.25	116.7	2.27	
4.80	13	15	2	0.17	120.0	1.28	
5.00	8	12	4	0.33	126.7	4.17	
5.20	5	8	3	0.25	131.7	5.00	
5.40	2	4	2	0.17	135.0	8.33	
5.60	6	9	3	0.25	140.0	4.17	
5.80	10	10	0	0.00	140.0	0.00	
6.00	15	21	6	0.50	150.0	3.33	
6.20	30	35	5	0.42	158.3	1.29	
6.40	90	95	5	0.42	166.7	0.46	
6.60	70	76	6	0.50	176.7	0.71	
6.80	45	50	5	0.42	185.0	0.93	
7.00	25	30	5	0.42	193.3	1.67	
7.20	22	25	3	0.25	198.3	1.14	
7.40	15	20	5	0.42	206.7	2.78	
7.60	18	22	4	0.33	213.3	1.85	
7.80	20	25	5	0.42	221.7	2.08	
8.00	25	31	6	0.50	231.7	2.00	
8.20	18	21	3	0.25	236.7	1.39	
8.40	20	23	3	0.25	241.7	1.25	
8.60	14	20	6	0.50	251.7	3.57	
8.80	12	15	3	0.25	256.7	2.08	
9.00	10	16	6	0.50	266.7	5.00	
9.20	33	37	4	0.33	273.3	1.01	
9.40	44	50	6	0.50	283.3	1.74	
9.60	54	60	6	0.50	293.3	0.93	
9.80	70	77	7	0.58	305.0	0.83	
10.00	90	96	6	0.50	315.0	0.56	

DATA PENYELIDIKAN LAPANGAN **DUCTH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)**

Proyek	IAIN/UiN Jambi	Operator	
Lokasi	Gedung Fakultas 1 - IAIN/UiN Jambi	Inspektur	
Tanggal	11-06-2017	MMT	meter
Titik No.	S-2		

Kedalaman	Pembacaan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat (HL=JP-PK)	Hambatan Setempat (HS)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL)	Friksi Ratio	Keterangan
meter	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
10.00	90	96	6	0.50	315.0	0.56	
10.20	79	83	4	0.33	331.7	0.42	
10.40	75	80	5	0.42	340.0	0.56	
10.60	80	83	3	0.25	345.0	0.31	
10.80	78	86	8	0.67	358.3	0.85	
11.00	60	71	11	0.92	376.7	1.53	
11.20	68	74	6	0.50	386.7	0.74	
11.40	72	76	4	0.33	393.3	0.46	
11.60	70	75	5	0.42	401.7	0.60	
11.80	65	70	5	0.42	410.0	0.64	
12.00	10	12	2	0.17	413.3	1.67	
12.20	12	16	4	0.33	420.0	2.78	
12.40	14	17	3	0.25	425.0	1.79	
12.60	13	15	2	0.17	428.3	1.28	
12.80	16	20	4	0.33	435.0	2.08	
13.00	24	25	1	0.08	436.7	0.35	
13.20	20	23	3	0.25	441.7	1.25	
13.40	18	23	5	0.42	450.0	2.31	
13.60	15	18	3	0.25	455.0	1.67	
13.80	27	30	3	0.25	460.0	0.93	
14.00	30	45	15	1.25	485.0	4.17	
14.20	47	50	3	0.25	490.0	0.53	
14.40	50	55	5	0.42	498.3	0.83	
14.60	40	46	6	0.50	508.3	1.25	
14.80	66	70	4	0.33	515.0	0.51	
15.00	144	150	6	0.50	525.0	0.35	
15.20	148	155	7	0.58	536.7	0.39	
15.40	155	160	5	0.42	545.0	0.27	
15.60							
15.80							
16.00							
16.20							
16.40							
16.60							
16.80							
17.00							
17.20							
17.40							
17.60							
17.80							
18.00							
18.20							
18.40							
18.60							
18.80							
19.00							
19.20							
19.40							
19.60							
19.80							
20.00							

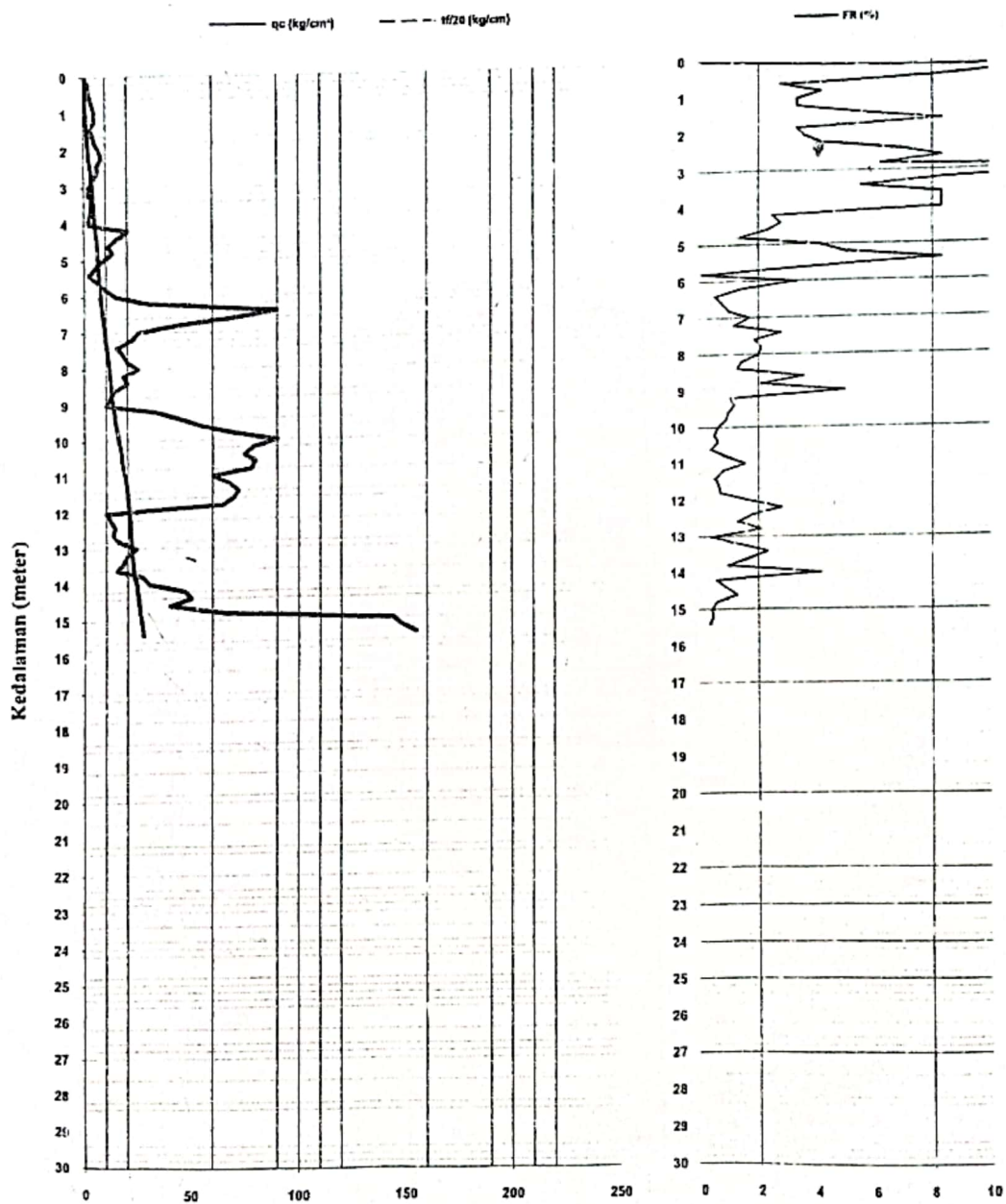
DUTCH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)

Titik No.

S-2

Proyek : IAIN/UIN Jambi
Lokasi : Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIN Jambi
Tanggal : 11-06-2017
Operator :
Diperiksa :

Kapasitas : 2.5 ton
MAT : meter



**DATA PENYELIDIKAN LAPANGAN
DUCTH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)**

Proyek	IAIN/UIN Jambi	Operator	
Lokasi	Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIN Jambi	Diperiksa	
Tanggal	11-06-2017	MAT	meter
Titik No.	S-3		

Kedalaman	Pembacaan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat (HL=JP-PK)	Hambatan Setempat (HS)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL)	Friksi Ratio	Keterangan
meter	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	
0.00	0	0	0	0	0	0.00	
0.20	0	0	0	0.00	0.0	8.33	
0.40	2	4	2	0.17	3.3	12.50	
0.60	2	5	3	0.25	8.3	5.56	
0.80	3	5	2	0.17	11.7	2.08	
1.00	4	5	1	0.08	13.3	3.33	
1.20	5	7	2	0.17	16.7	5.56	
1.40	3	5	2	0.17	20.0	2.08	
1.60	4	5	1	0.08	21.7	3.33	
1.80	5	7	2	0.17	25.0	0.72	
2.00	23	25	2	0.17	28.3	2.31	
2.20	18	23	5	0.42	36.7	5.00	
2.40	5	8	3	0.25	41.7	8.33	
2.60	3	6	3	0.25	46.7	6.25	
2.80	4	7	3	0.25	51.7	3.57	
3.00	7	10	3	0.25	56.7	4.17	
3.20	4	6	2	0.17	60.0	5.56	
3.40	6	10	4	0.33	66.7	5.00	
3.60	5	8	3	0.25	71.7	5.56	
3.80	3	5	2	0.17	75.0	2.78	
4.00	6	8	2	0.17	78.3	4.17	
4.20	4	6	2	0.17	81.7	5.00	
4.40	5	8	3	0.25	86.7	2.08	
4.60	8	10	2	0.17	90.0	8.33	
4.80	5	10	5	0.42	98.3	5.56	
5.00	3	5	2	0.17	101.7	4.17	
5.20	4	6	2	0.17	105.0	4.17	
5.40	8	12	4	0.33	111.7	1.04	
5.60	40	45	5	0.42	120.0	2.08	
5.80	20	25	5	0.42	128.3	0.83	
6.00	30	33	3	0.25	133.3	0.64	
6.20	26	28	2	0.17	136.7	1.67	
6.40	25	30	5	0.42	145.0	8.33	
6.60	5	10	5	0.42	153.3	4.17	
6.80	8	12	4	0.33	160.0	5.56	
7.00	9	15	6	0.50	170.0	1.32	
7.20	19	22	3	0.25	175.0	1.04	
7.40	24	27	3	0.25	180.0	2.38	
7.60	14	18	4	0.33	186.7	2.27	
7.80	11	14	3	0.25	191.7	5.56	
8.00	6	10	4	0.33	198.3	2.50	
8.20	10	13	3	0.25	203.3	1.67	
8.40	15	18	3	0.25	208.3	2.08	
8.60	20	25	5	0.42	216.7	2.50	
8.80	10	13	3	0.25	221.7	2.08	
9.00	12	15	3	0.25	226.7	1.79	
9.20	14	17	3	0.25	231.7	2.78	
9.40	15	20	5	0.42	240.0	2.08	
9.60	24	30	6	0.50	250.0	0.64	
9.80	26	28	2	0.17	253.3	1.67	
10.00	25	30	5	0.42	261.7		

**DATA PENYELIDIKAN LAPANGAN
DUCTH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)**

Proyek	IAIN/UIIN Jambi	Operator	
Lokasi	Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIIN Jambi	Diperiksa	
Tanggal	11-06-2017	MAT	meter
Titik No.	S-3		

Kedalaman	Pembacaan Konus (PK)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat (HL=JP-PK)	Hambatan Setempat (HS)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL)	Friksi Rasio	Keterangan
meter	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm	%	
10.00	25	30	5	0.42	261.7	1.67	
10.20	36	40	4	0.33	276.7	0.93	
10.40	40	47	7	0.58	288.3	1.46	
10.60	45	50	5	0.42	296.7	0.93	
10.80	8	13	5	0.42	305.0	5.21	
11.00	18	23	5	0.42	313.3	2.31	
11.20	40	45	5	0.42	321.7	1.04	
11.40	60	65	5	0.42	330.0	0.69	
11.60	10	13	3	0.25	335.0	2.50	
11.80	8	10	2	0.17	338.3	2.08	
12.00	10	15	5	0.42	346.7	4.17	
12.20	6	10	4	0.33	353.3	5.56	
12.40	11	13	2	0.17	356.7	1.52	
12.60	14	17	3	0.25	361.7	1.79	
12.80	10	13	3	0.25	366.7	2.50	
13.00	15	18	3	0.25	371.7	1.67	
13.20	18	23	5	0.42	380.0	2.31	
13.40	25	30	5	0.42	388.3	1.67	
13.60	30	33	3	0.25	393.3	0.83	
13.80	47	53	6	0.50	403.3	1.06	
14.00	65	70	5	0.42	411.7	0.64	
14.20	125	130	5	0.42	420.0	0.33	
14.40	140	145	5	0.42	428.3	0.30	
14.60							
14.80							
15.00							
15.20							
15.40							
15.60							
15.80							
16.00							
16.20							
16.40							
16.60							
16.80							
17.00							
17.20							
17.40							
17.60							
17.80							
18.00							
18.20							
18.40							
18.60							
18.80							
19.00							
19.20							
19.40							
19.60							
19.80							
20.00							

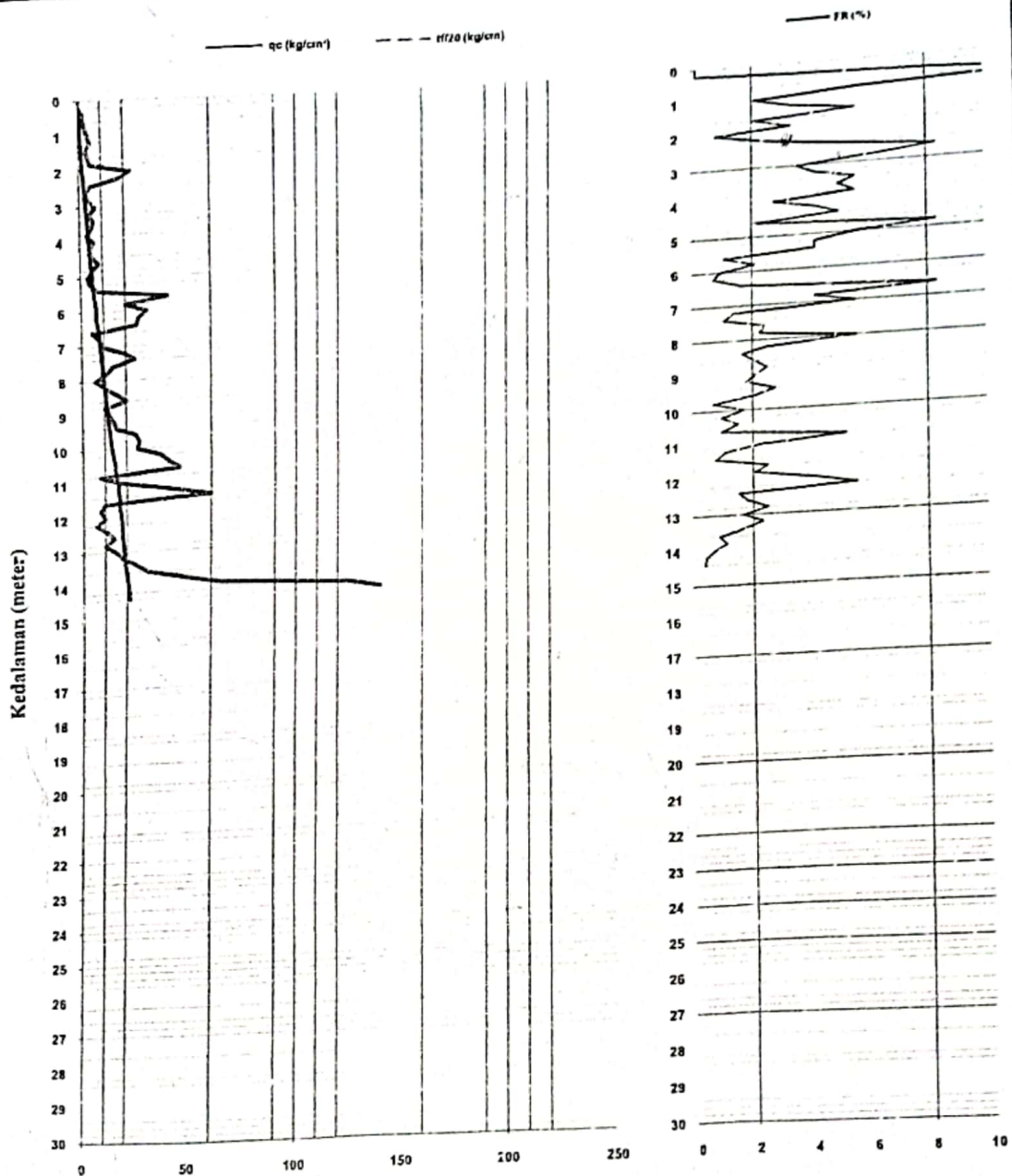
DUTCH CONE PENETROMETER TEST (SONDIR)

Titik No.

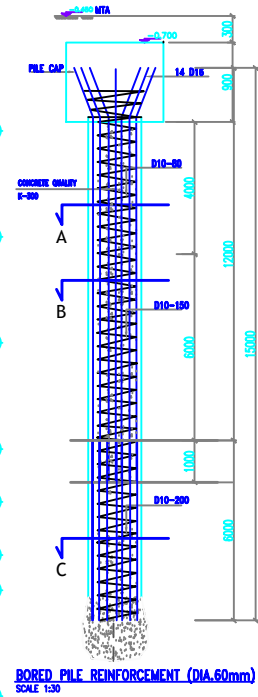
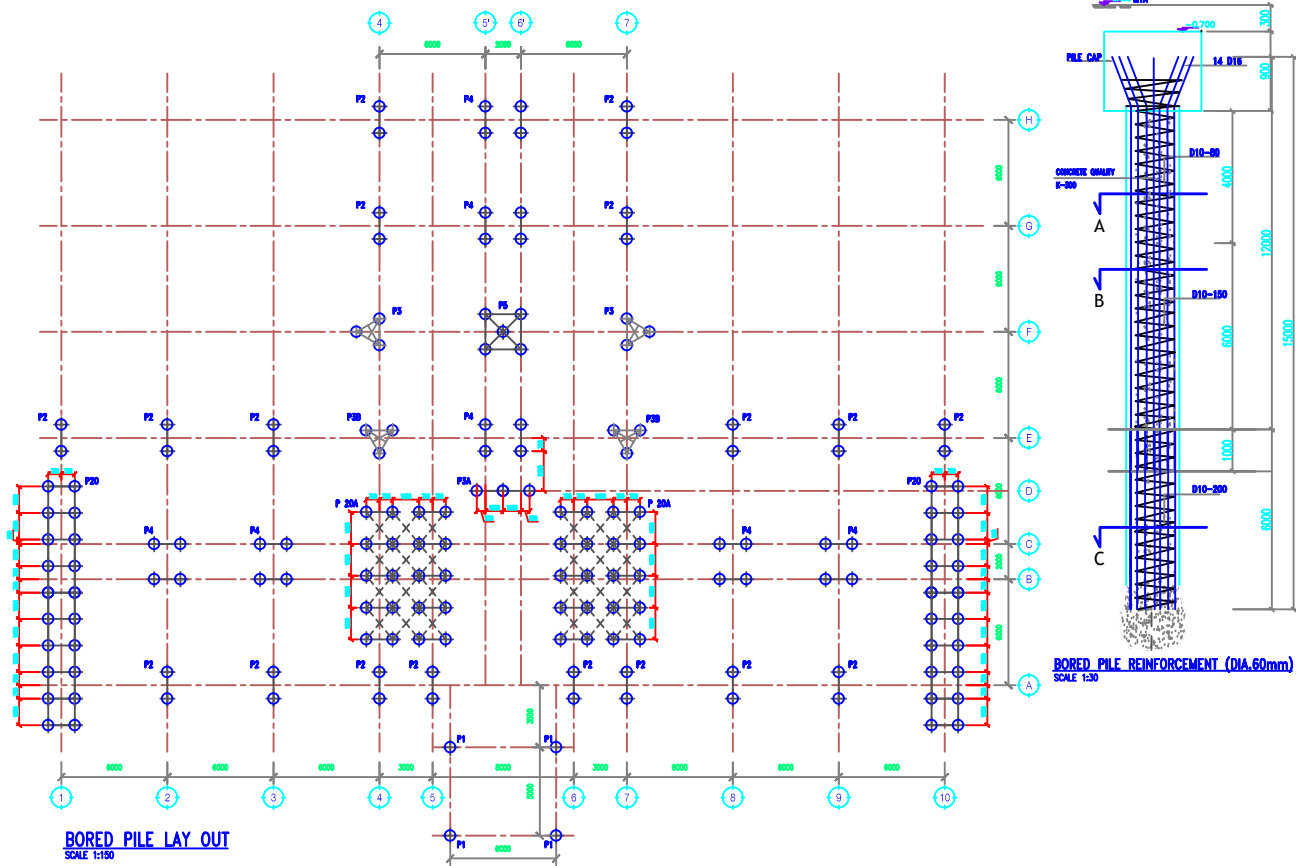
S-3

Proyek : IAIN/UIN Jambi
Lokasi : Gedung Fakultas 1 - IAIN/UIN Jambi
Tanggal : 11-06-2017
Operator :
Diperiksa :

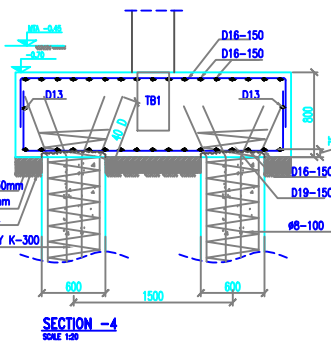
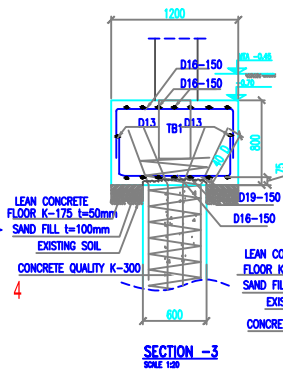
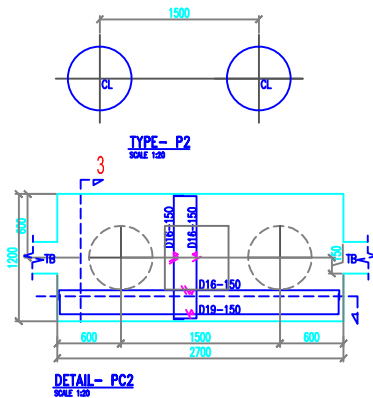
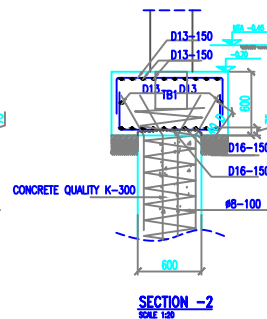
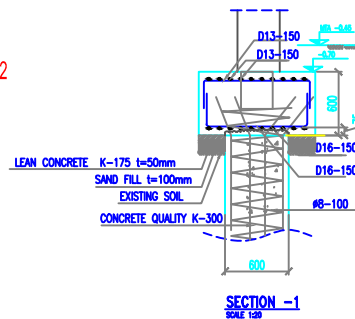
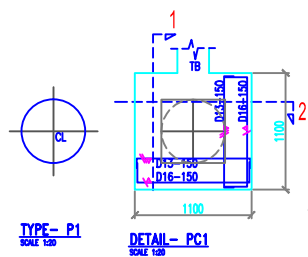
Kapasitas : 2.5 ton
MAT : meter



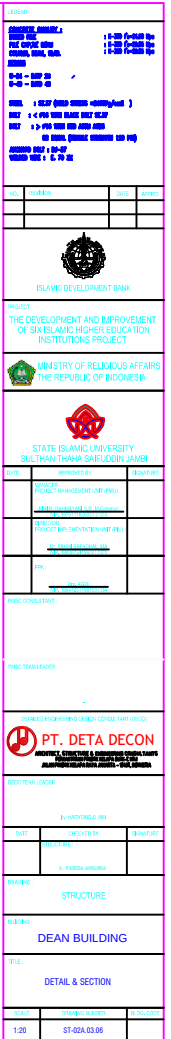
LAMPIRAN III



PROJECT INFORMATION	
PROJECT NAME	THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT
PROJECT LOCATION	STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTAN THAHIR SAIFUDDIN JAMUI
PROJECT OWNER	PT. DETA DECON
PROJECT MANAGER	PT. DETA DECON
PROJECT ENGINEER	PT. DETA DECON
PROJECT ARCHITECT	PT. DETA DECON
PROJECT STRUCTURE	STRUCTURE
PROJECT DEPARTMENT	DEAN BUILDING
PROJECT TITLE	BORED PILE LAY OUT & BORED PILE REINFORCEMENT SECTION
PROJECT DATE	ST-02A.03.01

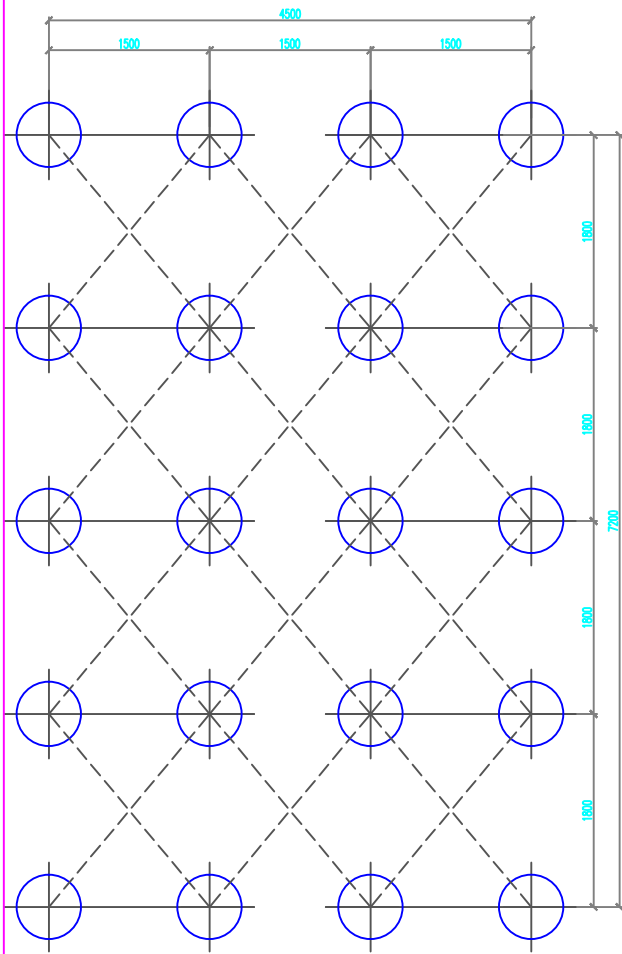


REVISION NO. 1 DATE 10/01/2023 BY: [Signature] CHECKED: [Signature] APPROVED: [Signature]	
PROJECT INFORMATION PROJECT NAME: THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT PROJECT LOCATION: MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS, THE REPUBLIC OF INDONESIA PROJECT OWNER: STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHIR SAPULEDIN JAMBI PROJECT MANAGER: [Name] PROJECT ENGINEER: [Name] PROJECT SUPERVISOR: [Name]	
DESIGN INFORMATION DESIGNER: PT. DETA DECON PROJECT NO.: [Number] SHEET NO.: [Number]	
STRUCTURE DEAN BUILDING DETAIL & SECTION	
1:20 ST-00A.03.03	

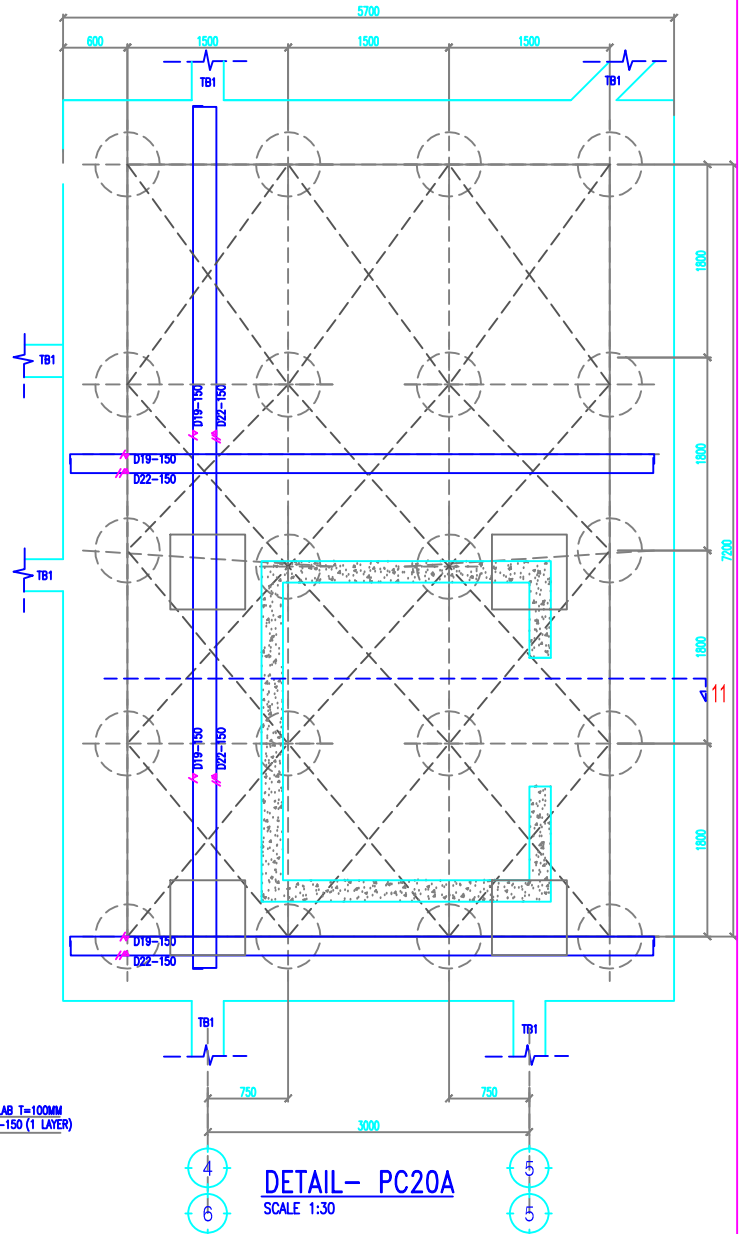


[illegible]

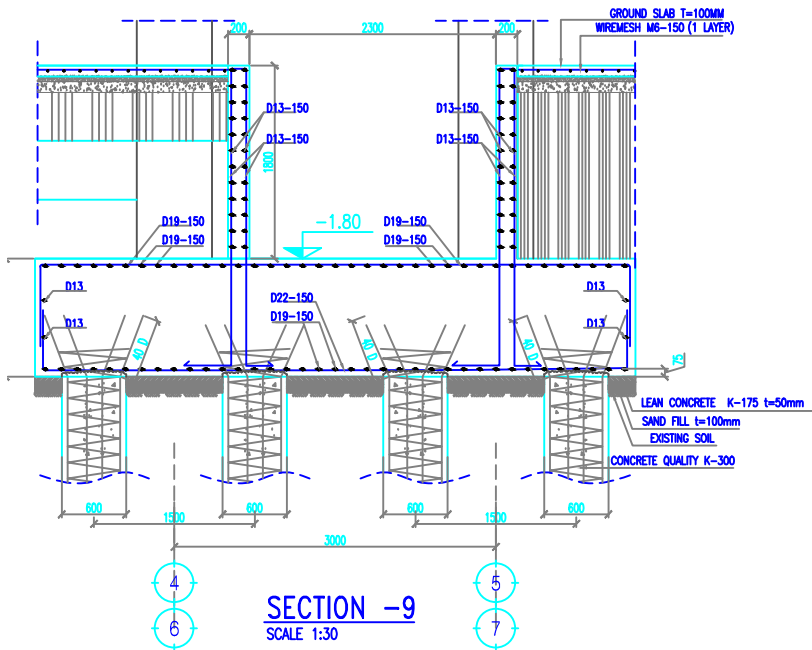
[illegible]



TYPE- P20A
SCALE 1:30

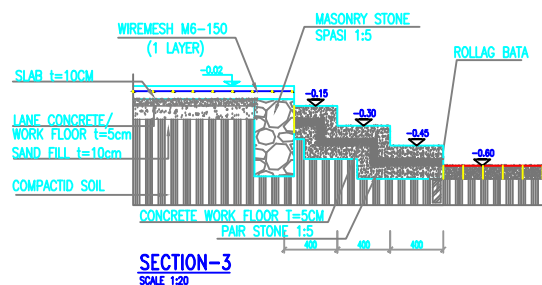
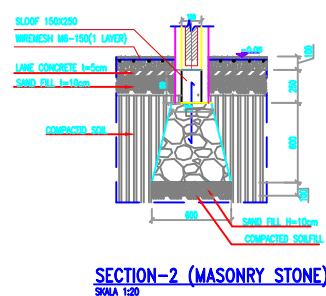
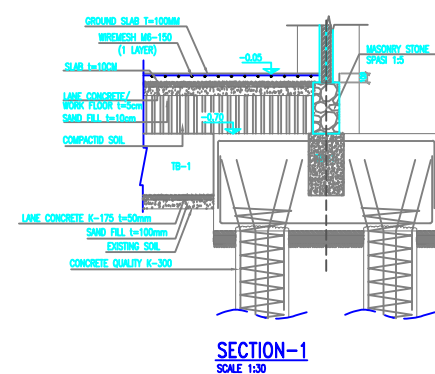


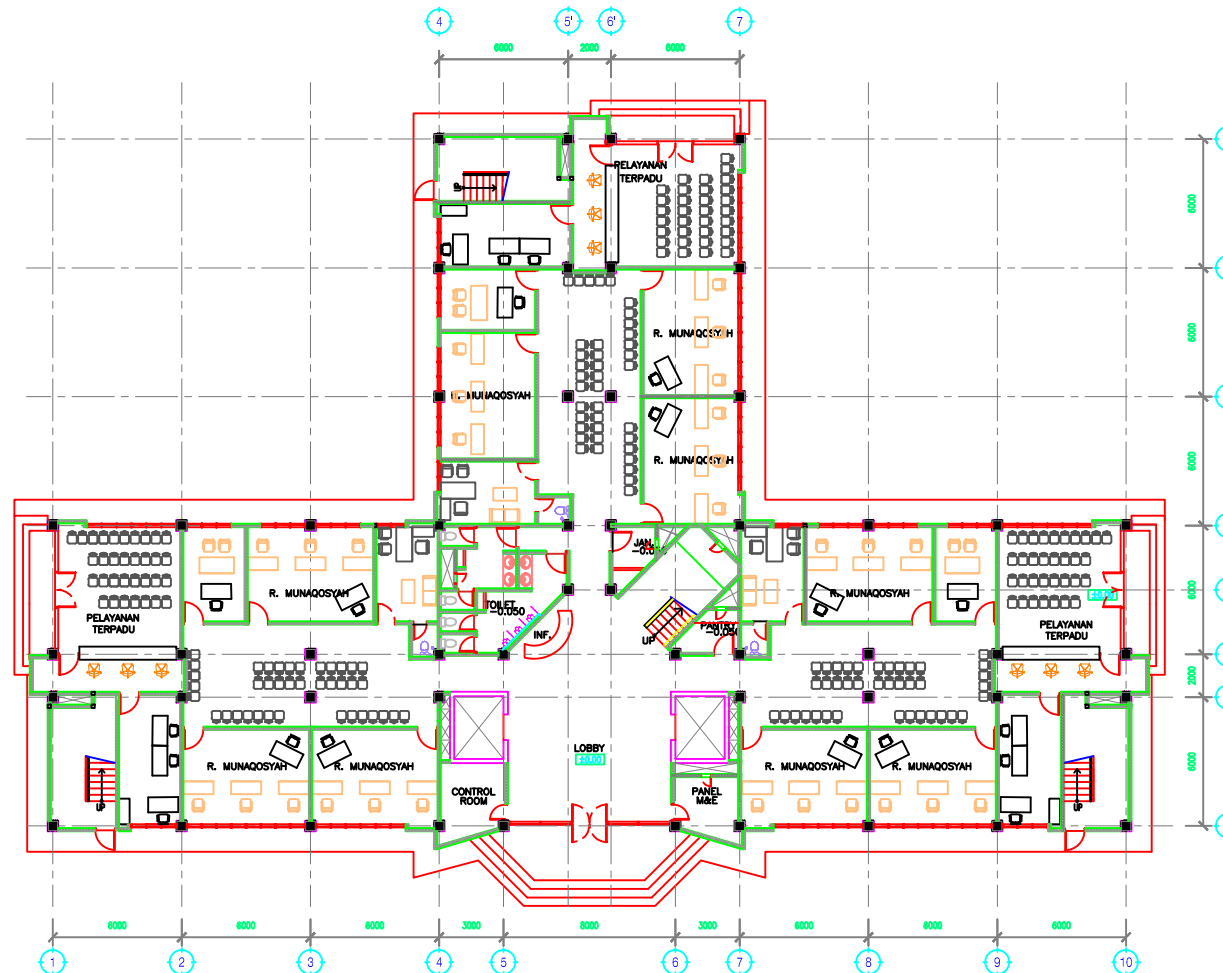
DETAIL- PC20A
SCALE 1:30



SECTION -9
SCALE 1:30

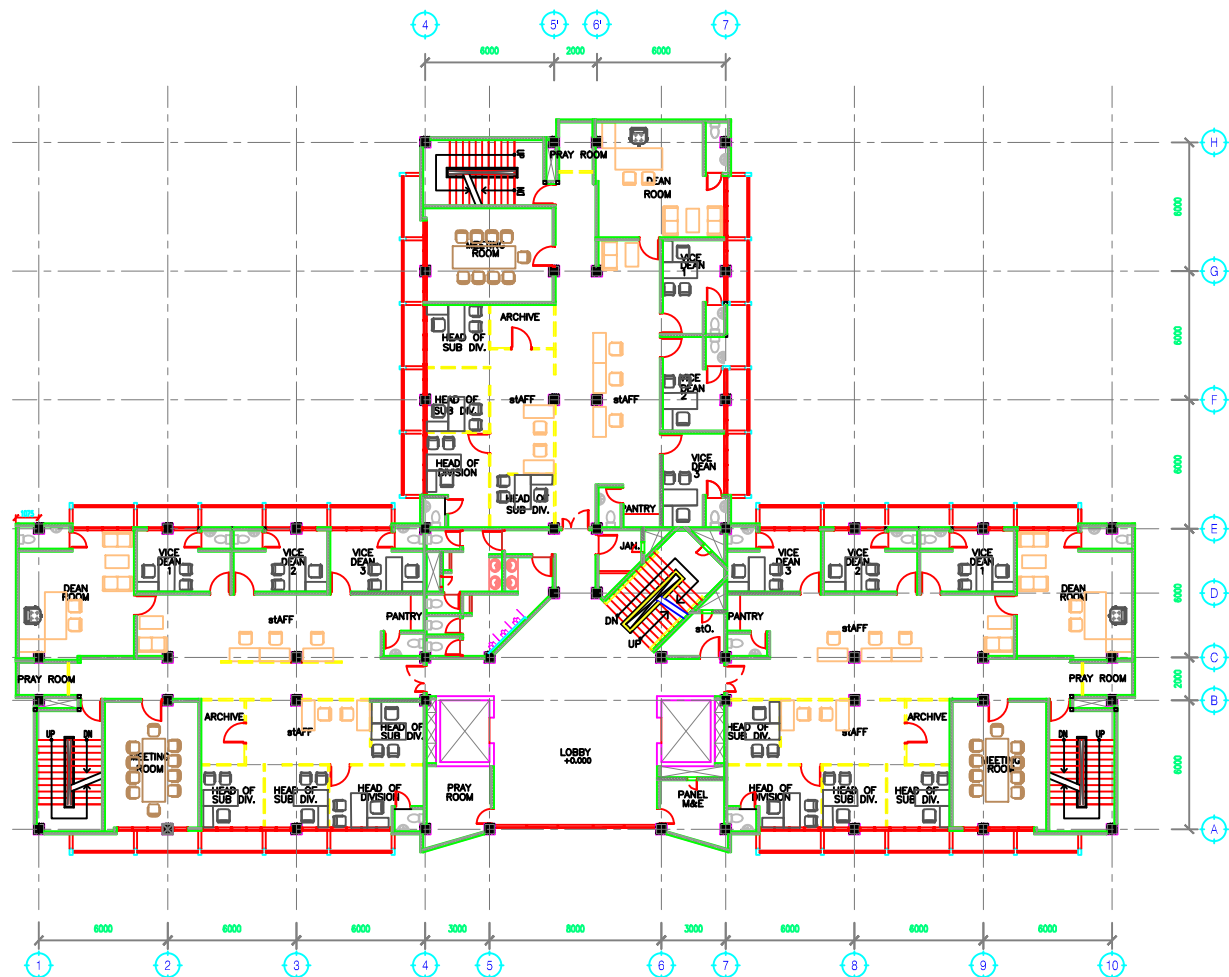
LEGEND CONCRETE QUALITY : K-175 (K-175 for 150mm slab, K-300 for 180mm slab, K-300 for 200mm slab) REINFORCEMENT : D13-150, D19-150, D22-150 WIRE MESH : M6-150 (1 LAYER) LEAN CONCRETE : K-175 t=50mm SAND FILL : t=100mm EXISTING SOIL CONCRETE QUALITY : K-300	NO. REVISION DATE APPROVED	ISLAMIC DEVELOPMENT BANK THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT	MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA	STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHSA (SAIFUDIN JAMBI)	PROJECT MANAGER PROJECT COORDINATOR PROJECT ENGINEER PROJECT ARCHITECT PROJECT STRUCTURAL ENGINEER PROJECT ELECTRICAL ENGINEER PROJECT MECHANICAL ENGINEER PROJECT CIVIL ENGINEER PROJECT LANDSCAPE ARCHITECT PROJECT ENVIRONMENTAL ENGINEER PROJECT SAFETY ENGINEER PROJECT QUALITY ENGINEER PROJECT COST ENGINEER PROJECT COMMUNICATION ENGINEER PROJECT LEGAL ENGINEER PROJECT FINANCIAL ENGINEER PROJECT HR ENGINEER PROJECT IT ENGINEER PROJECT RESEARCH ENGINEER PROJECT INNOVATION ENGINEER PROJECT SUSTAINABILITY ENGINEER PROJECT SOCIAL ENGINEER PROJECT CULTURAL ENGINEER PROJECT ARTS ENGINEER PROJECT DESIGN ENGINEER PROJECT CONSTRUCTION ENGINEER PROJECT MAINTENANCE ENGINEER PROJECT OPERATIONS ENGINEER PROJECT MANAGEMENT ENGINEER PROJECT LEADERSHIP ENGINEER PROJECT TEAMWORK ENGINEER PROJECT COLLABORATION ENGINEER PROJECT INFLUENCE ENGINEER PROJECT CHANGE ENGINEER PROJECT ADAPTATION ENGINEER PROJECT RESILIENCE ENGINEER PROJECT INNOVATION ENGINEER PROJECT SUSTAINABILITY ENGINEER PROJECT SOCIAL ENGINEER PROJECT CULTURAL ENGINEER PROJECT ARTS ENGINEER PROJECT DESIGN ENGINEER PROJECT CONSTRUCTION ENGINEER PROJECT MAINTENANCE ENGINEER PROJECT OPERATIONS ENGINEER PROJECT MANAGEMENT ENGINEER PROJECT LEADERSHIP ENGINEER PROJECT TEAMWORK ENGINEER PROJECT COLLABORATION ENGINEER PROJECT INFLUENCE ENGINEER PROJECT CHANGE ENGINEER PROJECT ADAPTATION ENGINEER PROJECT RESILIENCE ENGINEER	DATE: 12/20 SCALE: 1:30 TITLE: DETAIL & SECTION BUILDING: DEAN BUILDING DESIGNED: PT. DETA DECON STRUCTURE: DEAN BUILDING DATE: 12/20 SCALE: 1:30 TITLE: DETAIL & SECTION BUILDING: DEAN BUILDING DESIGNED: PT. DETA DECON STRUCTURE: DEAN BUILDING
---	---	---	---	--	---	---

[illegible]



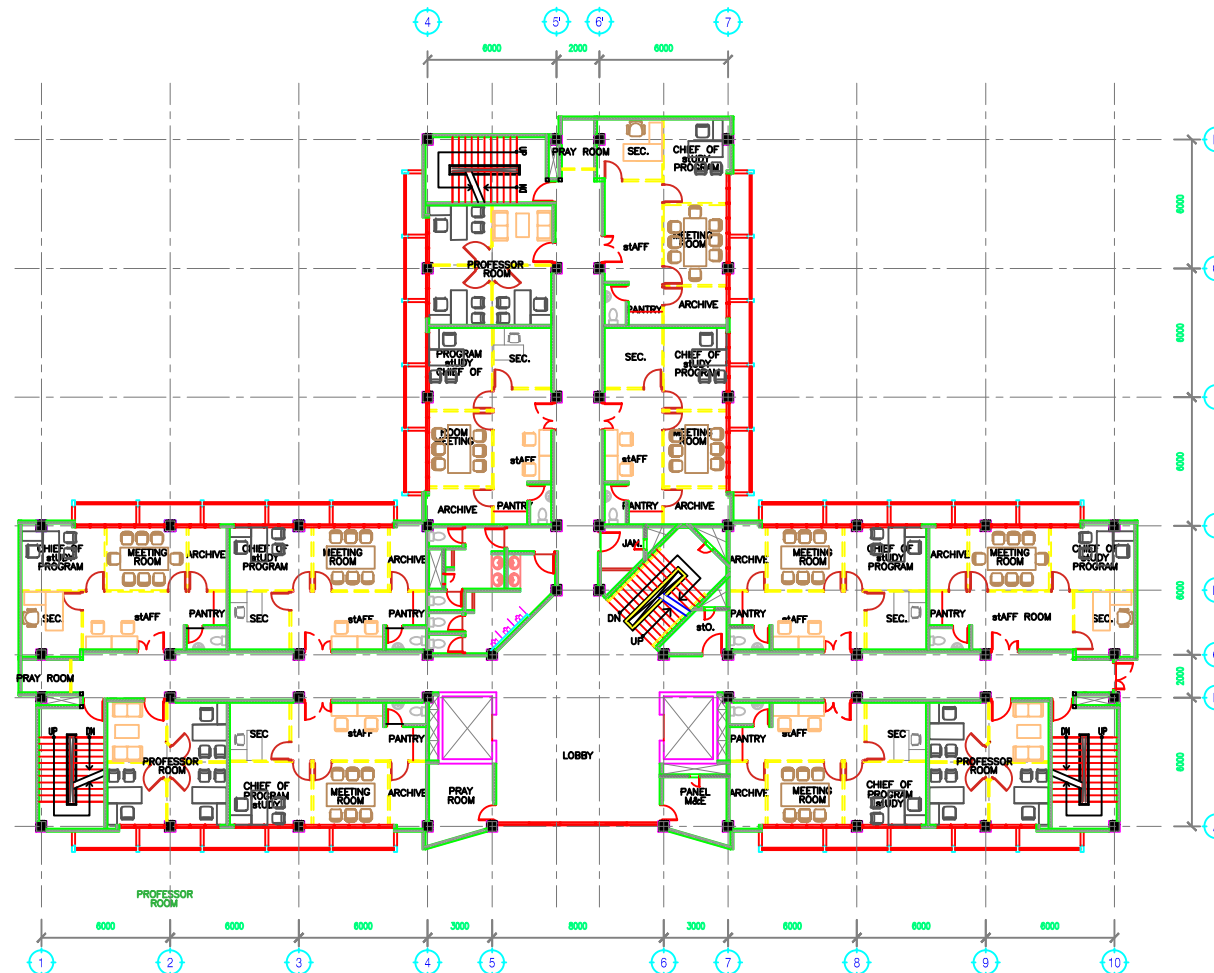
1st FLOOR PLAN
SCALE 1 : 100

LEGEND :			
NO.	REVISION	DATE	APPRO.
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY :		SIGNATURE
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
	SENIR, BAHADYON S. S. M Commuter 0812201000		



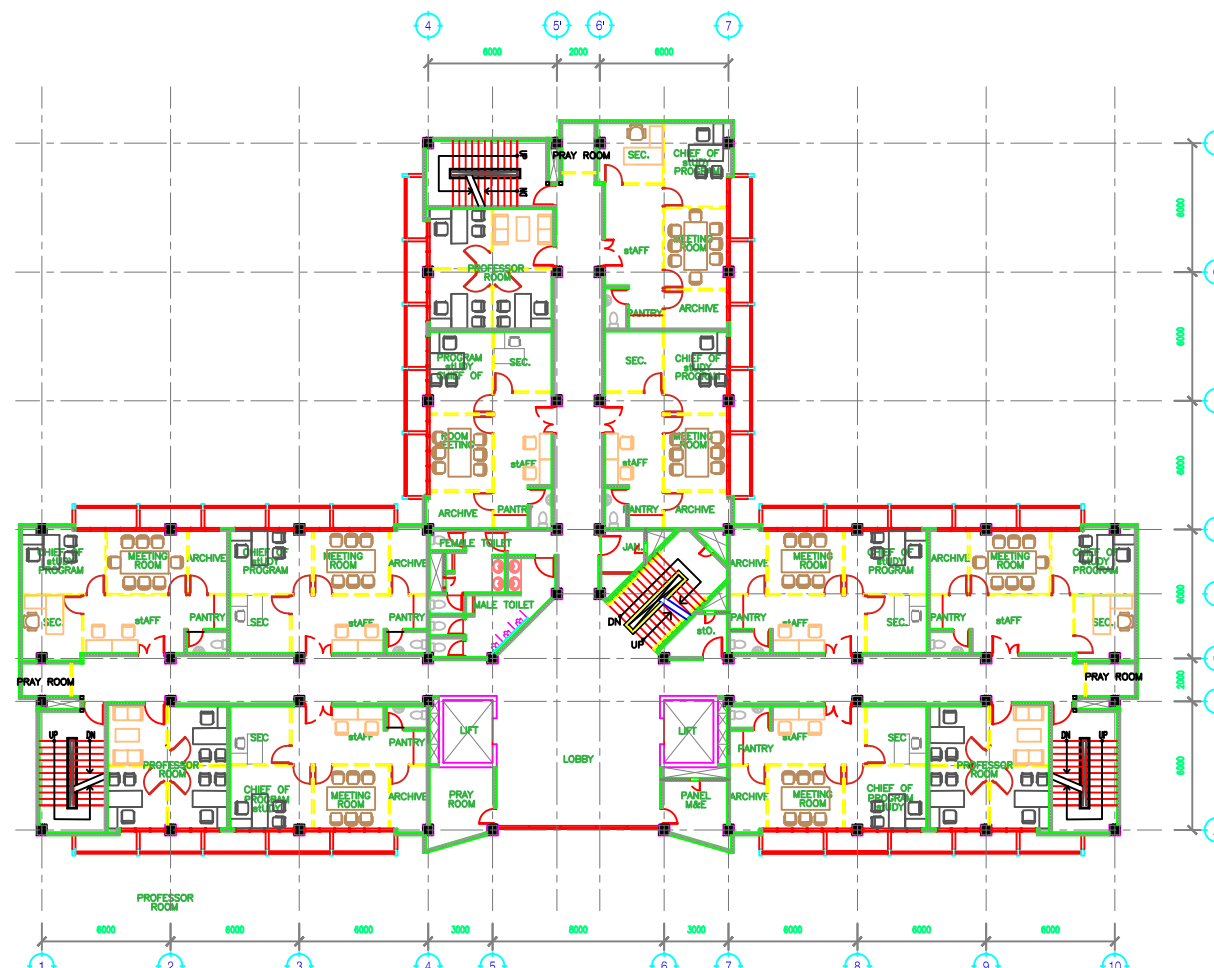
2nd FLOOR PLAN
SCALE 1 : 100

LEGEND			
NO.	REVISION	DATE	APPRO.
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT			
THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY	SIGNATURE	
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
	<u>IRMI R. RISMAYANTI S.Si, M.Computer</u> IRMI R. RISMAYANTI S.Si, M.Computer		
	DIRECTOR PROJECT IMPLEMENTATION UNIT (PIU)		
	<u>D. FALAHUDDIN, BA</u> D. FALAHUDDIN, BA		
	PIU		
	<u>Dr. AGUS</u> Dr. AGUS		
PMBC CONSULTANT			
PMBC TEAM LEADER			
DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT (DEDC)			
 PT. DETA DECON ARCHITECT, STRUCTURE & ENGINEERING CONSULTANTS JALAN PUSAK KELAPA BATA JAMBI - 3601, SUMBERA			
DEDC TEAM LEADER			
I. HARYONO S. JMY			
DATE	CHECKED BY	SIGNATURE	
	STRUCTURE		
	<u>Y. FARIDA ANGURIA</u>		
DRAWING			
STRUCTURE			
BUILDING			
DEAN BUILDING			
TITLE			
LIST OF DRAWING 1st FLOOR PLAN			
SCALE	DRAWING NUMBER	BLOCK CODE	
1:100	ST-02A.00.00		



3rd FLOOR PLAN
SCALE 1 : 100

LEGEND :			
NO.	REVISION	DATE	APPRO.
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT : THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY	SIGNATURE	
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
	<u>PMU: ISMAHATIEN S.S. M. Cusuma</u> <u>MAN. IMPLEMENTATION UNIT</u>		
	DIRECTOR PROJECT IMPLEMENTATION UNIT (PIU)		
	<u>DR. PRASETYO HARJO, M.Si</u> <u>MAN. IMPLEMENTATION UNIT</u>		
	PIU :		
	<u>DR. ADEL</u> <u>MAN. IMPLEMENTATION UNIT</u>		
PMDC CONSULTANT :			
PMDC TEAM LEADER :			
DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT (DEDC) :			
 PT. DETA DECON ARCHITECT, STRUCTURE & ENGINEERING CONSULTANTS JALAN PUSAK KELAPA BATA JAMBATANA - 35121, BOMBANA			
DEDC TEAM LEADER :			
I. HARYONO, S.TM			
DATE	CHECKED BY	SIGNATURE	
	STRUCTURE		
	<u>Y. FARIDA AMBURA</u>		
DRAWING :			
STRUCTURE			
BUILDING :			
DEAN BUILDING			
TITLE :			
LIST OF DRAWING 3st FLOOR PLAN			
SCALE :	DRAWING NUMBER :	BLOCK CODE :	
1:100	ST-02A.00.00		

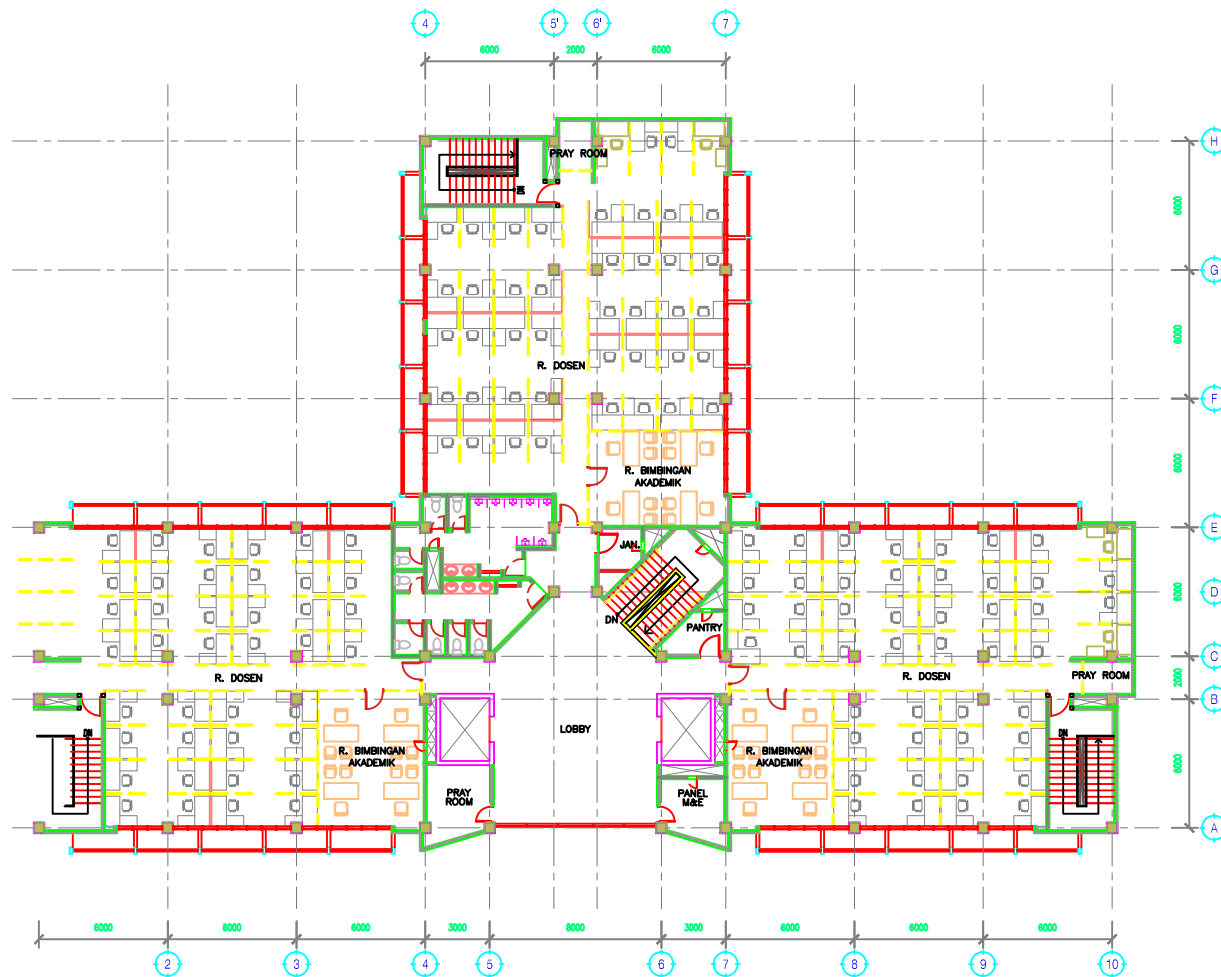


4th FLOOR PLAN
SCALE 1 : 100

LEGEND :			
NO.	REVISION	DATE	APPRO.
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY	SIGNATURE	
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
	<u> DR. R. RAHMAYANI S. S. M. Compu</u>		
	DIRECTOR PROJECT IMPLEMENTATION UNIT (PIU)		
	<u> DR. CHABERUDDIN, M.</u>		
	PMU		
	<u> Rizki Sals</u>		
PMDC CONSULTANT :			
PMDC TEAM LEADER :			
DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT (DEDC)			
 PT. DETA DECON ARCHITECT, STRUCTURE & ENGINEERING CONSULTANTS PUSAKA KELAPA BATA JAMBATANA - 35121, BUKIT BARU JALAN PUSAKA KELAPA BATA JAMBATANA - 35121, BUKIT BARU			
DEDC TEAM LEADER :			
I. HARYONO S. AM			
DATE	CREATED BY	SIGNATURE	
	STRUCTURE		
	I. FARIDA ANSURIYA		
DRAWING :			
STRUCTURE			
BUILDING :			
DEAN BUILDING			
TITLE :			
LIST OF DRAWING 4st FLOOR PLAN			
SCALE	DRAWING NUMBER	BLOCK CODE	
1:100	ST-02A.00.00		

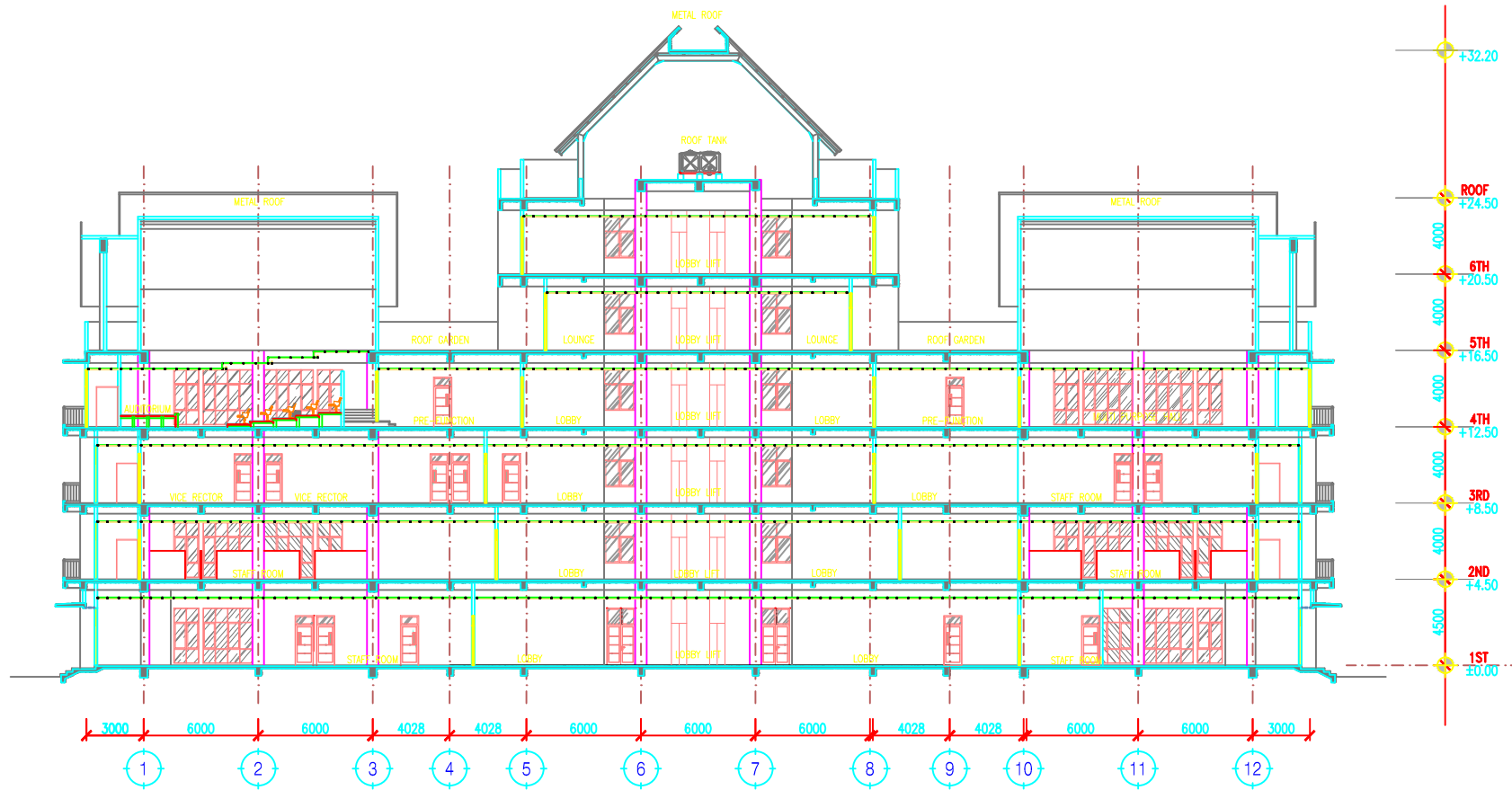


LEGEND:			
NO.	REVISION	DATE	APPROV.
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT : THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY	SIGNATURE	
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
	<u>ABDUL RAHMANOM S.S. M. Ghozali</u> DIRECTOR PROJECT IMPLEMENTATION UNIT (PIU)		
	<u>Dr. FARIDA ANSURIYA, MS</u> PIU		
	PPK :		
	<u>Dr. ABEL</u> PIU PROJECT IMPLEMENTATION UNIT		
PMSC CONSULTANT :			
PMSC TEAM LEADER :			
DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT (DEDC)			
 PT. DETA DECON ARCHITECT, STRUCTURE & ENGINEERING CONSULTANTS PUSKANTARA PRIBADI KELAPA BESIC 4 KOTA JALAN PRIBADI KELAPA BESIC JAMBEA - 35151, JAMBEA			
DEDC TEAM LEADER :			
H. HARYONO S. IM			
DATE	DESIGNED BY	SIGNATURE	
	STRUCTURE		
	H. FARIDA ANSURIYA		
DRAWING			
STRUCTURE			
BUILDING			
DEAN BUILDING			
TITLE :			
LIST OF DRAWING 5st FLOOR PLAN			
SCALE	DRAWING NUMBER	B.DWG CODE	
1:100	ST-02A.00.00		



6th FLOOR PLAN
SCALE 1 : 100

LEGEND			
NO.	REVISION	DATE	APPROVED
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY	SIGNATURE	
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
PMBC CONSULTANT			
PMBC TEAM LEADER			
DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT (DEDIC)			
 PT. DETA DECON ARCHITECT, STRUCTURE & ENGINEERING CONSULTANTS JALAN PUSAK KELAPA BATA JAMBATAN - 34121, BUKIT BARU			
DEDIC TEAM LEADER			
DATE	CHECKED BY	SIGNATURE	
	STRUCTURE		
DRAWING			
STRUCTURE			
BUILDING			
DEAN BUILDING			
TITLE			
LIST OF DRAWING 6th FLOOR PLAN			
SCALE	DRAWING NUMBER	BLOCK CODE	
1:100	ST-02A.00.00		



SECTION B - B
SKALA 1:150

LEGEND			
NO.	REVISION	DATE	APPROD.
 ISLAMIC DEVELOPMENT BANK			
PROJECT			
THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SIX ISLAMIC HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS PROJECT			
 MINISTRY OF RELIGIOUS AFFAIRS THE REPUBLIC OF INDONESIA			
 STATE ISLAMIC UNIVERSITY SULTHAN THAHA SAIFUDDIN JAMBI			
DATE	APPROVED BY	SIGNATURE	
	MANAGER PROJECT MANAGEMENT UNIT (PMU)		
	JOINT COORDINATOR SULISIL COORDINATOR PROJECT IMPLEMENTATION UNIT (PIU)		
	PIU PIU		
PMUC CONSULTANT			
PMUC TEAM LEADER			
DETAILED ENGINEERING DESIGN CONSULTANT (DEDC)			
 PT. DETA DECON ARCHITECT, STRUCTURE & ENGINEERING CONSULTANTS JALAN PUSRI KELAPA BATA JAYA - 10440 BUKIT JALAN PUSRI KELAPA BATA JAYA - 10440 BUKIT			
DEDC TEAM LEADER			
I. HARYONO, S. IM			
DATE	CHECKED BY	SIGNATURE	
	ARCHITECT		
	K. FAYANZA ZAMBI		
DRAWING			
ARCHITECTURE			
BUILDING			
RECTORATE BUILDING			
TITLE			
SECTION B-B			
SCALE	DRAWING NUMBER	BLDG CODE	
1:125	AR01-04.02		

