TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PONDASI BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI

Disusun :

RIVALDO D. BANGONANG
NIM : 14012031

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
MANADO
2018

PERENCANAAN PONDASI BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI

TUGAS AKHIR

Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Program Studi D-IV Jurusan Teknik Sipil di Politeknik Negeri Manado

Disusun :

RIVALDO D. BANGONANG
NIM : 14012031

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
MANADO
2018

HALAMAN PENGESAHAN

UJIAN SEMINAR

PERENCANAAN PONDASI BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI

Disusun :

RIVALDO D. BANGONANG
NIM : 14012031

Disetujui :

Pembimbing I

Sudarno, ST. MT
NIP. 19650116 199003 1 002

Pembimbing II

Ir. Wellem Toad, MT
NIP. 19620223 199403 1 003

Ketua Panitia Pelaksana Ujian Skripsi

Dr. Ir. Bambang Widodo, MT
NIP. 19620215 199303 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN PONDASI BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI

TUGAS AKHIR

Disusun :

Rivaldo D. Bangonang
NIM : 14012031

Telah dipertahankan dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir
Di depan Tim Penguji pada 1 Agustus 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat sebagai Sarjana Terapan

Disahkan oleh :

Pembimbing I

Sudarno, ST. MT
NIP. 19650116 199003 1 002

Pembimbing II

Ir. Wellem Toad, MT
NIP. 19620223 199403 1 003

Ketua Pelaksana Ujian Tugas Akhir,

Dr. Ir. Bambang Widodo, MT
NIP. 19620215 199303 1 002

Mengetahui :

Koordinator Program Studi

Dr. Rilya Rumbayan ,.ST. M.Eng
NIP. 19790602 200212 1 001

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Noldie Kondoj,.ST. MT
NIP. 19621112 199103 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

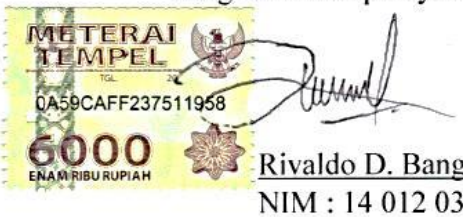
Nama	: Rivaldo Datu Bangonang
NIM	: 14 012 031
Jurusan	: Teknik Sipil
Program Studi	: D - IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir	: Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan karya ilmiah berupa Tugas Akhir ini adalah asli karya penulis, tidak ada karya/data orang lain yang telah dipublikasikan, dan bukan karya orang lain dalam rangka mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi, selain yang diacu dalam kutipan dan/ atau dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, jika dikemudian hari terbukti karya ini merupakan karya orang lain baik yang dipublikasikan maupun dalam rangka memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, saya bersedia ditindak sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku, dan siap untuk dicabut gelar akademik saya.

Manado, 31 Agustus 2018

Yang membuat pernyataan,



Rivaldo D. Bangonang

NIM : 14 012 031

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Allah Yang Maha Kuasa, karena atas bimbingan dan penyertaan-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul **'PERENCANAAN PONDASI BORED PILE DAN METODE PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAM RATULANGI"** bisa diselesaikan. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu kewajiban untuk melengkapi pendidikan Diploma – IV Jurusan Teknik Sipil Semester VIII Konstruksi Bangunan Gedung di Politeknik Negeri Manado. Tugas akhir ini adalah syarat kelulusan bagi mahasiswa tingkat akhir.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang sangat membantu. Untuk itu disampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa menyertai Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Orang Tua beserta keluarga yang selalu setia memberikan dukungan baik secara materi maupun moral.
3. Bpk. Ir. Ever Slat,.MT selaku Direktur Politeknik Negeri Manado.
4. Bpk. Noldy Kondoj,.ST.MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
5. Bpk. Sudarno,.ST.MT selaku dosen pembimbing I dan Bpk. Ir. Wellem Toad ,.MT selaku dosen pembimbing II.
6. Bpk. Pendekar Trio Lonan, ST,.MT, Bpk. Fery Sondakh, ST,.MT, dan Bpk. Vicky Assa, SST,.MT selaku dosen penguji Tugas Akhir.
7. Seluruh Staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Sipil.
8. Bpk. Ibrahim Misilu yang selalu menerima penulis beserta teman – teman lain dan menyediakan tempat untuk pembuatan Tugas Akhir ini.
9. Kak Eko yang menjadi dosen pembimbing dan motivator di luar kampus.
10. Sevina Menajang yang selalu memberi dukungan dan membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

11. Kawan – kawan seperjuangan, reza, paso, toar, katopo, luis, epy, emon, ayu, onong, yulia yang selalu membantu dalam segala hal.
12. Rekan – rekan KPPJ GMIM Bukit Sion Taas, Pnt. Jovan, vero, veren, ato, ate, cindy, gerald, ale, ka ike, ka dian, dan teman-teman pemuda lainnya yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
13. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Konstruksi Bangunan Gedung dan Teknik Konstruksi Jalan dan Jembatan angkatan 2014 yang selalu berjuang bersama dalam suka maupun duka.
14. Serta semua pihak yang telah membantu yang tak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yesus Kristus senantiasa memberikan berkat dan kasih karunia-Nya serta membalas semua kebaikan dari pihak – pihak yang telah turut serta dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Tentunya masih terdapat kekurangan maupun kesalahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Untuk itu, sangat diharapkan kritik dan saran yang dapat membangun sehingga bisa bermanfaat dalam kemajuan dunia pendidikan. Terima Kasih dan Tuhan Yesus Memberkati.

Manado, July 2018

Rivaldo Bangonang

ABSTRAK

Rivaldo Bangonang, Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi (dibimbing oleh Bapak Sudarno, ST., MT dan Bapak Ir. Wellem Toad,.MT)

Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Pondasi bored pile merupakan salah satu jenis pondasi dalam dan biasanya pada bangunan-bangunan tinggi , Pemakaian pondasi Bored Pile adalah merupakan alternatif lain, bilamana dalam pelaksanaan pembangunan berada pada suatu lokasi yang sangat sulit atau beresiko tinggi apabila mempergunakan pondasi tiang pancang (spoon pile), pondasi adalah bagian struktur paling bawah dari suatu bangunan yang tertanam di dalam lapisan tanah yang kuat dan stabil (solid) serta berfungsi sebagai penyalur beban struktur atas ke tanah.

Perhitungan berat bangunan menggunakan pemodelan 3D dari program SAP2000 dan untuk tulangan menggunakan GRASP, selain dengan software beban juga dihitung secara manual. Titik yang ditinjau adalah titik BH-6,BH-7,& BH-8. Analisa daya dukung tiang menggunakan perbandingan metode Meyerhof. Dengan menggunakan 2 jenis data tanah yaitu sondir dan SPT.

Pembangunan Fakultas teknik ini menggunakan diameter 80 cm untuk bored pile dengan kedalaman 12 m dan memiliki tulangan 23D22. Jumlah lubang bored pile di titik kolom adalah 3 lubang untuk BH-6 & BH-7, dan 2 lubang untuk BH-8. Dimensi tiap pile cap yaitu BH-6 & BH-7 berukuran 3.332m x 2.924m dan BH-8 berukuran 3.6m x 2.4m. Metode pelaksanaan yang dilaksanakan mencakup Pengukuran, Pembuatan tulangan, pengeboran, pemasangan tulangan, Pengecoran, Pembuatan pile cap.

Kata Kunci : Bored Pile,Pile Cap, Metode Pelaksanaan, Pondasi.

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Lembar Pengesahan Siap Seminar
Lembar Pengesahan Tugas Akhir
Lembar Pengesahan Keaslian Tulisan
Kata Pengantar i
Abstrak iii
Daftar Isi iv
Daftar Tabel vii
Daftar Gambar viii
Daftar Lampiran x

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Manfaat 3
1.5 Pembatasan Masalah 3
1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Uraian Umum 5
2.2 Peyelidikan Tanah 5
2.2.1 Pemboran *(Driling)* 6
2.2.2 Pengambilan Contoh Bahan Tanah *(Soil Sampling)* 6
2.2.3 Pengujian Penetrasi 6
2.3 Stuktur Bawah (Pondasi) 8
2.3.1 Pemilihan Bentuk Pondasi 8
2.4 Macam-macam Pondasi 12
2.4.1 Pondasi Dangkal 12

2.4.2 Pondasi Dalam 13
2.5 Pondasi Bored Pile (Tiang bor) 14
2.6 Daya Dukung Tanah 17
2.7 Perencanaan dan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir 19
2.7.1 Daya Dukung Ultimate Tiang.....19
2.7.2 Daya Dukung Ijin Untuk Kelompok Tiang 22
2.8 Perencanaan dan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data SPT 23
2.8.1 Daya Dukung Tunggal Berdasarkan Korelasi Alpha Tomlinson..23
2.8.2 Daya Dukung Tunggal Berdasarkan Metode Meyerhof 25
2.9 Efisiensi Kelompok Tiang 26
2.10 Perhitungan Tulangan Pondasi *Bored Pile* 26
2.11 Perhitungan Pile Cap 28
2.12 Pembebanan 31
2.12.1 Beban Mati (DL) 32
2.12.2 Beban Hidup (LL) 32
2.12.3 Beban Angin 33
2.12.4 Beban Gempa (E) 33
2.12.5 Beban Khusus 35
2.13 Metode Pelaksanaan Pondasi Bored Pile….....36

BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 40
3.2 Metode dan Jenis Penelitian 40
3.3 Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data 40
3.4 Analisis Data 40
3.5 Diagram Alir Penelitian 41

BAB IV DATA PERENCANAAN
4.1 Deskripsi Proyek 42

4.2 Data-data proyek pembangunan gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi 42
4.2.1 Data Umum 42
4.2.2 Data Khusus 43
4.2.3 Data Teknis di Lapangan 43
4.2.4 Data-data Design 44

BAB V ANALISIS/PEMBAHASAN
5.1 Perhitungan Pembebanan.....45
5.1.1 Perhitungan Pembebanan Manual 45
5.1.2 Perhitungan beban struktur atas menggunakan aplikasi SAP 2000 …..59
5.1.3 Perhitungan Dayang Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir 67
5.1.4 Perhitungan Dayang Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data SPT 73
5.1.5 Perhitungan Jumlah Tiang yang di Perlukan 77
5.1.6 Efisiensi Kelompok Tiang 78
5.1.7 Penulangan Pondasi Bored Pile 80
5.2 Perhitungan Pile Cap dan Penulangannya 89
5.3 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile di Lapangan …… 101
5.3.1 Pekerjaan Pengukuran..... 101
5.3.2 Pekerjaan Pondasi Bored Pile 102
5.3.3 Pekerjaan Galian Tanah 107
5.3.4 Pekerjaan Pile Cap 107

BAB VI PENUTUP
6.1 Kesimpulan 111
6.2 Saran 112

Daftar Pustaka.....113
Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Empirik Fb 20
Tabel 2.2 Faktor Empirik Fb 23
Tabel 2.3 koefisien reduksi beban hidup 35
Tabel 5.1 Berat setiap lantai 55
Tabel 5.2 Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x 56
Tabel 5.3 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....57
Tebal 5.4 Faktor R Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa 58
Tabel 5.5 Kategori resiko bangunan gedung dan non-gedung untuk beban gempa 58
Tabel 5.6 Faktor Keutamaan Gempa 59
Tabel 5.7 Distribusi Gaya Geser Gedung 59
Tabel 5.8 nilai qc rata-rata berdasarkan data sondir S-1 68
Tabel 5.9 nilai qc rata-rata berdasarkan data sondir S-3 70
Tabel 5.10 nilai qc rata-rata berdasarkan data sondir S-3 71
Tabel 5.11 Nilai SPT Bored Hole -6 73
Tabel 5.12 Daya dukung tekan tiang berdasarkan data SPT (Bored hole – 6).....75
Tabel 4.13 Daya dukung tekan tiang berdasarkan data SPT (Bored hole – 7).....76
Tabel 5.14 Daya dukung tekan tiang berdasarkan data SPT (Bored hole – 8).....77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sondir kapasitan 2,5 ton 8
Gambar 2.2 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi cukup dangkal 9
Gambar 2.3 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi berada sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah 10
Gambar 2.4 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi berada sekitar 20 meter di bawah permukaan tanah 10
Gambar 2.5 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi berada sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah 11
Gambar 2.6 Macam-macam tipe pondasi : (a) Pondasi memanjang, (b) Pondasi telapak, (c) Pondasi rakit, ...13
Gambar 2.7 Macam-macam tipe pondasi(d) Pondasi sumuran,(e) Pondasi tiang 14
Gambar 2.8 Jenis-jenis Bored pile 15
Gambar 2.9 Beban, penurunan, dan daya dukung maksimum pondasi 17
Gambar 2.10 Korelasi Alpha Tomlinson (2008) 25
Gambar 2.11 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun 34
Gambar 2.12 Respons spektrum gempa rencana untuk wilayah 5 34
Gambar 2.15 Gambaran secara skematik alat-alat yang digunakan untuk mengebor 38
Gambar 4.1 Lokasi proyek pembangunan gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi 43
Gambar 5.1 Tampilan awal program SAP 2000 60
Gambar 5.2 Menentukan Jumlah Grid 60
Gambar 5.3 Tampilan Sistem Grid 61
Gambar 5.4 Mengatur Grid Bangunan 61
Gambar 5.5 Tampilan Hasil Pengaturan Grid.....62
Gambar 5.6 Tampilan Define Materials 62
Gambar 5.7 Memasukkan Data Material 63

Gambar 5.8 Memilih Tipe Penampang 63
Gambar 5.9 Mengatur penampang beton 64
Gambar 5.10 Mendefinisikan Beban 64
Gambar 5.11 Menentukan perletakan 65
Gambar 5.12 Memasukkan beban 65
Gambar 5.13 Memasukkan beban mati 66
Gambar 5.14 Run Analysis 66
Gambar 5.15 Hasil berat bangunan tiap lantai 67
Gambar 5.16 Proses *setting* alat ukur Total Station di titik BM 106
Gambar 5.17 Proses pengeboran 107
Gambar 5.18 Proses perakitan tulangan bored pile 108
Gambar 5.19 Proses pemasangan tulangan bored pile ke lubang bor.....109
Gambar 5.20 Proses pemasangan tremi ke lubang bor 110
Gambar 5.21 Proses pengecoran bored pile 110
Gambar 5.22 Proses pekerjaan urugan tanah 111
Gambar 5.23 tulangan pile cap 112
Gambar 5.24 Proses pembobokan bored pile 113
Gambar 5.25 Proses pembuatan bekisting 114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sondir

Lampiran 2. Data SPT

Lampiran 3. Denah Fakultas teknik

Lampiran 4. Portal arah x dan y

Lampiran 5. Ukuran pile cap

Lampiran 6. Denah pondasi dan pile cap

Lampiran 7. Output gaya-gaya dari GRASP

Lampiran 8. Biodata

Lampiran 9. Lembar Persetujuan Siap Seminar

Lampiran 10. Lembar Asistensi Tugas Akhir

Lampiran 11. Lembar Asistensi Revisi Tugas Akhir

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya perkembangan jaman, pembangunan disemua aspek kehidupan bidang masyarakat di seluruh wilayah Indonesia dapat merata. Sesuai dengan perkembangan salah satu daerah, pembangunan infrastruktur merupakan salah satu sarana dan prasarana yang sangat menentukan untuk menunjang kelancaran dan meningkatkan aktifitas perekonomian termasuk juga factor pendidikan di daerah yang mulai berkembang.

Universitas Sam Ratulangi sebagai salah satu kampus ternama di Sulawesi Utara terus berusaha meningkatkan fasilitas pendidikan dengan membangun beberapa bangunan seperti laboratorium dan gedung kuliah untuk menunjang faktor pendidikan di Kota Manado.

Proyek pembangunan gedung kuliah Fakultas Teknik adalah salah satu dari 3 gedung yang ada di dalam kontrak proyek, gedung lain yang ada di dalam kontrak yaitu gedung Laboratorium Fakultas Teknik dan gedung kuliah Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi. Proyek ini berlokasi di jalan Kampus Kleak ini merupakan proyek yang ditangani oleh PT. Adhi Karya (Persero), Tbk dengan menggunakan berbagai macam ahli *engineer* yang meliputi *project manager*, *Project Engineering manager, project product manager,* pelaksana lapangan, logistic, admin, *accounting*. Proyek ini mendapat dana dari luar negeri yaitu dari *Islamic Development Bank (*IDB*).*

Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas *(upper structure/super structure)* ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya. Untuk tujuan itu pondasi bangunan harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban berguna dan gaya-gaya luar, seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain, dan tidak boleh terjadi penurunan pondasi setempat ataupun penurunan pondasi yang merata lebih dari batas tertentu.

Kegagalan fungsi pondasi dapat disebabkan karena*"base-shear failure"* atau penurunan yang berlebihan, dan sebagai akibatnya dapat timbul kerusakan structural pada kerangka bangunan atau kerusakan lain seperti tembok retak, lantai ubin pecah dan pintu jendela yang sukar dibuka.

Agar dapat dihindari kegagalan fungsi pondasi, maka pondasi bangunan harus di letakkan pada lapisan tanah yang cukup keras/padat serta kuat mendukung beban bangunan tanpa timbul penurunan yang berlebihan.

Untuk itu penulisan tugas akhir ini difokuskan pada Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Pondasi bored pile merupakan salah satu jenis pondasi dalam dan biasanya pada bangunan-bangunan tinggi , Pemakaian pondasi Bored Pile adalah merupakan alternatif lain, bilamana dalam pelaksanaan pembangunan berada pada suatu lokasi yang sangat sulit atau beresiko tinggi apabila mempergunakan pondasi tiang pancang (*spoon pile*).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

a. Berapakah daya dukung pondasi ?
b. Berapa besar diameter lubang bored pile ?
c. Berapakah jumlah bored pile dalam satu pile cap ?
d. Berapakah jumlah tulangan dan diameter tulangan bored pile
e. Berapakah dimensi pile cap dan tulangan pile cap ?
f. Bagaimana metode pelaksanaan yang dilakukan dalam pekerjaan pondasi bored pile ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah:

a. Mengetahui daya dukung pondasi.
b. Mengetahui diameter bored pile.
c. Mengetahui jumlah bored pile dalam satu pile cap

d. Mengetahui jumlah tulangan dan diameter tulangan bored pile
e. Mengetahui dimensi pile cap dan tulangan pile cap
f. Mengetahui metode pelaksanaan yang dilakukan dalam pekerjaan pondasi bored pile

1.4 Manfaat

Manfaat penulisan Tugas Akhir ini adalah agar supaya dapat memahami dan mengerti bagaimana cara merencanakan pondasi bored pile agar supaya bisa lebih efisien dalam kekuatan bahkan dalam biaya. Dan juga penulis maupun pembaca Tugas Akhir ini bisa mengaplikasikan pelajaran yang di dapat di bangku kuliah

1.5 Pembatasan Masalah

Untuk mempermudah dan memperjelas penulisan Tugas Akhir ini maka pembahasan dibatasi pada hal-hal berikut ini:

a. Pembebanan struktur atas di hitung menggunakan aplikasi SAP 2000
b. Struktur yang ditinjau yaitu pondasi bored pile.
c. Daya dukung pondasi
d. Jumlah bored pile dalam suatu titik
e. Jumlah tulangan dan diameter tulangan bored pile
f. Pile cap dan tulangan pile cap
g. Metode pelaksanaan pondasi bored pile
h. Penurunan tanah tidak di hitung

1.6 Sistematika Penulisan

Agar memudahkan penulisan laporan Tugas Akhir ini maka harus diperlukan sistematika penulisan ini dapat terarah dengan baik, dan disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan laporan penelitian yang pernah dilakukan para peneliti sebelumnya baik berupa skripsi, tesis, disertai atau buku-buku yang diterbitkan.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisikan metode-metode yang digunakan di dalam mengumpulkan data maupun dalam menganalisis data dalam menyelesaikan permasalahan yang dikemukakan.

BAB IV DATA PERENCANAAN/PERANCANGAN

Bab ini berisi mengenai data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan.

BAB V ANALISIS PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang pembahasan yang akan dibahas mengenai judul yang diambil.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan yang telah dibahas dan saran.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Tanah adalah dasar dari pondasi suatu bangunan. Menurut (Nakazawa, 1983) Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadan-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok/dinding penahan tanah.

Pondasi adalah bagian struktur paling bawah dari suatu bangunan yang tertanam di dalam lapisan tanah yang kuat dan stabil *(solid)* serta berfungsi sebagai penopang bangunan. Menurut (Gogot, 2011) berdasarkan elevasi kedalamannya, pondasi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu pondasi dangkal *(shallow foundations)* dan pondasi dalam *(deep foundations).*

Pondasi adalah struktur bangunan paling bawah yang berfungsi meneruskan (mendistribusi) beban bangunan ke lapisan tanah yang berada relatif dekat dengan permukaan tanah.

2.2 Peyelidikan Tanah

Agar bagunan dapat berdiri dengan stabil dan tidak timbul penurunan *(Settlement)* yang terlalu besar, maka pondasi bangunan harus mencapai lapisan tanah yang cukup padat, untuk mengetahui letak/kedalaman lapisan tanah yang padat dan kapasitas daya-dukung tanah *(bearing capacity)* yang diizinkan, maka perlu dilakukan penyelidikan tanah yang mencakup penyelidikan di lapangan (lokasi rencana bangunan baru) dan penelitian di laboratorium.

Penyelidikan lapangan yang paling umum dilaksanakan adalah :

a. Pemboran *(driling)*
b. Pengambilan contoh bahan tanah *(soil sampling)*
c. Pengujian penetrasi *(penetration test)*

2.2.1 Pemboran *(Driling)*

Pemboran merupakan bagian yang penting dari penyelidikan tanah, dari pemboran dapat diketahui lapisan-lapisan tanah di bawah lokasi rencana bangunan, dan dari lubang bor *(boreholes)* dapat diperoleh contoh-contoh tanah yang diperlukan untuk penyelidikan tanah selanjutnya di laboratorium mekanika tanah.

2.2.2 Pengambilan Contoh Bahan Tanah *(Soil Sampling)*

Pengambilan contoh bahan tanah dilaksanakan untuk mendapatkan contoh tanah tidak-terganggu *(Undisturbed soil sample)* dan contoh tanah terganggu *(disturbed soil sample)*.

a. Contoh tanah tidak terganggu

   Contoh tanah tidak terganggu adalah contoh tanah yang masih menunjukkan sifat asli (alamiah dari tanah di tempat asalnya, jadi belum mengalami perubahan struktur, kepadatan/ikatan antar butir tanah, kadar air atau susunan kimianya.

   Contoh tanah tidak terganggu sangat berguna untuk penelitian kekuatan (kuat geser dan kohesi), kompresibilitas dan permeabilitas, tiga sifat teknik yang penting untuk perencanaan fondasi.

b. Contoh tanah terganggu

   Contoh tanah terganggu adalah contoh tanah yang diambil tanpa usaha mempertahakan sifat-sifat asli tanah, dan biasanya hanya digunakan untuk penelitian/analisa distribusi ukuran butiran, batas atterberg(batas cair dan index-plastisitas), klasifikasi tanah dan pengujian pemadatan di laboratorium.

2.2.3 Pengujian Penetrasi

Pengujian penetrasi yang dilaksanakan dapat dibagi menjadi pengujian penetrasi dinamis dan pengujian penetrasi statis.

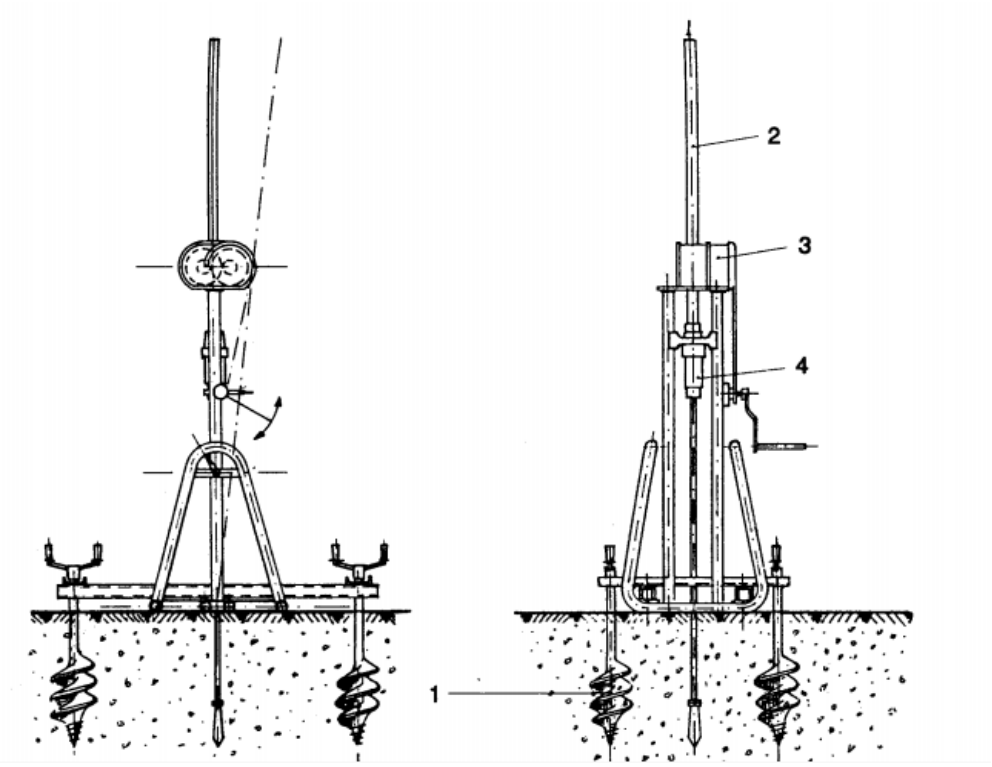
a. Pengujian Penetrasi Dinamis

Pengujian penetrasi dinamis banyak dikerjakan di Amerika Serikat dan terkenal dengan sebutan SPT *(Standard Penetraion Test)*, prinsip cara kerjanya ialah tabung silinder contoh standar *(standard split spoon sampler)* dipukul masuk ke dalam tanah dengan menggunakan alat penumbuk serberat 140 pound (63,5 kg) yang dijatuhkan dari ketinggian 30 inch (76 cm), dan dihitung banyak pukulan yang diperlukan untuk menumbuk masuk tabung silinder sedalam 1 foot (30,5 cm) yang ditentukan sebagai nilai N dengan satuan pukulan/kaki *(blows per foot)*.

Pengujian penetrasi statis sesuai digunakan di Indonesia dengan kondisi lapisan tanah pasir/lanau atau lempung lunak (soft to medium stiff), dan hasil pengujian penetrasi statis (sondir) biasany lebih tepat dibanding hasil pengujian dinamis SPT (Wesley, 1974)

b. Pengujian penetrasi statis

Pengujian penetrasi statis yang umum dilaksanakan di Indonesia dengan menggunakan alat sondir *(Dutch Static Penetrometer)*, cara kerjanya ialah ujung alat sondir yang berupa konus ditekan masuk ke dalam tanah, gaya yang digunakan untuk menekan konus sondir ke bawah diukur dengan suatu alat pengukur tekanan *(manometer-gauge)* yang menunjukkan nilai tahanan konus dalam Kg/cm^2 , nilai tahanan konus-sondir yang terbaca pada manometer menunjukkan kepadatan relatif *(relative density)* dari lapisan-lapisan tanah yang dijumpai. Pengujian penetrasi statis sesuai digunakan di Indonesia dengan kondisi lapisan tanah pasir/lanau atau lempung lunak *(soft to medium stiff*), dan hasil pengujian penetrasi statis (sondir) biasany lebih tepat dibanding hasil pengujian dinamis SPT (Wesley, 1974)



Gambar 2.1 Sondir kapasitan 2,5 ton

2.3 Stuktur Bawah (Pondasi)

Struktur bawah adalah struktur yang seluruh bagiannya berada dalam tanah atau berada di bawah permukaan tanah. Struktur bawah dari suatu bangunan terdiri atas pile cap dan pondasi namun komponen yang lebih dikenal adalah pondasi. Pondasi bertugas untuk memikul beban bangunan di atasnya. Seluruh beban dari bangunan, termasuk beban-beban yang bekerja pada bangunan dan berat pondasi sendiri, harus dipindahkan atau diteruskan oleh pondasi ke tanah dasar.

2.3.1 Pemilihan Bentuk Pondasi

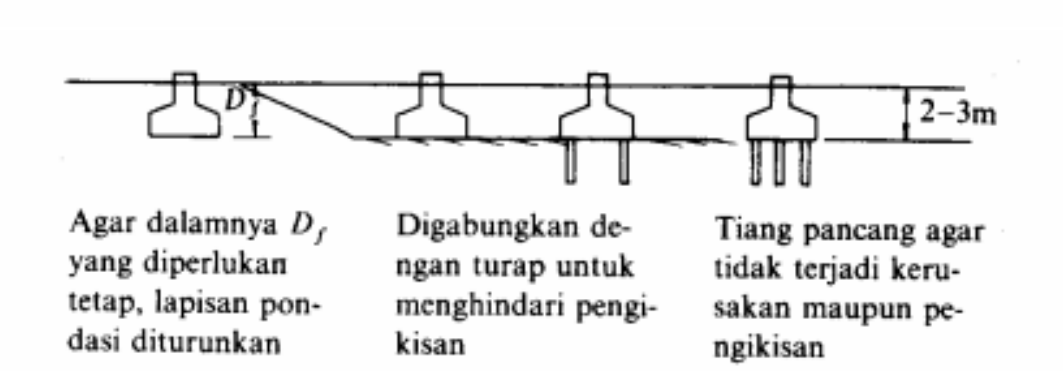
Ada berbagai jenis bentuk pondasi yang ada di dunia. Menurut (Nakazawa, 1983) Untuk memilih pondasi yang memadai, perlu diperhatikan apakah pondasi itu cocok untuk berbagai keadaan di lapangan dan apakah pondasi itu memungkinkan untuk diselesaikan secara ekonomis sesuai dengan jadwal

kerjanya. Bila keadaan tersebut ikut dipertimbangkan dalam menentukan macam pondasi, hal-hal berikut ini perlu dipertimbangkan :

a. Keadaan tanah pondasi
b. Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya (*superstructure)*
c. Batasan-batasan dari sekelilingnya
d. Waktu dan biaya pekerjaan.

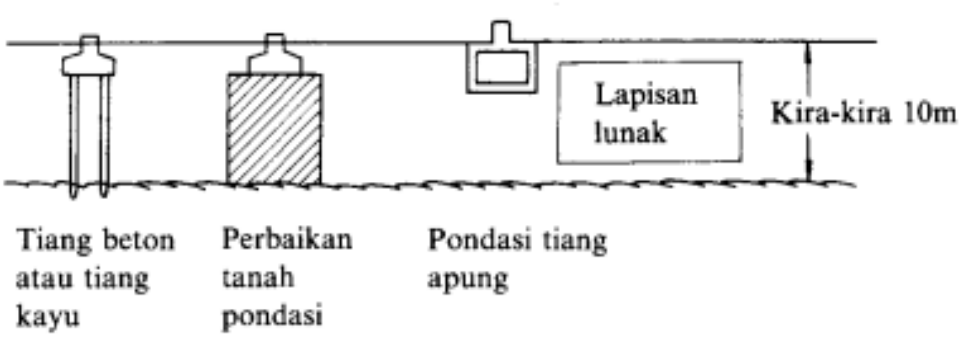
Dari hal-hal di atas, jelas bahwa keadaan tanah pondasi merupakan keadaan yang paling penting karena keadaan tanah pondasi menentukan kekuatan pondasi. Berikut ini diuraikan jenis-jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah yang bersangkutan.

a. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah (gambar 2.2) dalam hal ini pondasinya adalah telapak (*spread foundation).*



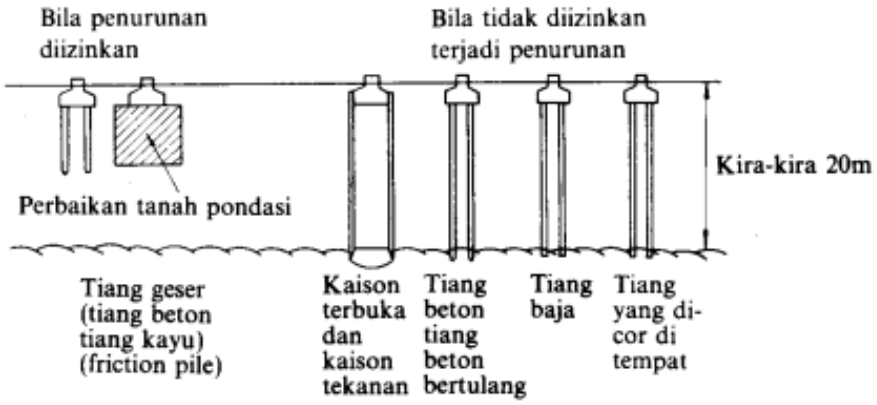
Gambar 2.2 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi cukup dangkal

b. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah : Dalam hal ini, dipakai pondasi tiang atau pondasi tiang apung (*floating pile foundation*) untuk memperbaiki tanah pondasi, seperti yang terlihat dalam Gambar 2.3. Jika memakai tiang, maka tiang baja atau tiang beton yang dicor di tempat (*cast it place*) kurang ekonomis, karena tiang-tiang tersebut kurang panjang.



Gambar 2.3 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi berada sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah

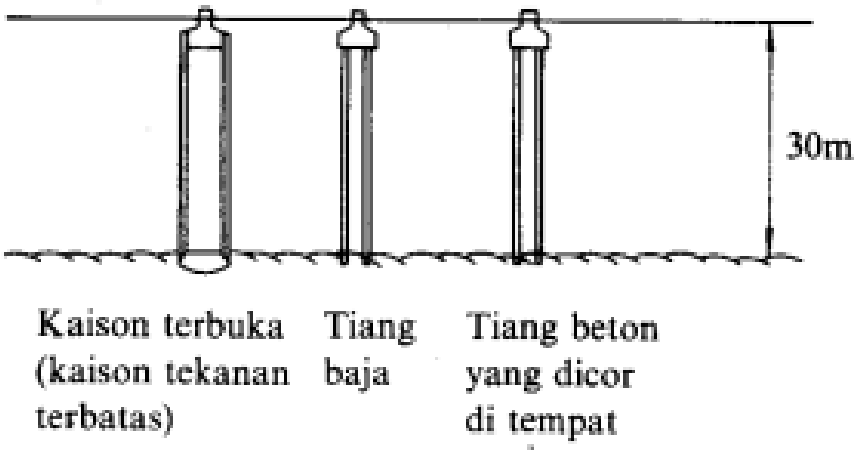
c. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 20 meter di bawah permukaan tanah : Dalam hal ini, tergantung dari penurunan (*Settlement*) yang diizinkan, dapat dipakai jenis pondasi seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.4. Apabila tidak boleh terjadi penurunan, biasanya digunakan pondasi tiang pancang (*pile driven foundation*). Tetapi bila terdapat batu besar(*cobble stones*) pada lapisan antara, pemakaian kaison lebih menguntungkan.



Gambar 2.4 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi berada sekitar 20 meter di bawah permukaan tanah

d. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah : Biasanya dipakai kaison terbuka, tiang baja atau

tiang yang dicor di tempat. Seperti di perlihatkan dalam Gambar 2.5. tetapi apabila tekanan atmosfir yang bekerja ternyata kurang dari 3 kg/cm^2 digunakan juga kaison tekanan.



Gambar 2.5 Contoh-contoh pondasi bila lapisan pendukung pondasi berada sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah

e. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter di bawah permukaan tanah : Dalam hal ini, yang paling baik adalah tiang baja dan tiang bor beton yang dicor di tempat.

Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya pada (b) juga penting. Haruslah diamati pula kondisi beban (besar, penyebaran, arah dll), sifat dinamis bangunan atas (statis tertentu atau statis tak tertentu), kekakuan dan sebagainya), kegunaan dan kepentingan bangunan atas, kesulitan pemeliharaan dan bahan-bahan untuk bangunan. Misalnya penurunan pondasi jenis pondasi yang akan dipakai tergantung kepada, apakah sifat bangunan itu mengizinkan atau tidak, terjadinya penurunan pondasi. Apabila jenis struktur bangunan di atasnya telah ditetapka, maka sukit sekali memilih pondasi yang ekonomis.

Ditinjau dari segi pelaksanaan, ada beberapa keadaan dimana kondisi lingkungan pada (c) tidak memungkinkan adanya pekerjaan yang baik yang sesuai dengan kondisi yang diasumsikan dalam perencanaan, bahkan meskinpun macam pondasi yang sesuai telah dipilih, dengan perencanaan yang memadai serta

struktur pondasi yang telah dipilih itu dilengkapi dengan pertimbangan mengenai kondisi tanah pondasi dan batasan-batasan struktur. Khusunya bila pekerjaan-pekerjaan konstuksi dalam kota menjadi begitu aktif, ada beberapa keadaan dimana metode konstruksi tertentu kadang-kadang dilarang, ditinjau dari sudut gangguan umum. Oleh karenanya, usahakan dengan cara apapun untuk memasukkan kondisi lingkungan ke dalam pertimbangan, mulai dari saat pemilihan tanah pondasi.

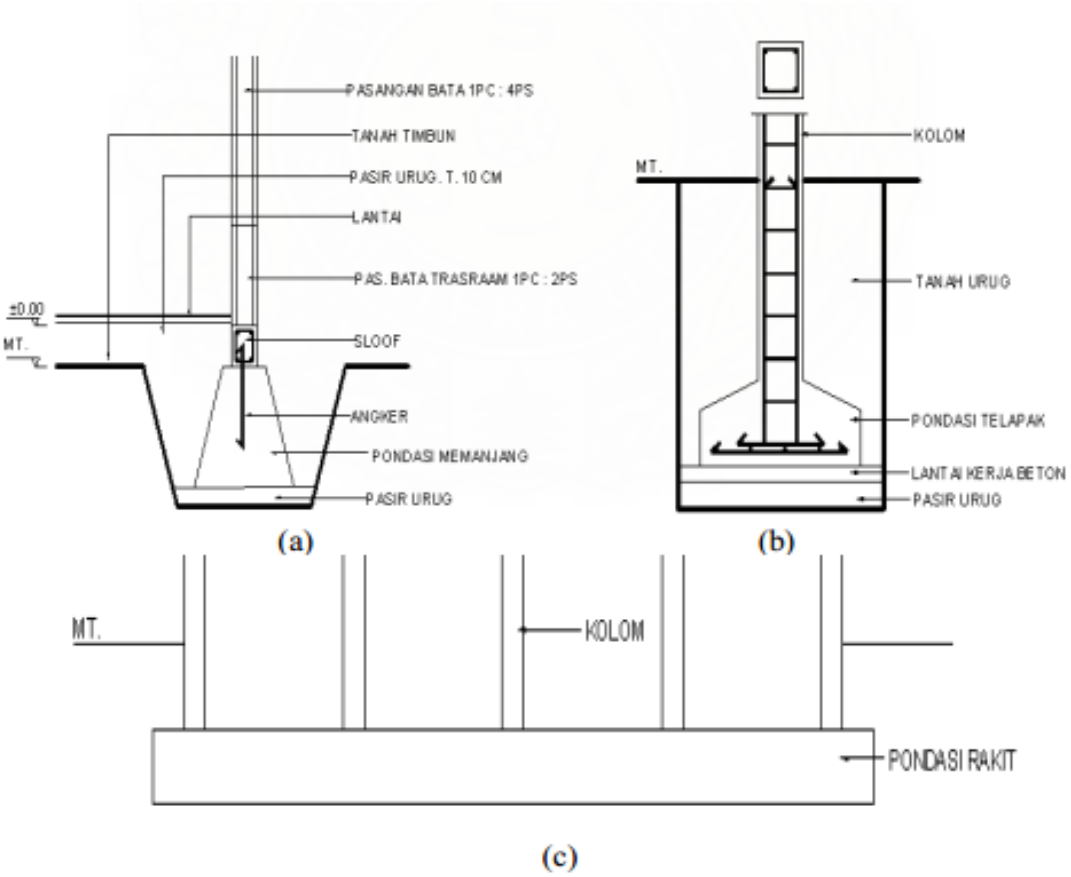
2.4 Macam-macam Pondasi

Secara umum jenis-jenis struktur bawah (pondasi) di pisah menjadi 2 bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam

2.4.1 Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung seperti :

a. Pondasi telapak yaitu pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom (Gambar 2.5b).
b. Pondasi memanjang yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lainnya (Gambar 2.5a).
c. Pondasi rakit (*raft foundation*) yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondsi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya (Gambar 2.5c).



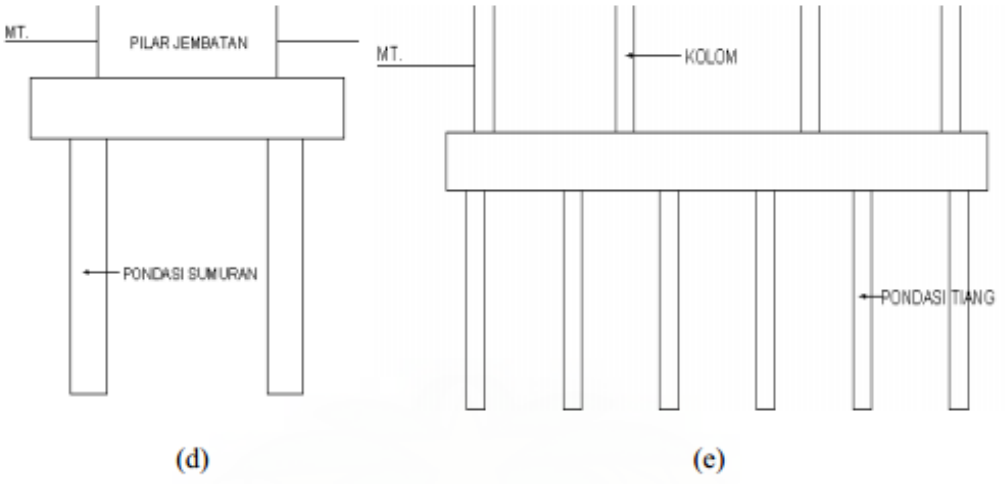
Gambar 2.6 Macam-macam tipe pondasi : (a) Pondasi memanjang, (b) Pondasi telapak, (c) Pondasi rakit,

2.4.2 Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan, seperti:

a. Pondasi sumuran (pier foundation) yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang (Gambar 2.7d), digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman (Df) dibagi lebarnya (B) lebih besar 4 sedangkan pondasi dangkal Df/B≤ 1.
b. Pondasi tiang (*pile foundation*), digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam (Gambar 2.7e).

Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran (Bowles, 1991).



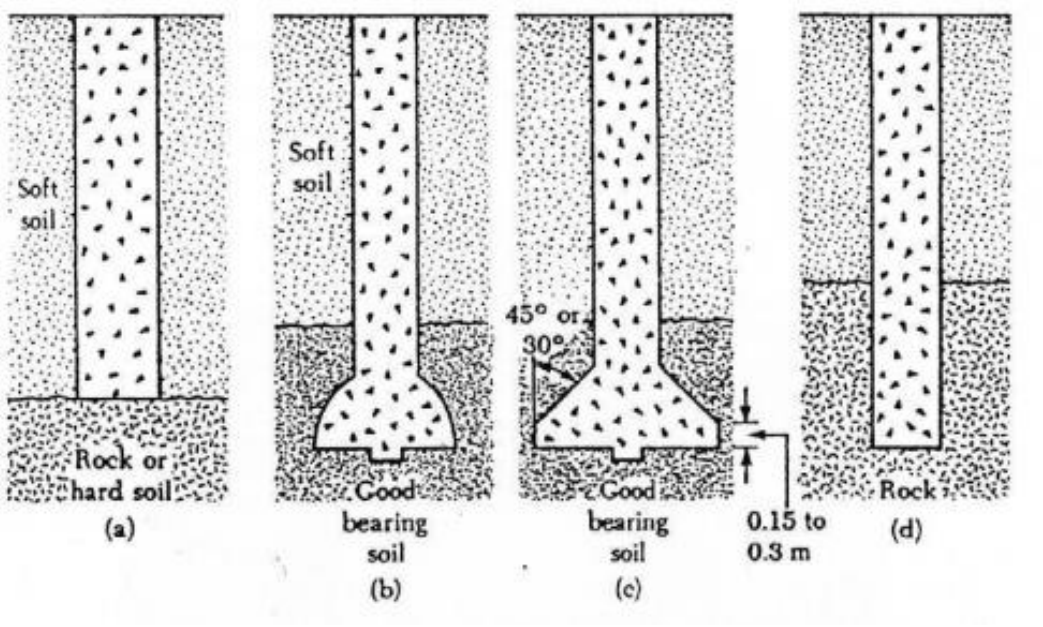
Gambar 2.7 Macam-macam tipe pondasi (d) Pondasi sumuran, (e) Pondasi tiang

2.5 Pondasi Bored Pile (Tiang bor)

Pondasi bored pile adalah salah satu contoh dari pondasi tiang. Contoh lain pondasi tiang adalah pondasi tiang pancang. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan mesin bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi (*chasing*) dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang (Gambar 2.8).

Ada berbagai jenis pondasi bored pile yaitu :

a. Bored pile lurus untuk tanah keras,
b. Bored pile yang ujungnya diperbesar berbentuk bel,
c. Bored pile yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium;
d. Bored pile lurus untuk tanah berbatu-batuan.



Gambar 2.8 Jenis-jenis Bored pile

Ada beberapa alasan digunakannya pondasi bored pile dalam konstruksi :

a. Bored pile tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap.
b. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
c. Bored pile dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjutnya.
d. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada di dekatnya, tetapi dengan penggunaaan pondasi bored pile hal ini dapat dicegah.
e. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi bored pile.
f. Selama pelaksanaan pondasi bored pile tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang.
g. Karena dasar dari pondasi bored pile dapat diperbesar, hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas.

h. Permukaan diatas dimana dasar bored pile didirikan dapat diperiksa secara langsung.
i. Pondasi bored pile mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.

Beberapa kelemahan dari pondasi bored pile :

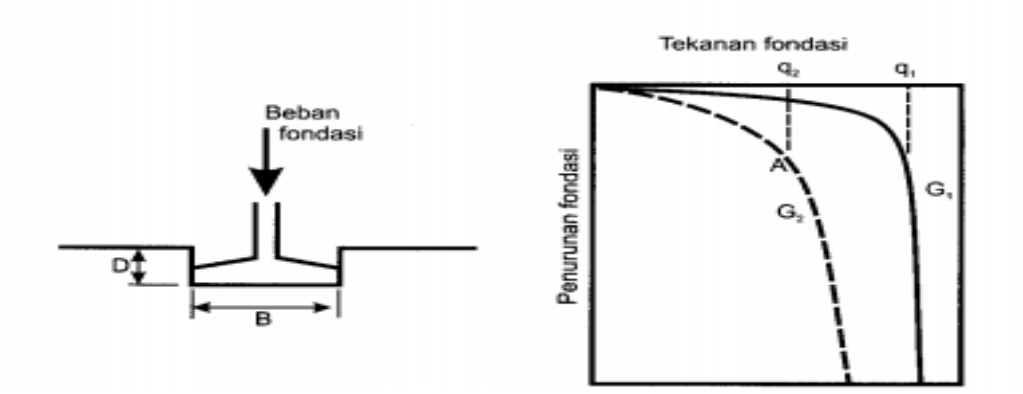
a. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan cara menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan atau memasang tenda sebagai penutup.
b. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor.
c. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik maka diatasi dengan cara ujung pipa tremieberjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi.
d. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali kedalam kolam air.
e. Akan terjadi tanah runtuh (ground loss) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.
f. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton danmaterial, untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biayanya sangat melonjak maka ukuran tiang bored pile disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan.
g. Walaupun peneterasi sampai ke tanah pendukung pondasi dianggap telahterpenuhi, kadang-kadang terjadi bahwa tiang pendukung kurang sempurna karena adanya lumpur yang tertimbun di dasar, maka dipasang pipa paralon pada tulangan bored pile untuk pekerjaan base grouting.

2.6 Daya Dukung Tanah

Untuk merencanakan pondasi gedung atau bangunan lain, ada dua hal yang harus diperhatikan, yaitu :

a. Daya dukung tanah, yaitu kemampuan tanah menahan beban dari pondasi. Ini bergantung pada kekuatan geser tanah.
b. Penurunan yang mungkin terjadi pada pondasi. Ini tidak bergantung pada kekuatan geser tanah.

   Menurut wesley (2010), Jika beban pada pondasi pada permukaan tanah dinaikkan perlahan-lahan secara teratur, maka akan terjadi penurunan seperti di perlihatkan pada Gambar 2.9. Dalam kasus tanah keras atau padat, seperti tanah berbutir kasa, garis deformasiakan seperti G_1 pada gambar. Akan tetapi, kalau tanah agak lunak, seperti lempung, grafik akan lebih mendekati G_2. Dengan grafik seperti G_1, jelas ada batas terhadap beban yang dapat ditahan oleh pondasi. Beban ini di sebut beban keruntuhan atau daya dukung maksimum, *q (ultimate)* dari tanah. Kalau grafik seperti garis G_2,beban keruntuhan kurang jelas. Umumnya dalam kasus ini beban maksimum ditentukan pada titik dimana kurva paling cekung, yaitu titik A.



Gambar 2.9 Beban, penurunan, dan daya dukung maksimum pondasi

Mekanisme keruntuhan pondasi pada permukaan tanah dapat ditentukan secara teoritis dengan mempergunakan teori plastisitas. Tanah dianggap sebagai bahan plastis, dengan kekuatan geser yang terdiri atas dua bagian, yaitu bagian

konstan bersifat kohesi dan bagian gesekan yang nilainya sebanding dengan nilai tegangan normal.

Daya dukung tiang secara umum terdiri atas dua bagian dapat diekspresikan sebagai berikut :

$$Q = q\,A + f_s\,A_s$$

Dimana : Q = daya dukung ultimate (Maksimum)

A = luas penampang ujung tiang

A_s = luas permukaan ting di dalam tanah

q = tahanan maksimum (puncak) pada ujung

f_s = tahanan gesekan maksimum (skin friction) per satuan luas permukaan tiang

Penentuan daya dukung tiang, pada hakikatnya adalah usaha untuk mengetahui nilai q dan f_s. Ada berbagai cara untuk menentukan nilai parameter ini, seperti yang akan dijelaskan pada bagian berikut :

Pemakaian teori daya dukung,dengan rumus : $q = c\,N_c + \gamma\,D\,N_q + \frac{1}{2}\,\gamma\,B\,N_\gamma$

dapat dipakai untuk menghitung tahanan ujung tiang, tetapi tidak membantu menentukan nilai tahanan gesekan. Pada tiang didalam lempung rumus ini memberikan hasil yang dapat dipercaya, tetapi tidak demikian dengan pasir. Mekanisme pengerahan daya dukung tiang bor pasir agak tidak jelas. Pertama, rumus ini menghasilkan nilai $\gamma D N_q$ yang sangat tinggi. Misalnya, jika $\phi' = 40^o$, γ = 20 kN/m^3, D = 10m, N_q = sekitar 100, sehingga $\gamma D N_q$ = 20 Mpa. Nilai ini sangat tinggi, kedua, uji pembebanan tiang di lapangan menunjukkan bahwa tahanan ujung tidak sesuai dengan ramalan rumus ini. Kenaikan tahanan ujung terhadap kedalaman jauh lebih kecil daripada nilai menurut rumus, dan juga mencapai nilai puncak yang tetap pada kedalaman sekitar $L \geq 10B$. Oleh karena itulah teori daya dukung ini jarang digunakan untuk menentukan daya dukung tiang di dalam pasir.

Adapun daya dukung di dalam tanah lempung. Daya dukung di dalam tanah lempung umumnya ditentukan dengan memakai kekuatan geser tak terdrainasi. Dengan cara ini persamaan : $Q = q\,A + f_s\,A_s$ dapat di tulis :

$$Q = N_c \; s_M \; A + \alpha \, s_u \, A_s$$

Dimana : N_c = faktor daya dukung pada ujung

s_u = kekuatan geser tak terdrainasi lempung

α = Faktor reduksi (rasio tahanan gesekan terhadap kekuatan geser tak terdranasi)

2.7 Perencanaan dan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperan dari geoteknik. CPT atau sondir merupakan tes yang cepat, sederhana, ekonomis, dan tes sondir dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah dasar. CPT atau sondir dapat juga mengklasifikasikan lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang, data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing* capacity) tiang sebelum pembanguan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari pondasi tiang.

Untuk Perencanaan pondasi perhitungan daya dukung tiang berdasarkan data hasil pengujian sondir dihitung dengan menggunakan metode ***Aoki dan De Alencer***.

2.7.1 Daya Dukung Ultimate Tiang

Dalam menentukan daya dukung ultimit tiang menggunakan data sondir, menggunakan perbandingan 2 persamaan, yaitu menggunakan metode Aoki dan De Alencer dan metode Meyerhoff.

2.7.1.1 Daya Dukung Ultimate Tiang

Untuk daya dukung ultimate pondasi tiang menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

Qu = *Q*b + *Q*s

Qb = q . Ap

Qs = A . Fs

Dimana :

Qu = Kapasitas daya dukung tiang (kg)

Qb = Kapasitas daya dukung ujung tiang (kg)

Qs = Kapasitas daya dukung gesekan tiang (kg)

qb = Tahanan ujung sondir (kg/cm)

Ap = Luas penampang tiang (cm)

As = Luas selimut tiang (cm^2)

Fs = Tahanan gesekan tiang berdasarkan data sondir (kg)

Aoki dan De Alencer mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimate dari data sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (qb) diperoleh sebagai berikut:

$$qb \frac{qca\ (base)}{Fb}$$

Dimana :

qc(base) = perlawanan konus rata-rata 1,5 D di atas ujung tiang sampai 1,5 D di bawah ujung tiang

Tabel 2.1 Faktor Empirik Fb

Tipe Tiang Pancang	Fb
Bored Pile	3,5
Baja	1,75
Beton Praktekan	1,75

Untuk kapasitas daya dukung selimut tiang (Qs), didapat dari perkalian antara :

As = π *x* diameter tiang ***x*** tinggi tiang

Fs = 0,012 . *qs*

Dimana :

qs = nilai rata-rata hambatan pelekat konus

besarnya beban yang bekerja atau kapasitas ijin tiang bor dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan maka nilai ultimate *(Qu)* dibagi dengan faktor keamanan yang sesuai. Variasi faktor keamanan yang digunakan untuk pondasi tiang bor maupun tiang pancang sangat tergantung pada jenis tanah yang ditentukan berdasarkan data laboratorium yaitu :

a. Untuk dasar tiang bor yang dibesarkan dengan diameter D < 2 m, maka :

$$Qa = \frac{Qu}{2,5}$$

b. Untuk dasar tiang bor tanpa pembesaran dibawah, maka :

$$Qa = \frac{Qu}{2}$$

c. Untuk tiang bor dengan diameter lebih dari 2 meter, kapasitas tiang bor perlu dievaluasi dengan pertimbangan terhadap penurunan tiang.

2.7.1.2 Metode Meyerhoff

Untuk daya dukung ultimate pondasi tiang menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

Qu = (*q* . Ap) + (JHL . K11)

Dimana :

Qu = Kapasitas daya dukung ultimate tiang

Qc = Tahanan ujung sondir

Ap = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K11 = keliling tiang

Adapun daya dukung ijin pondasi menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

$$\mathbf{Qa} = \frac{(qc.Ap)}{3} + \frac{(JHL.K11}{5}$$

2.7.2 Daya Dukung Ijin Untuk Kelompok Tiang

Jarang terjadi bahwa suatu bangunan hanya cukup menggunakan sebuah tiang tunggal, biasanya tiang dipasan dalam kelompok seperti misalnya dalam hal tiang-tiang yang menyangga suatu bangunan, maka biasanya suatu pondasi merupakan kelompok yang terdiri lebih dari satu tiang. Kelompok tiang ini secara bersama-sama memikul beban tersebut.

Daya dukung sebuah tiang dalam kelompok adalah sama dengan daya dukung tiang tersebut dikalikan faktor efisiensi :

Qpg = Eg . n . Qu

Dimana :

Qpg = daya dukung yang diijinkan untuk kelompok tiang (ton)

Eg = Efisiensi kelompok tiang

n = jumlah tiang

Qu = daya dukung ultimate untuk tiang tunggal (kg)

- Menghitung efisiensi dari sebuah kelompok tiang (Eg)

Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi dari sebuah kelompok tiang adalah diambil dari rumu *Converse Labarre*, yaitu :

$$\mathbf{Eg} = \mathbf{1} - \theta\{\frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n}\}$$

Dimana :

M = Jumlah barisan tiang

n = jumlah tiang per baris

θ = tan – 1DS (dalam derajat)

S = jarak tiang pusat ke pusat (m)

2.8 Perencanaan dan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data SPT

Menurut Teori Terzaghi Dan Peck bebarapa tingkatan nilai kepada relatif (Dr) seperti di tabel 2.

Tabel 2.2 Faktor Empirik Fb

Nilai N	Kepadatan Relatif (Dr)
<4	Sangat tidak padat
4-10	Tidak padat
10-30	Kepadatan sedang
30-50	Padat
>50	Sangat padat

2.8.1 Daya Dukung Tunggal Berdasarkan Korelasi Alpha Tomlinson

Metode alpha adalah metode empiris karena faktor empirisme sangat kental dalam menentukan parameter alpha untuk daya dukung ultimit pondasi yang terletak pada lempung jenuh pada karakteristik tanah. Metode ini juga bisa disebut metode *undrained analysis*.

Menurut metode ini, perhitungan kapasitas daya dukung ujung tiang adalah sebagai berikut:

Luas Penampang Tiang $A = \frac{1}{4}\pi d^2$

Keliling tiang : $p = \pi d$

SPT Rata-Rata (N-SPT)

$$\text{N-SPT} = \frac{\text{Nilai Bacaan Bor Log (Per 2 meter)}}{\text{Jumlah Titik Bacaan}}$$

Kohesi Pada Kondisi Undrained

$Cu^2 \left(KN/m^2\right) = 29\ N^{0.72}$

Friksi ang terjadi dengan tanah

$f = 0.55.Cu$

Daya Dukung Friksi

Qs = f.L.p

Daya Dukung Ujung

Qp = qp.Cu.A

Daya Dukung Tiang

Qu = Qs + Qp

Daya Dukung Ijin

Qa = $\frac{Qu}{Sf}$

Qp = Faktor daya dukung tiang (yang telah disesuaikan) di bawah ujung tiang.

Dimana $\frac{B}{D} > 5 = 9$ / $\frac{B}{D} < 5$ = lihat pada grafik faktor daya dukung Tezaghi

B = Kedalaman Tiang

D = Diameter Tiang

L = Kedalaman bored pile

A = Luas penampang tiang

Cu = Kohesi Pada Kondisi Undrained

Qp = Daya Dukung Ujung

Qs = Daya Dukung friksi selimut beton

Qu = Daya Dukung Tiang

Sf = Faktor Keamanan (Diambil Nilai 3)

Qa = Kapasitas Daya Dukung Tiang

N-SPT = Bacaan SPT Pada Kedalaman Yang Ditentukan

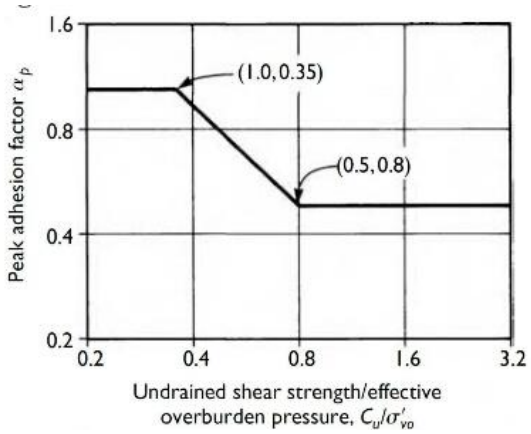
d = Diameter tiang

p = Keliling Tiang

f = Friksi yang terjadi dengan tanah

f = α * Cu

α = 0.55 untuk tanah kaku dan sangat kaku



Gambar 2.10 Korelasi Alpha Tomlinson (2008)

2.8.2 Daya Dukung Tunggal Berdasarkan Metode Meyerhof

Perhitungan daya dukung ujin tiang (Berdasarkan data SPT) dengan metode Meyerhof adalah :

$$P_a = \frac{qc.Ap}{Fk\ 1} + \frac{\Sigma\ Li.fi.Ast}{Fk\ 2}$$

Dimana :

P_a = Daya dukung ijin tekan tiang

Q_s = Tahanan ujung

20 n, untuk slit/clay

40 N, untuk *sand*

N = Nilai N SPT

A_p = luas penampang tiang

A_{st} = keliling penampang tiang

l_i = panjang segmen tiang yang ditinjau

f_i = gaya geser pada selimut segmen tiang

FK1, FK2 = faktor keamanan, 3 dan 5

2.9 Efisiensi Kelompok Tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse-Labbare* dari *Uniform Building Code AASHTO* adalah:

$$Eg = 1- \Theta \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90\ mn} \quad (24)$$

Dimana :

Eg = Efisiensi kelompok tiang

Ɵ = arc tg (D/s) (Derajat)

D = ukuran penampang tiang

S = jarak antar tiang (as ke as)

m = jumlah tiang dalam 1 kolom

n = jumlah tiang dalam 1 baris

Daya dukung vertikal kelompok tiang = Eg x jumlah pile x daya dukung ijin tekan tiang. Daya dukung kelompok tiang harus > gaya aksial yang terjadi.

2.10 Perhitungan Tulangan Pondasi *Bored Pile*

Untuk menghitung tulangan pondasi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan momen nominal (Mn)

   $$Mn = \frac{Mu}{\varphi} \quad (25)$$

   Dimana :

   φ = Faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral 0.70

   Mn = Momen nominal yang bekerja

   Mu = Momeen maksimum yang bekerja pada tiang

2. Menghitung ρmin, ρb dan ρmax

   ρ min $= \frac{1.4}{fy}$ (26)

   ρ b $= \left(\frac{0.85.\beta.fc}{fy}\right) . \left(\frac{600}{600+fy}\right)$ (27)

   ρ ax $= 0.75$ x (ρb) (28)

   Dimana :

   ρmin = Rasio tulangan minimum

   ρb = Rasio tulangan seimbang (Balance)

   ρmax = Rasio tulangan maksimum

   β = Beta (0.85)

3. Menghitung ρ

   ρ $= \frac{1}{m}$ (1-√1 $\frac{(2\ (m).Rn)}{fy}$ (29)

   m $= \frac{fy}{0.85.fc}$ (30)

   Rn $= \frac{Mn}{b.d^2}$ (31)

4. Menghitung luas tulangan

   As = ρ x b x d (32)

   As tul. $= \frac{1}{4}$. л (diameter tulangan)^2 (33)

   Dimana :

   As = Luas tulangan yang dipakai

   B = Diameter pondasi

   d = h – p – øsengkang – $^1/_2$ ø tulangan

   As tul. = Luas tulangan

5. Jumlah tulangan

   N $= \frac{As}{As\ tul}$ (34)

   Dimana :

   N = Jumlah tulangan

   As = Luas tulangan yang dipakai

   As tul. = Luas tulangan

6. Mengitung tulangan geser

$$Vc = \left(1 + \frac{vu}{ao}\right) . \left(\frac{\sqrt{f'c}}{6}\right) . b_w . D \quad (35)$$

Dimana :

Vu = Gaya geser yang bekerja

Vc = tegangan geser ijin beton

Ap = luas penampang pondasi

f'c = mutu beton

bw = diameter pondasi d = lebar efektif pondasi

syarat : Vu < 0.70 . Vc

Dimana :

Vc = tegangan geser ijin beton

Ag = Luas penampang pondasi tiang

F'c = Mutu beton yang digunakan

Bw = diameter pondasi

2.11 Perhitungan Pile Cap

Pile cap berfungsi untuk mengikat tiang-tiang menjadi satu kesatuan dan memindahkan beban kolom kepada tiang. *Pile cap* biasanya terbuat dari beton bertulang. Perencanaan *pile cap* dilakukan dengan anggapan sebagai berikut :

1. *Pile Cap* sangat kaku
2. Ujung atas tiang mengantung pada pile cap. Karena itu, tidak ada momen lentur yang diakibatkan oleh pile cap ke tiang.
3. Tiang merupakan kolom pendek dan elastis. Karena itu distribusi tegangan dan deformasi membentuk bidang rata.

Beberapa ketentuan yang berlaku pada pondasi telapak (pondasi dangkal) dari beton bertulang berlaku pula pada perhitungan pile cap berdasarkan SNI-03-2847-2002 :

a. Berdasarkan SNI-03-2847-2002 pasal 17.7

Ketebalan pondasi telapak di atas tulangan bawah tidak boleh kurang dari 300 mm untuk pondasi telapak di atas pancang

b. Berdasarkan SNI-03-2847-2002 pasal 9.7

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan ddengan tanah adalah 75 mm.

1. Kontrol gaya geser satu arah

Gaya geser satu arah ialah kuat geser nominal secara satu arah yang disumbangkan oleh beton (Vc).

Vu = σ . L.G' (36)

Dimana :

σ = tegangan yang terjadi (P/A)

G' = daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan L – (L/2 + Lebar kolom/2 + d)

L = panjang pile cap

d = tebal efektif pondasi

= tebal – selimut beton

Perhitungan kuat geser beton

$$\varphi Vc - \varphi \frac{1}{6} . \sqrt{fc'b.d} \quad (37)$$

Dimana :

Vc = Gaya geser nominal yang disumbangkan beton

Fc' = Kuat tekan beton yang disyaratkan

b = Panjang pondasi

d = tebal efektif pondasi

φ = nilai φ ialah 0.75 (menurut standart SNI 03-2847-2002 halaman 62 bab 11.2.3)

Syarat : Vc $\geq$ Vu

2. Kontrol gaya geser dua arah

a. Perhitungan penampang kritis (B')

$$B' = \text{lebar kolom} + 2.\frac{1}{2} . d \quad (38)$$

b. Perhitungan gaya geser yang bekerja pada penampang kritis

Vu = σ . (L.G') (39)

Dimana :

Vu = Gaya geser

σ = Tegangan yang terjadi (P/A)

L = Panjang pondasi

B = Lebar penampang kritis

G’ = daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan satu arah

c. Perhitungan kuat geser beton φVc dengan mengambil besar Vc berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 13.12.2.1 ialah besar nilai terkecil dari :

1. Vc $= (1 + \frac{2}{\beta c}) \frac{\sqrt{fc\prime.bo.d}}{b}$ (40)

2. Vc $= (\frac{\alpha s.d}{bo} + 2) \frac{\sqrt{fc'.bo.d}}{b}$ (41)

αs = 40 untuk kolom dalam

αs = 30 untuk kolom luar

αs = 20 untuk kolom sudut

3. Vc $= \frac{1}{3} . \sqrt{fc'.bo.d}$ (42)

Dimana :

Vc = Kuat geser nominal beton secara dua arah pada kolom (N)

Vu = gaya geser 2 arah yang terjadi

fc' = Mutu beton (Mpa)

bo = Keliling penampang kritis pondasi telapak (mm)

t = Tebal efektif pile cap (mm)

βc = Rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek

αs = konstanta untuk perhitungan pondasi telapak

d = tinggi efektif

3. Perhitungan Penulangan

Tahap-tahap perhitungan penulangan *pile cap* adalah sebagai berikut :

a. Lebar penampang kritis

B’ = lebar kolom + 2. $\frac{1}{2}$. d (43)

b. Berat *pile cap* pada penampang kritis

q' = 2400 x L x d (44)

c. Momen terfaktor pada penampang

Mu = 2 x ($\frac{pu}{4}$. s) - $^1/_2$ x q’ x B’ (45)

φMn = φ As.Fy (d-$^1/_2$ a) (46)

a = $\frac{As.fy}{0.85.fc.b}$ (47)

as = $\frac{1}{4}$ л.d^2. jumlah tulangan terpasang (48)

Dimana :

B’ = Lebar penampang kritis

q' = Berat *pile cap* pada penampang kritis

Mu = Momen terfaktor pada penampang

Pu = Beban aksial yang bekerja

S = Panjang kolom

b = Tebal efektif

fc’ = Mutu beton

Mn = Momen φ ialah 0.75 (Menurut SNI 03-2847-2002 halaman 62 bab 11.2.3)

2.12 Pembebanan

Menurut Halibu (2011), Beban – beban pada struktur gedung dapat terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, beban air dan beban khusus lainnya seperti beban getaran mesin, beban kejut listrik dan lain – lain. Beban – beban yang direncanakan akan bekerja dalam struktur gedung tergantung dari fungsi ruangan, lokasi, bentuk, kekakuan, massa dan ketinggian gedung itu sendiri.

2.12.1 Beban Mati (DL)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan itu.

Beban mati merupakan beban yang intensitasnya tetap dan posisinya tidak berubah selam usia penggunaan bangunan. Biasanya beban mati merupakan dari berat sendiri bangunan itu sendiri sehingga besarnya dapat di hitung sesui bentuk, ukuran dan berat jenis materialnya. Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari finishing lantai (keramik, plester), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Sebagai contoh, berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

a. Beban Finishing (Keramik) = 24 kg/m2
b. Plester 2,5 cm (2,5 x 21 kg.m2) = 53 kg/m2
c. Beban ME = 25 kg/m2
d. Beban plafon dan penggantung = 18 kg/m2
e. Beban dinding = 250 kg/m2

2.12.2 Beban Hidup (LL)

Beban hidup merupakan beban yang dapat berpidah tempat, dapat bekerja penuh atau tidak sama sekali. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan didalamnya termasuk bebanbeban pada lantai yang berasal dari barang barang yang dapat berpindah, mesinmesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap bangunan tersebut. Khusus untuk atap yang dianggap beban hidup termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh butiran air.Beban hidup tidak termasuk beban angin dan beban gempa. Beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari Tabel 3.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

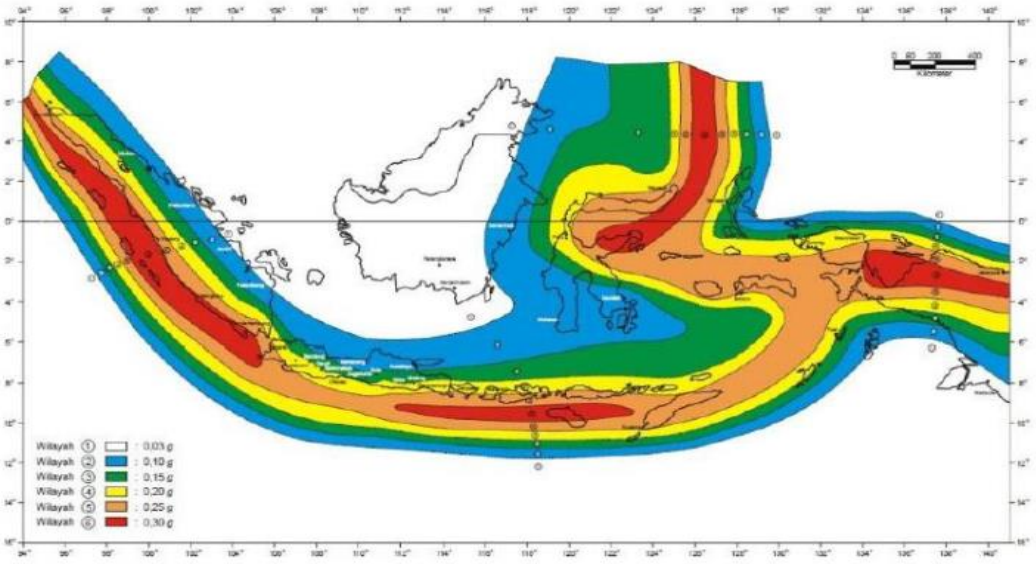
a. Parkir = 400 kg/m2
b. Parkir lantai bawah = 800 kg/m2
c. Lantai kantor = 250 kg/m2
d. Lantai sekolah = 250 kg/m2
e. Ruang pertemuan = 400 kg/m2
f. Ruang dansa = 500 kg/m2
g. Lantai olahraga = 400 kg/m2
h. Tangga dan bordes = 300 kg/m2

2.12.3 Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Tekaan tiup harus diambil minimum 25 kg/m2, dan ditepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai haru di ambil minimum 40 kg/m2.

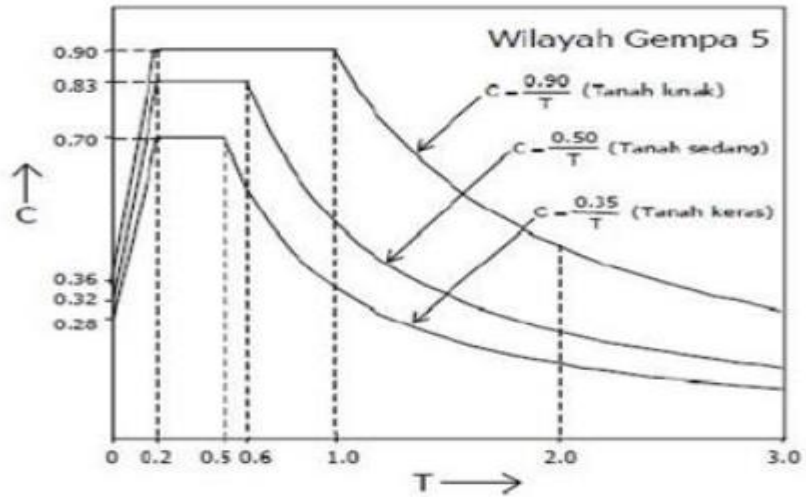
2.12.4 Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah gaya yang ditumbulkan oleh karena gempa yang terjadi didasar tanah yang memberikan tekanan-tekanan pada struktur hingga struktur bias mengalami kondisi keruntuhan. Untuk wilayah-wilayah yang mempunyai resiko tinggi untuk gempa, pengaruh gempa sangat diperhitungkan. Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 wilayah gempa seperti yang ditunjukkan gambar 2.11, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah 6 adalah wilayah dengan kegempaan paling tinggi. Dalam hal pembebanan gempa, penentuan lokasi akan berpengaruh terhadap perhitungan beban gempa. Perencanaan struktur gedung di wilayah gempa 1 dan 6 akan sangat jauh berbeda.



Gambar 2.11 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun

Adapun proyek pembangunan Gedung kuliah Fakultas Teknik Unsrat masuk di wilayah Kota Manado yang berada dalam wilayah gempa 5.



Gambar 2.12 Respons spektrum gempa rencana untuk wilayah 5

Pada perencanan sistem struktur penahan beban horizontal dari suatu gedung, beban hidup pada gedung itu ikut menentukan besarnya beban gempa yang harus dipikul oleh system struktur tersebut dan untuk menentukan beban gempa koefisien reduksi beban hidup dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.3 koefisien reduksi beban hidup

	Koefisien reduksi beban hidup	
Penggunaan gedung	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
PERUMAHAN/PENGHUNIAN Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
PENDIDIKAN Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
PERTEMUAN UMUM Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,60	0,50
KANTOR Kantor, bank	0,80	0,30
PERDAGANGAN Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
PENYIMPANAN Gudang, perpustakaan, ruang arsip	1,00	0,80
INDUSTRI Pabrik, bengkel	0,90	0,90
TEMPAT KENDARAAN Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
GANG DAN TANGGA Perumahan/penghunian, Pendidikan, kantor, Pertemuan umum, perdagangan, penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,75 0,75 0,90	0,30 0,50 0,50

2.12.5 Beban Khusus

Menurut PPIUG (1983) Pasal 1.0 (5) menyatakan beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gata rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus.

2.13 Metode Pelaksanaan Pondasi Bored Pile

a. Pekerjaan persiapan lokasi *(Site Preparation)*

Pelajari *Lay-Out* pondasi dan titik bored pile, membersihkan lokasi pekerjaan dari gangguan yang ada seperti bangunan-bangunan, tanaman atau pohon-pohon, tiang listrik atau telepon, kabel dan lain-lainnya.

b. *Rute* / Alur Pengeboran

Merencanakan alur / urutan pengeboran sehingga setiap pergerakan mesin RCD, *Excavator, Crane* dan *Truck Mixer* dapat termobilisasi tanpa halangan.

c. Survey Lapangan dan Penentuan Titik Pondasi

Mengukur dan menentukan posisi titik koordinat bore pile dengan bantuan alat *Theodolite/Total Station.*

d. Pembuatan Drainase dan Kolam Air

Kolam air berfungsi untuk tempat penampungan air bersih yang akan digunakan untuk pekerjaan pengeboran sekaligus untuk tempat penampungan air bercampur lumpur hasi l dari pengeboran. Ukuran kolam air di sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Jarak kolam air tidak boleh terlalu dekat dengan lubang pengeboran, sehingga lumpur dalam air hasil pengeboran mengendap dulu sebelum airnya mengalir kembali kedalam lubang pengeboran. Lumpur hasil pengeboran yang mengendap didalam kolam diambil (dibersihkan) dengan bantuan Excavator.

e. Setting Mesin RCD *(RCD Machine Instalation)*

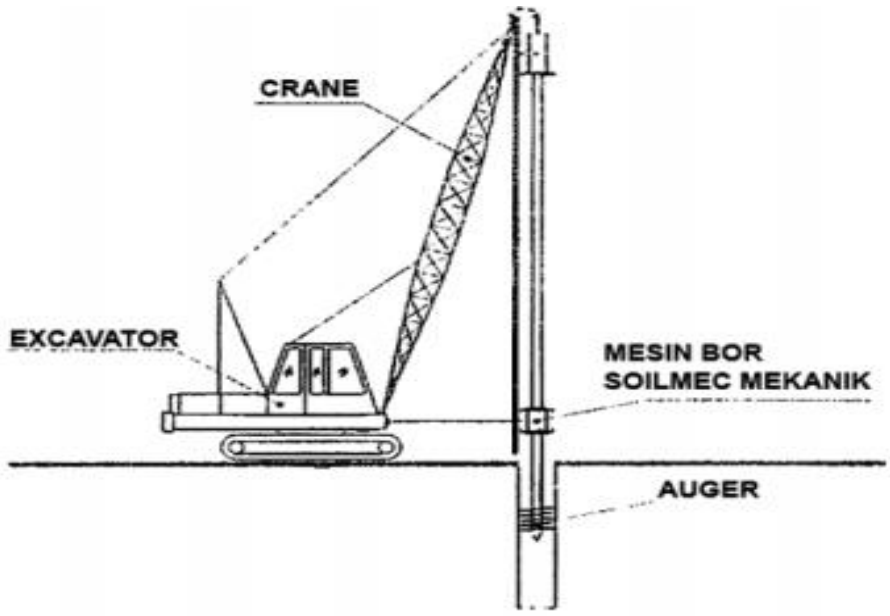
Pemasangan mesin bor di awali dengan memilih mata bor yang sesuai dengan diameter yang sudah ditentukan. kemudian beberapa buah pelat dipasang untuk memperkuat tanah dasar dudukan mesin RCD (Rotary Circle Dumper), kemudian mesin RCD diposisikan dengan ketentuan sebagai berikut :

1) Mata bor disambung dengan stang pemutar, kemudian mata bor diperiksa apakah sudah benar-benar berada pada pusat/as stand pipe (titik pondasi).
2) Posisi mesin RCD harus tegak lurus terhadap lubang yang akan dibor (yang sudah terpasang stand pipe), hal ini dapat dicek dengan alat waterpass.

f. Proses Pengeboran *(Drilling Work)*

Tahapan Pekerjaan pengeboran pondasi bored pile :

1) Pemasangan mata bor auger pada mesin bor dilakukan pada awal tahapan pekerjaan berfungsi sebagai pembuka proses pengeboran karena bentuk mata bor auger yang runcing mampu membor lapisan tanah mulai dari bagian atas tanah permukaan berbeda dengan mata bor bucket dan cleaning. Dan pengeboran dengan mata bor auger dilakukan sampai kedalam yang di tentukan, jika mata bor auger tidak mampu membawa bongkahan tanah yang berada didalam tanah yang berada dalam lubang maka mata bor di ganti dengan mata bor bucket.
2) Pemasangan chasing pada lubang bor untuk mencegah kelongsoran pada lubang bor. Pemasangan chasing dilakukan bersamaan dengan penggantin mata bor dari auger ke mata bor bucket.
3) Setelah chasing terpasang pada lubang bor, pengeboran di lanjutkan menggunakan mata bor bucket untuk mengeluarkan tanah/lumpur di dalam lubang bor.
4) Proses pengeboran dengan mata bor cleanning dilakukan apabila lubang bor sudah di pasang pipa tremi dan tulangan dan siap untuk di cor.



Gambar 2.15 Gambaran secara skematik alat-alat yang digunakan untuk mengebor

g. Pemasangan tulangan bored pile dan pipa tremi dilakukan menggunakan crane untuk mengangkat tulangan bored pile lalu di masukkan ke dalam lubang bored. Setelah itu pipa tremi di letakkan di atas tulangan.
h. Pengecoran pondasi bored pile dilakukan harus segara dilakukan setelah tulangan dan pipa tremi selesai dipasang, guna menghindari kemungkinan terjadiny kelongsoran pada dinding lubang bor. Oleh karena itu pemesanan ready mix concrete harus dapat diperkirakanwaktunya dengan waktu pengecoran. Proses pengecoran dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :
    1) Pipa tremie dinaikkan setinggi 25-50 cm di atas dasar lubang bor, air dalam pipa tremi dibiarkan dulu stabil, kemudian dimasukkan bola karet yang diameternya sama dengan diameter dalam pipa tremi , yang berfungsi untuk menekan air campur lumpur ke dasar lubang sewaktu beton dituang pertama sekali, sehingga beton tidak bercampur dengan lumpur.
    2) Pada awal pengecoran, penuangan dilakukan lebih cepat, hal ini dilakukan supaya bola karet dapat benar-benar menekan air

bercampur lumpur di dalam pipa tremi, setelah itu penuangan distabilkan sehingga beton tidak tumpah dari corong.

3) Jika beton dalam corong penuh, pipa tremi dapat digerakkan naik turun dengan syarat pipa tremi yang tertanam dalam beton minimal 1 meter pada saat pipa tremi dinaikkan. Jika pipa tremie yang tertanam dalam beton terlalu panjang, hal ini dapat memperlambat proses syarat bahwa pipa tremi yang masih tertanam dalam beton minimal 1 meter.
4) Proses pengecoran dilakukan dengan mengandalkan gaya gravitasi bumi (gerak jatuh bebas), posisi pipa tremi harus berada pada pusat lubang bor, sehingga tidak merusak tulangan atau tidak menyebabkan tulangan terangkat pada saat pipa tremi digerakkan naik turun.
5) Pengecoran dihentikan 0,5-1 meter diatas batas beton bersih, sehingga kualitas beton pada batas beton bersih benar-benar terjamin (bebas dari lumpur).
6) Setelah pengecoran selesai dilakukan, pipa tremi diangkat dan dibuka, serta dibersihkan. Batas pengecoran diukur dengan meteran kedalaman.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan gedung kuliah fakultas teknik Universitas Sam Ratulangi yang berlokasi di Jl. Kampus, Kleak, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara dan waktu penelitian dilakukan selama proses Praktek Kerja Lapangan dalam jangka waktu tiga bulan setengah dari tanggal 12 September 2017 sampai dengan 15 November 2017.

3.2 Metode dan Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan cara analisis dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Menghitung beban struktur atas menggunakan 2 cara yaitu menggunakan program dan menghitung manual
b. Menghitung kapasitas dayang dukung bored pile

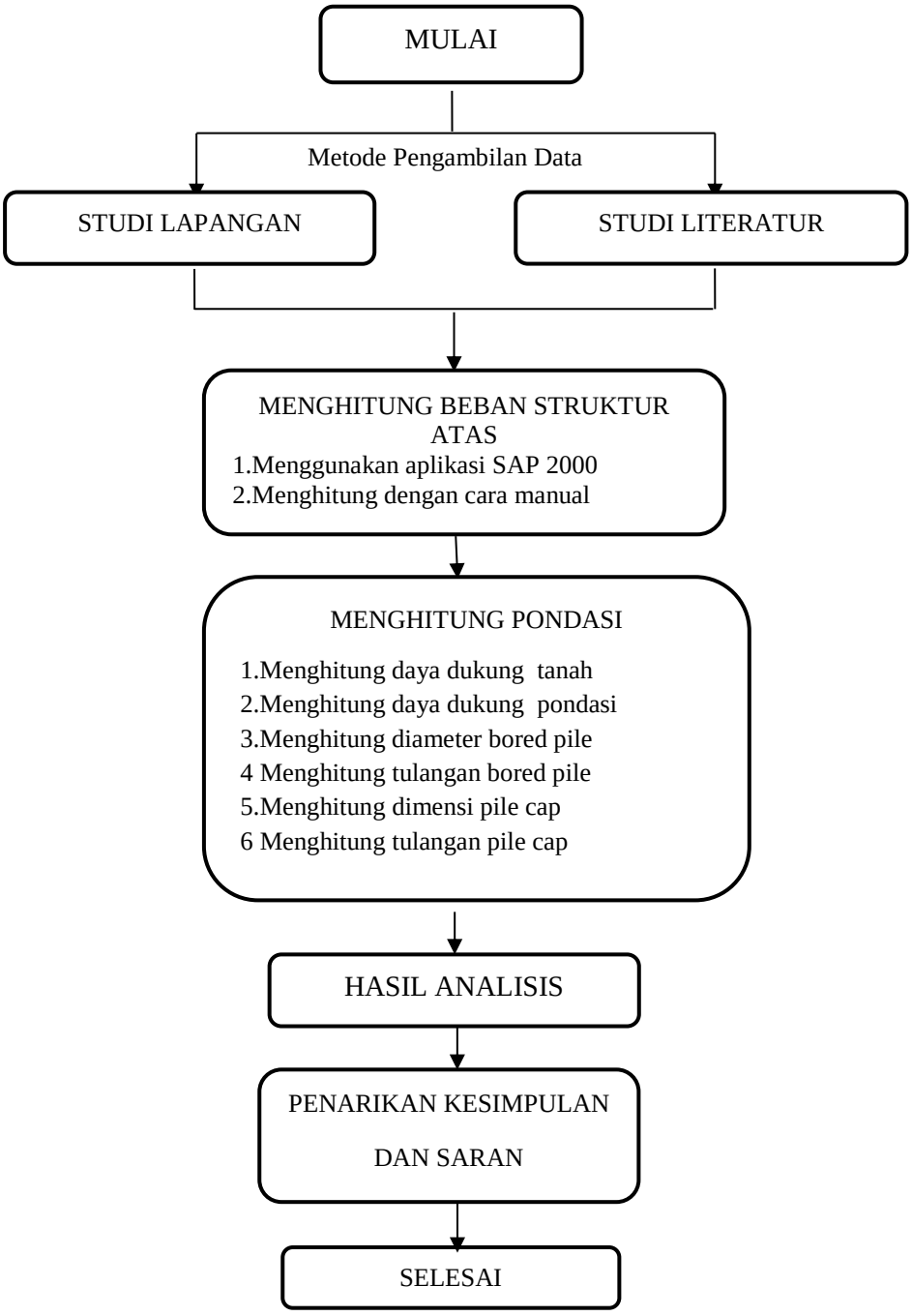
3.3 Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan menggunakan metode observasi langsung di lapangan dan studi literatur. Data yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah data sondir & SPT .Penulis memperoleh data antara lain dari Kontraktor Pelaksana PT. ADHI KARYA (PERSERO), Tbk.

3.4 Analisis Data

Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan. Tahapan penelitian dalam penelitian ini yaitu studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, yaitu menghitung daya dukung tanah, daya dukung pondasi, diameter pondasi, jumlah pondasi bored di satu pile cap.

3.5 Diagram Alir Penelitian



BAB IV
DATA PERENCANAAN

4.1 Deskripsi Proyek

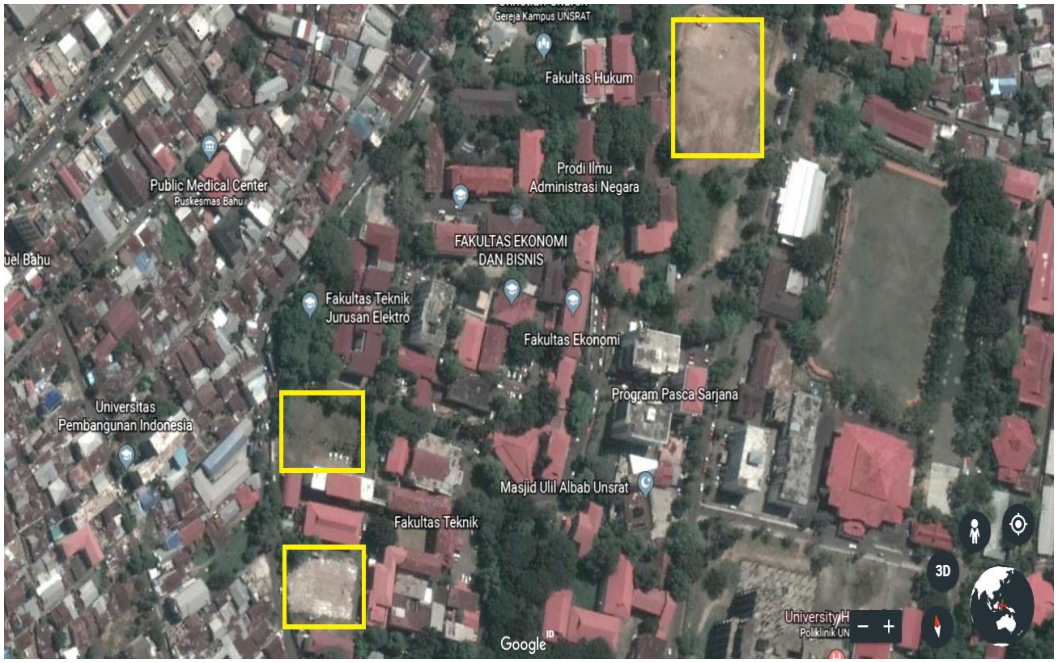
Proyek pembangunan gedung kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi merupakan program peningkatan mutu dalam faktor pendidikan . gedung ini berfungsi sebagai tempat kuliah. Bangunan kuliah inin dalah salah satu dari 3 bangunan yang di danai pembangunannya oleh Islamic Development Bank (IDB).

4.2 Data-data proyek pembangunan gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

4.2.1 Data Umum

Data umum dari proyek pembangunan gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi adalah sebagai berikut :

Nama Proyek	: The Support To The Development Of Higher Education Package 1 : UNG And UNSRAT
Perencana Proyek	: PT. Patroon Arsindo
Pelaksana Proyek	: PT. Adhi Karya (Persero), Tbk
Lokasi Proyek	: Jln. Kampus kleak, Manado
Jenis Proyek	: Bangunan Gedung
Jenis Pekerjaan	: Struktur



Gambar 4.1 Lokasi proyek pembangunan gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

4.2.2 Data Khusus

Data khusus di proyek pembangunan gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi adalah sebagai berikut:

1. Luas Bangunan : 554,4 m^2
2. Jenis Konstruksi : Beton Bertulang
3. Tebal Pelat : 12 cm & 15 cm
4. Jumlah Bangunan : 1 (satu) unit
5. Jumlah Lantai : 5 (lima) lantai

4.2.3 Data Teknis di Lapangan

Data ini merupakan data pondasi tiang bor yang terpasang di lapangan, dengan data sebagai berikut:

1. Panjang Tiang : 12 meter
2. Diameter Tiang : 80 cm
3. Mutu Beton tiang : 30 Mpa

4. Jenis tanah : Lunak
5. Kategori Gedung : Gedung Kuliah
6. Wilayag Gempa : Wilayah 5 (lima)
7. Jenis pondasi : Bored Pile

4.2.4 Data-data Design

Data-data design merupakan data-data yang akan dimasukkan ke dalam program SAP 2000.

a. Beton
    1) Kuat Desak (f'c) untuk :
        a) Kolom : 30 Mpa
        b) Sloof : 30 Mpa
        c) Plat : 30 Mpa
        d) Balok : 30 Mpa
    2) Modulus Elastis (Ec) : $4700\sqrt{f'c}$
    3) Berat volume beton : 2400 kg/m^3
    4) Poisson ratio beton (Vc) : 0,2
b. Baja dan Baja Tulangan
    1) Tulangan longitudinal
    2) Tulangan transfersal/sengkang
    3) Poison ratio
c. Profil baja
    1) Kolom atap baja profil IWF
    2) Balok profil IWF

BAB V
ANALISIS/PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan Pembebanan

5.1.1 Perhitungan Pembebanan Manual

Menurut Pedoman Pembebanan Perencanaan Untuk Rumah dan Gedung pada halaman 17 maka digunakan :

- Berat jenis baja : 7840 kg/m^3
- Nilai beban hidup gedung = 250 kg/m^2
- Berat plafon dan penggantung = 11 kg m^2
-

5.1.1.1 Beban Mati

1) Lantai 1

a) Kolom

❖ Tipe kolom K1A (70cm x 80cm) 12 Buah

0,7m x 0,8m x 4,95m x 2400kg/m^3 x 12 = 79.833,6 kg

❖ Tipe kolom K3A (70cm x 70cm) 6 Buah

0,7m x 0,7m x 4,95m x 2400kg/m^3 x 6 = 34.927,2 kg

❖ Tipe KL (50cm x 30cm + 30cm x 30cm) 7 buah

(0,5mx0,3m)+(0,2mx0,3m)x4,95mx2400kg/m^3x7 = 17464 kg

❖ Tipe KT (75cm x 30cm + 20cm x 30cm) 2 buah

(0,75m x0,3m) + (0,3m x0,3m)x4,95m x2400kg/m^3x2 = 7484.4 kg

- Berat Kolom Lantai 1 :

79.833,6 kg + 34.927,2 kg + 17464 kg + 7484.4 kg = 139708.8 kg

b) Plafond

306,056 m^2 x 11 kg/m^2 = 3.366,62 kg

c) Dinding

239,109 m^2 x 250 kg/m^2 = 59.777,25 kg

Total Berat Lantai 1 :

Berat kolom + berat plafond + berat dinding

139708.8 kg + 3.366,62 kg + 59777,25 kg = 202852.67 kg

2) Lantai 2

a) Kolom

❖ Tipe kolom K1 (70cm x 80cm) 12 Buah

0,7m x 0,8m x 4,25m x 2400kg/m^3 x 12 = 68.544 kg

❖ Tipe kolom K3 (70cm x 70cm) 6 Buah

0,7m x 0,7m x 4,25m x 2400kg/m^3 x 6 = 29.988 kg

❖ Tipe kolom K6 (50cm x 30cm) 4 Buah

0,5m x 0,3m x 4,25m x 2400kg/m^3 x 4 = 3.672 kg

❖ Tipe KL (50cm x 30cm + 20cm x 30cm) 7 buah

(0,5m x0,3m)+(0,2m x0,3m)x4,25m x2400kg/m^3x7 = 14994kg

❖ Tipe KT (75cm x 30cm + 30cm x 30cm) 2 buah

(0,75m x0,3m)+(0,3m x0,3m)x4,25m x2400kg/m^3x2 = 6426 kg

-Berat Kolom Lantai 2 :

68.544 kg + 29.988 kg + 3.672 kg + 14994 kg + 6426 kg

= 123624 kg

b) Balok

❖ Tipe balok BK-1 (60cm x 40cm)

4,008m x 0,6m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 2.308,61 kg

❖ Tipe balok BAK (50cm x 30cm)

6.612m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 2.380,32 kg

❖ Tipe balok BA-2 (50cm x 30cm)

107,75m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 38.790 kg

❖ Tipe balok BA-3 (50cm x 30cm)

14,1m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 5.076 kg

❖ Tipe balok B1 (80cm x 40cm)

37,6m x 0,8m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 28.876.8 kg

- ❖ Tipe balok B2 (60cm x 40cm)

  136,2m x 0,6m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 78.451,2 kg

- ❖ Tipe balok B4 (60cm x 20cm)

  61,02m x 0,6m x 0,2m x 2400kg/m^3 = 17.573,76 kg

-Berat Balok Lantai 2 :

2.308,61 kg + 2.380,32 kg + 38.790 kg + 5.076 kg + 28.876,80 kg + 78.451,2 kg + 17.573,76 kg = 173.456,69 kg

c) Plat

tebal plat = 12 cm

306,056 m^2 x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 88.144,13 kg

d) Plafond

468,7107m^2 x 11 kg/m^2 = 5.155,82 kg

e) Penutup lantai

306,056 m^2 x 24 kg/m^2 = 7.345,34 kg

f) Dinding

201,445 m^2 x 250 kg/m^2 = 50.361,25 kg

Total Berat Lantai 2 :

Berat kolom + berat balok + berat plat + berat plafond + berat dinding

123624 kg + 173.456,69 kg + 88.144,13 kg + 5.155,82 kg +

7.345,34 kg + 50.361,25 kg = 448087.23 kg

3) Lantai 3

a) Kolom

- ❖ Tipe kolom K1 (70cm x 80cm) 12 Buah

  0,7m x 0,8m x 4,25m x 2400kg/m^3 x 12 = 68.544 kg

- ❖ Tipe kolom K3 (70cm x 70cm) 6 Buah

  0,7m x 0,7m x 4,25m x 2400kg/m^3 x 6 = 29.988 kg

- ❖ Tipe KL (50cm x 30cm + 20cm x 30cm) 7 buah

  (0,5m x0,3m)+(0,2m x0,3m)x4,25m x2400kg/m^3x7 = 14994kg

❖ Tipe KT (75cm x 30cm + 30cm x 30cm) 2 buah

(0,75m x0,3m)+(0,3m x0,3m)x4,25m x2400kg/m^3x2 = 6426 kg

-Berat Kolom Lantai 3 :

68.544 kg + 29.988 kg + 14994 kg + 6426 kg = 119952 kg

b) Balok

❖ Tipe balok BA-2 (50cm x 30cm)

187,4m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 67.464 kg

❖ Tipe balok B1 (80cm x 40cm)

56,4m x 0,8m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 43.315 kg

❖ Tipe balok B2 (60cm x 40cm)

153,485m x 0,6m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 88.407,36 kg

❖ Tipe balok B4 (60cm x 20cm)

61,02m x 0,6m x 0,2m x 2400kg/m^3 = 17.573,76 kg

❖ Tipe balok B5 (30cm x 20cm)

8,75m x 0,3m x 0,2m x 2400kg/m^3 = 1.260 kg

-Berat Balok Lantai 3 :

67.464 kg + 43.315,2 kg + 88.407,36 kg + 17.573,76 kg + 1.260 kg

= 218.020,32 kg

c) Plat

tebal plat = 12 cm

468,7107 m^2 x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 134.988,68 kg

d) Plafond

468,7107 m^2 x 11 kg/m^2 = 5.155,82 kg

e) Penutup lantai

468,7107m^2 x 24 kg/m^2 = 11.249,06 kg

f) Dinding

261,185 m^2 x 250 kg/m^2 = 65.296,25 kg

Total Berat Lantai 3 :

Berat kolom + berat balok + berat plat + berat plafond + berat dinding

119952 kg + 218.020,32 kg + 134.988,68 kg + 5.155,82 kg +

11.249,06 kg + 65.296,25 kg = 554662.13 kg

4) Lantai 4

a) Kolom

- Tipe kolom K2 (70cm x 80cm) 12 Buah
  0,7m x 0,8m x 4,5m x 2400kg/m^3 x 12 = 72.576 kg
- Tipe kolom K4 (70cm x 70cm) 6 Buah
  0,7m x 0,7m x 4,5m x 2400kg/m^3 x 6 = 31.752 kg
- Tipe KL (50cm x 30cm + 20cm x 30cm) 7 buah
  (0,5m x0,3m)+(0,2m x0,3m)x4,5m x2400kg/m^3x7 = 15876 kg
- Tipe KT (75cm x 30cm + 30cm x 30cm) 2 buah
  (0,75m x0,3m)+(0,3m x0,3m)x4,5m x2400kg/m^3x2 = 6804 kg

-Berat Kolom Lantai 4 :

72.576 kg + 31.752 kg + 15876 kg + 6804 kg = 127008 kg

b) Balok

- Tipe balok BA-2 (50cm x 30cm)
  187,4m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 67.464 kg
- Tipe balok B1 (80cm x 40cm)
  56,4m x 0,8m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 43.315 kg
- Tipe balok B2 (60cm x 40cm)
  153,485m x 0,6m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 88.407,36 kg
- Tipe balok B4 (60cm x 20cm)
  61,02m x 0,6m x 0,2m x 2400kg/m^3 = 17.573,76 kg
- Tipe balok B5 (30cm x 20cm)
  8,75m x 0,3m x 0,2m x 2400kg/m^3 = 1.260 kg

  Berat Balok Lantai 4 :

67.464 kg + 43.315,2 kg + 88.407,36 kg + 17.573,76 kg + 1.260 kg

= 218.020,32 kg

c) Plat

tebal plat = 12 cm

468,7107 m^2 x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 134.988,68 kg

d) Plafond

455.672m^2 x 11 kg/m^2 = 5.012,39 kg

e) Penutup lantai

468,7107m^2 x 24 kg/m^2 = 11.249,06 kg

f) Dinding

304,21 m^2 x 250 kg/m^2 = 76.052,50 kg

Total Berat Lantai 4 :

Berat kolom + berat balok + berat plat + berat plafond + berat dinding

127008 kg + 218.020,32 kg + 134.988,68 kg + 5.012,39

11.249,06 kg + 76.052,50 kg = 572330.95 kg

5) Lantai 5

a) Kolom

❖ Tipe kolom K2 (70cm x 80cm) 10 Buah

0,7m x 0,8m x 4,5m x 2400kg/m^3 x 10 = 60.480 kg

❖ Tipe kolom K4 (70cm x 70cm) 6 Buah

0,7m x 0,7m x 4,5m x 2400kg/m^3 x 6 = 31.752 kg

❖ Tipe KL (50cm x 30cm + 20cm x 30cm) 7 buah

(0,5m x0,3m)+(0,2m x0,3m)x4,5m x2400kg/m^3x7 = 15876 kg

❖ Tipe KT (75cm x 30cm + 30cm x 30cm) 2 buah

(0,75m x0,3m)+(0,3m x0,3m)x4,5m x2400kg/m^3x2 = 6804 kg

-Berat Kolom Lantai 5 :

60.480 kg + 31.752 kg + 15876 kg + 6804 kg = 114912 kg

b) Balok

❖ Tipe balok BK-1 (60cm x 40cm)

7,4m x 0,6m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 4.262,4 kg

❖ Tipe balok BK-2 (90cm x 40cm)

9,5m x 0,9m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 8.208 kg

❖ Tipe balok BAK (50cm x 30cm)

21,9m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 7.884 kg

❖ Tipe balok BA-3 (50cm x 30cm)

171,55m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 61.758 kg

❖ Tipe balok B1 (80cm x 40cm)

50,5m x 0,8m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 38.784 kg

❖ Tipe balok B3 (60cm x 40cm)

89,1m x 0,6m x 0,4m x 2400kg/m^3 = 51.321,6 kg

❖ Tipe balok B5 (30cm x 20cm)

3,625m x 0,3m x 0,2m x 2400kg/m^3 = 522 kg

-Berat Balok Lantai 5 :

4.262,4 kg + 8.208 kg + 7.884 kg + 61.758 kg + 38.784 kg + 51.321,6 kg + 522 kg = 172.740 kg

c) Plat

tebal plat = 12 cm

144,0545 m^2 x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 41.487,7 kg

tebal plat = 15cm

311,6175 m^2 x 0,15 m x 2400 kg/m^3 = 112.182,3 kg

Berat plat lantai 5 :

41.487,7 kg + 112.182,3 kg = 153.670 kg

d) Plafond

297,8975 m^2 x 11 kg/m^2 = 3.276,52 kg

e) Penutup lantai

455.672m^2 x 24 kg/m^2 = 11.249,06 kg

f) Dinding

210,85 m^2 x 250 kg/m^2 = 52.712,50 kg

Total Berat Lantai 5 :

Berat kolom + berat balok + berat plat + berat plafond + berat dinding

114912 kg + 172.740 kg + 153.670 kg + 3.276,52 kg +

11.249,06 kg + 52.712,50 kg = 508560.08 kg

6) Plat Dak

a) Kolom

❖ Tipe kolom K2 (70cm x 80cm) 2 Buah

0,7m x 0,8m x 3,05m x 2400kg/m^3 x 2 = 8.188,4 kg

❖ Tipe kolom K4 (70cm x 70cm) 2 Buah

0,7m x 0,7m x 3,05m x 2400kg/m^3 x 2 = 7.173,6 kg

❖ Tipe kolom K5 (50cm x 30cm) 5 Buah

0,5m x 0,3m x 3,05m x 2400kg/m^3 x 5 = 5.490 kg

❖ Tipe KL (50cm x 30cm + 20cm x 30cm) 7 buah

(0,5m x0,3m)+(0,2m x0,3m)x3.05m x2400kg/m^3x7 = 10760.4 kg

❖ Tipe KT (75cm x 30cm + 30cm x 30cm) 2 buah

(0,75m x0,3m)+(0,3m x0,3m)x3.05m x2400kg/m^3x2 = 4611.6 kg

-Berat Kolom plat dak :

8.198,4 kg + 7.173,6 kg + 5490 kg + 10760.4 kg + 4611.6 kg

= 36234 kg

b) Balok

❖ Tipe balok BAK (50cm x 30cm)

58,75m x 0,5m x 0,3m x 2400kg/m^3 = 21.150 kg

c) Plat

tebal plat = 12 cm

14,4375 m^2 x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 5.197,5 kg

tebal plat = 15 cm

22,47 m^2 x 0,15 m x 2400 kg/m^3 = 6.471,36 kg

Berat plat pada plat dak :

5.197,5 kg + 6.471,36 kg = 11.668,86 kg

d) Dinding

26,075 m^2 x 250 kg/m^2 = 6.518,75 kg

Total Berat Plat Dak :

Berat kolom + berat balok + berat plat + berat dinding

36234 kg + 21.150 kg + 11.668,86 kg + 6.518,75 kg = 75571.61 kg

7) Baja

Berat baja IWF 250x125x6x9 per 12 meter = 355,2 kg

Berat baja L 100x50x20x2,3 per 6 meter = 33 kg

- Kolom (IWF 250x125x6x9)

  81,367 m x 29,6 kg/m = 2.408,46 kg

- Kasau (IWF 250x125x6x9)

  108,416 m x 29,6 kg/m = 3.209,11 kg

- Ring balok (IWF 250x125x6x9)

  72,675 m x 29,6 kg/m = 2.151,18 kg

- Gr (L 100x50x20x2,3)

  242,94 m x 5,5 kg/m = 1.336,17 kg

- C (L 100x50x20x2,3)

  160,83 m x 5,5 kg/m = 884,57 kg

Total Berat baja :

Kolom + kasau + ring balok + GR + C

2.408,46 kg + 3.209,11 kg + 2.151,18 kg + 1.336,17 kg + 884,57 kg

= 18.927,42kg

Total beban mati (DL):

Berat lantai 1	202.852.67 kg
berat lantai 2	448.087,23 kg
berat lantai 3	554.662,13 kg
berat lantai 4	572.330.95 kg
berat lantai 5	508.560.08 kg
berat plat dak	75.571.61 kg
berat baja	18.927,42 kg

Total beban mati = **2.380.992,09 kg**

5.1.1.2 Beban Hidup

Koefisien reduksi = 03

Beban hidup untuk gedung perkuliahan = 250 kg/m^2

- Lantai 1
  306,056 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 22.954,2 kg
- Lantai 2
  306,056 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 22.954,2 kg
- Lantai 3
  468,7107 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 35.153,3 kg
- Lantai 4
  468,7107 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 35.153,3 kg
- Lantai 5
  455,672 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 34.175,4 kg
- Plat Dak
  297,8975 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 8.936,93 kg
- Atap
  36,9075 m^2 x 0,3 x 250 kg/m^2 = 1.107,23 kg

5.1.1.3 Beban Ultimate

Rumus beban ultimate : 1,2 DL + 1,6 LL

- Lantai 1

  1,2 x 202.852,67 kg + 1,6 x 22.954,2 kg = 280149.924 kg

- Lantai 2

  1,2 x 448.087,23 kg + 1,6 x 22.954,2 kg = 574431.396 kg

- Lantai 3

  1,2 x 554.662.13 kg + 1,6 x 35.153,3 kg = 721839.836 kg

- Lantai 4

  1,2 x 572.330.95 kg + 1,6 x 35.153,3 kg = 743.042.42 kg

- Lantai 5

  1,2 x 508.560,08 kg + 1,6 x 34.175,4 kg = 664.952.736 kg

- Plat dak

  1,2 x 75.571,61 kg + 1,6 x 8.936,93 kg = 104.985.02 kg

5.1.1.4 Beban Gempa

a. Perhitungan gaya geser tingkat gedung

Setelah menghitung semua beban memasukan beban tersebut diprogram SAP2000 untuk menghitung gaya geser maka diperlukan massa bangunan Massa bangunan yang didapat dikali dengan percepatan grafitasi yaitu, 9.81 m/det^2 untuk mendapatkan berat bangunan tiap lantai. Sebagai berikut :

Tabel 5.1 Berat setiap lantai

Lantai	**Massa (Kg)**	**Percepatan gravitasi (m/det2)**	**Berat (Kg)**
ATAP	91724.81	9,81	899820.39
STORY5	424569.69	9,81	4165028.66
STORY4	573881.57	9,81	5629778.20
STORY3	519554.95	9.81	5096834.06
STORY2	520.195.91	9,81	5103121.88
STORY1	461584.31	9,81	4528142.08
Berat Total (Wt)			25422725.26

1. Taksiran Waktu Getar Alami, T

   Periode getar struktur maksimum yang di ijinkan, T

   $T = T_a \times C_u$

   $T_a = C_t \times (h_n)^x$

   $= 0.0466 \times 28.86^{0,9}$

   $= 0.961$ detik

   $T = T_a \times C_u$

   $= 0.961 \text{ detik} \times 1.4$

   $= 1.345$

   Dimana :

   T_a = Waktu getar alami struktur

   H_n = 28.86 m, Tinggi total bangunan (dalam meter)

   C_t = Diambil dari tabel 15 SNI-03-1726-2012 sesuai dengan tipe struktur.

   C_u = 1.4 Diperoleh dari tabel 14 SNI 03-1726-2012 sesuai dengan SD1

Tabel 5.2 Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa		
Rangka baja memikul momen	0.0724^{α}	0.8
Rangka beton pemikul momen	0.0466^{α}	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731^{α}	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75

Sumber : 15 SNI-03-1726-2012

Tabel 5.3 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung

Parameter percepatan respon spektra desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
≥ 0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
≤ 0,1	1,7

Sumber : 15 SNI-03-1726-2012

1. Perhitungan Gaya Geser Gempa Dasar, V

$V = C_s \times W_t$

$C_s = \frac{Sd1}{(\frac{R}{Ie})}$

$C_s = \frac{0.4657}{ta\ (\frac{8}{1.5})}$

$C_s = 0.091$

$V = C_s \times W_t$

$= 0.091 \times 25422725.26$

$= 2309908.82$ kg

Dimana :

C_s : Koefisien respons seismik

W_t : Berat Total Struktur

S_{ds} : Parameter percepatan respon spectral

(Diperoleh dari data spectrum)

R : Koefisien modifikasi respons (diperoleh dari tabel 5.5 faktor R untuk sistem penahan gaya gempa)

Ie : Faktor keutamaan gempa untuk gedung dan bangunan diperoleh dari tabel 5.6 kategori resiko bangunan gedung dan 5.7 Non-gedung untuk beban gempa dan faktor keutamaan gempa

W_t : Berat total bangunan

Tebal 5.4 Faktor R Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m)^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D^d	E^d	F^e
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10[h,i]	TI[i]	TI[i]
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI[i]	TI[i]	TI[i]
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3½	3[c]	3½	10	10	10	10	10

Sumber : SNI-03-1726-2012

Tabel 5.5 Kategori resiko bangunan gedung dan non-gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

Sumber : SNI-03-1726-2012

Tabel 5.6 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa I_e
I atau II	1.0
III	1.25
IV	1.50

Sumber : SNI-03-1726-2012

2. Distribusi Gaya Geser Horizontal Gempa

Fi = $\frac{\text{Wi.(hi)^k}}{\Sigma wi.(hi)^k}$ V

Dimana : Fi : Gaya geser yang terdistribusi pada setiap tingkat ke-i

Wi : Berat tiap lantai ke-i

hi : Tinggi tingkat ke-i

V : Gaya geser gempa dasar

k : eksponden yang terkait dengan periode struktur berikut : struktur dengan periode T=0.5 atau kurang, k=1 struktur dengan periode T=2.5 atau lebih, k=2

karena periode T = 1.345 detik maka K = 1.2304

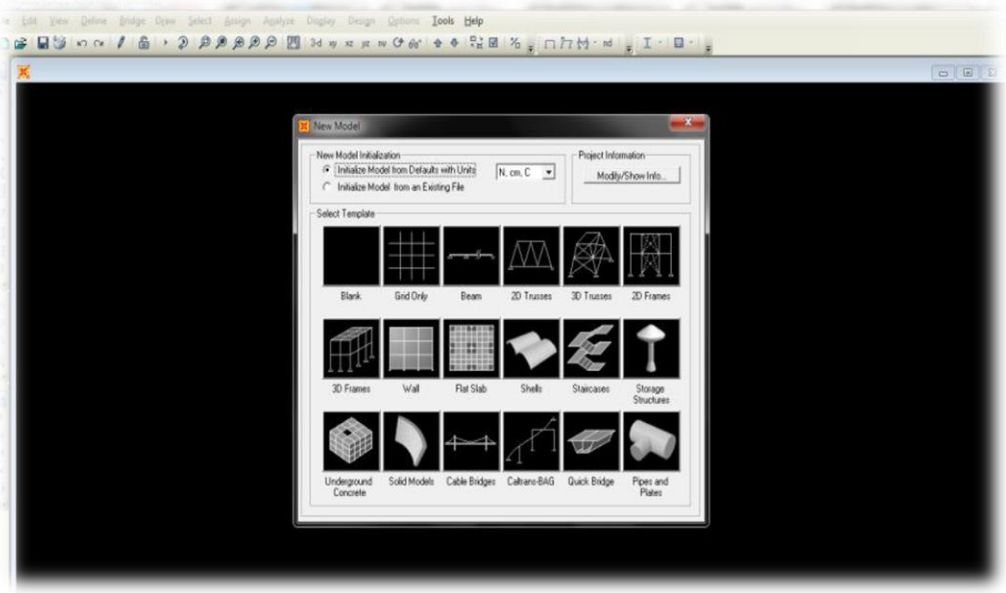
Tabel 5.7 Distribusi Gaya Geser Gedung

Lantai	**H1 (m)**	**Wi(Kg)**	**Wt.hi^k**	**Fi (Kg)**	**V Kontrol**
atap	28.86	899820.39	56355475.20	191465.40	191465.40
5	22/45	4165028.66	191506670.57	650636	842101.39
4	17.95	5629778.20	19650978.91	667841.77	1509943.17
3	13.45	5096834.06	124768480.34	423895.75	1933939.92
2	9.2	5103121.88	78289117.40	265984.04	2199822.96
1	4.95	4528142.08	32402413.11	110085.86	2309908.82
Total		25422725.26	679893136		

5.1.2 Perhitungan beban struktur atas menggunakan aplikasi SAP 2000

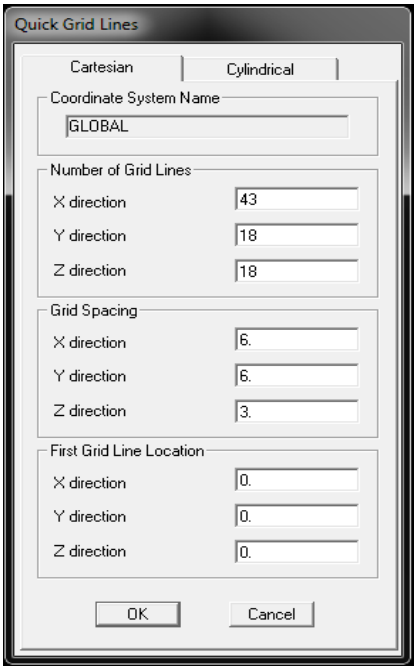
SAP 2000 *(Structural Analysis and Design)* yang dipakai adalah versi 12 dengan cara pengerjaannya dalam tampilan 2 dimensi adalah sebagai berikut:

a. Buka program SAP 2000 v12. Pilih *New Model* (Ctrl+N), ganti satuan KN,m,C dan pilih *Grid only* lalu klik OK.



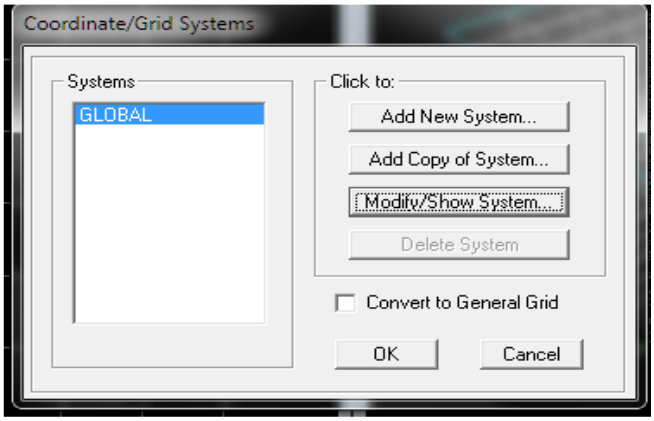
Gambar 5.1 Tampilan awal program SAP 2000

b. Setelah memilih *Grid only*, akan tampil kotak isian untuk memilih tipe grid dan dimensi portal. Pada *Number of grid lines*, isi angka 29 pada x direction, 30 pada y direction dan 12 pada z direction.

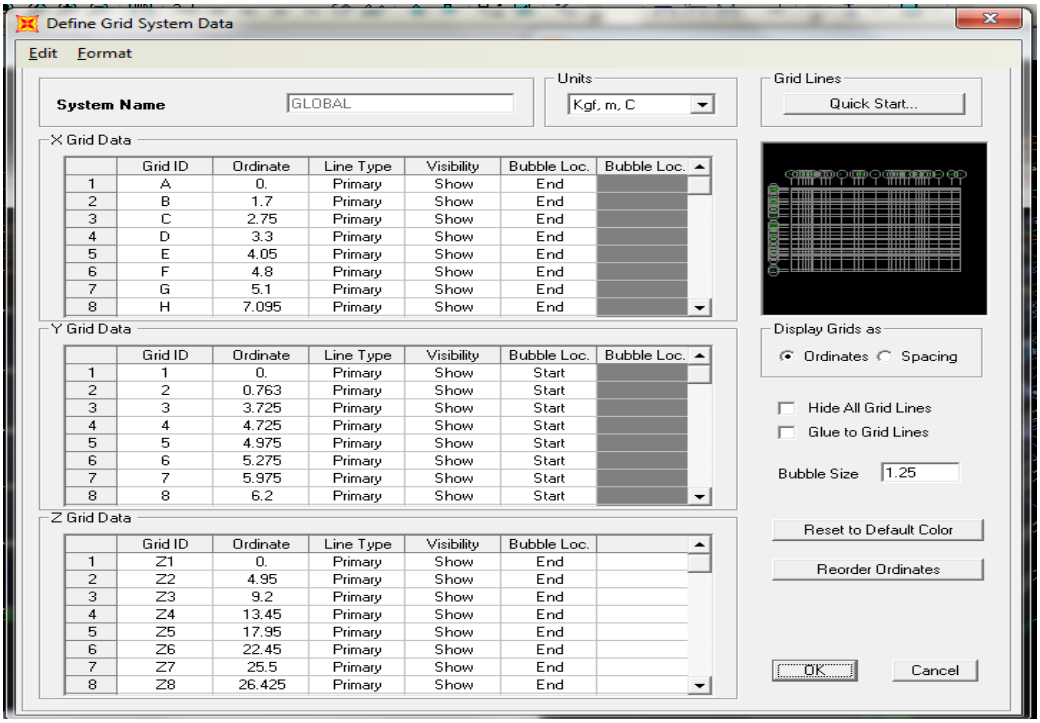


Gambar 5.2 Menentukan Jumlah Grid

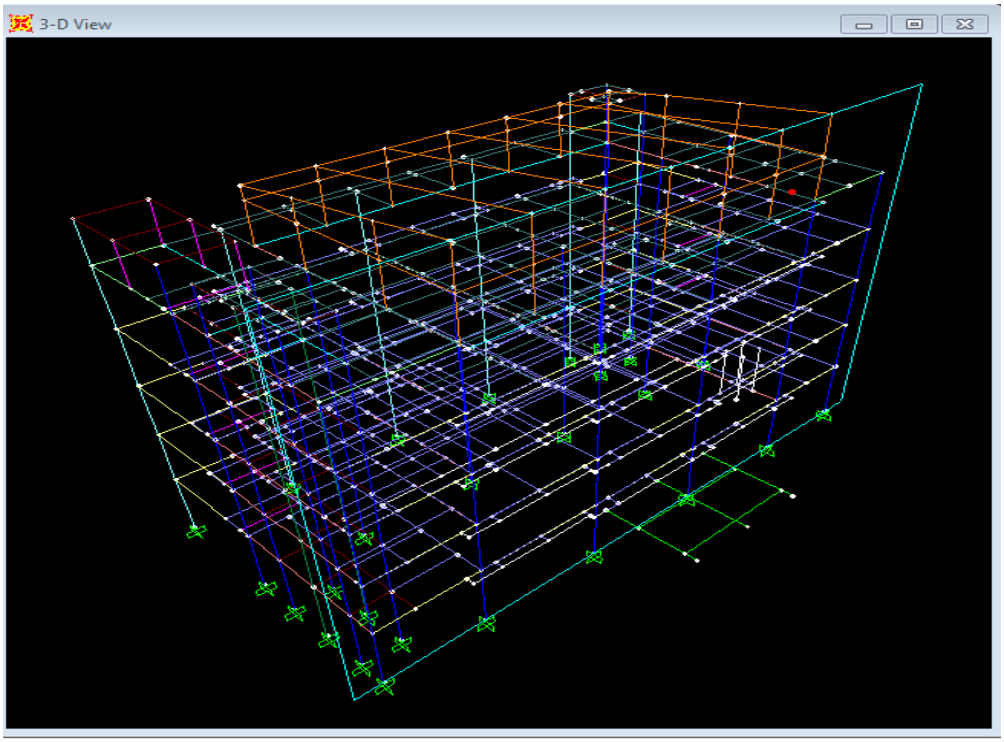
c. Pilih *Define – Coordinate/Grid Systems*, lalu pilih *Modify /Show System* (ALT + D), lihat Gambar 2.14. Ganti *Display Grid as Ordinates* dengan *Spacing*. Masukkan data-data pada kolom *X Grid Data dan Y Grid Data* dengan nilai seperti yang terlihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Tampilan Sistem Grid



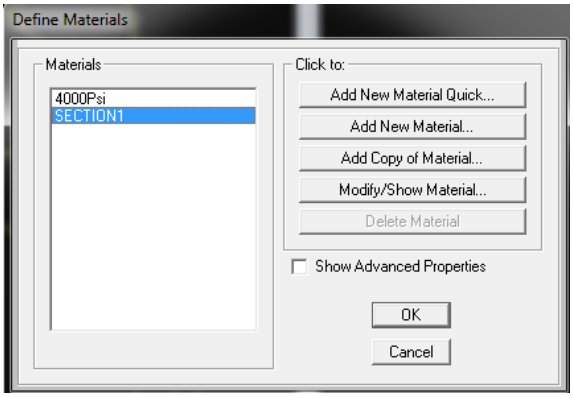
Gambar 5.4 Mengatur Grid Bangunan



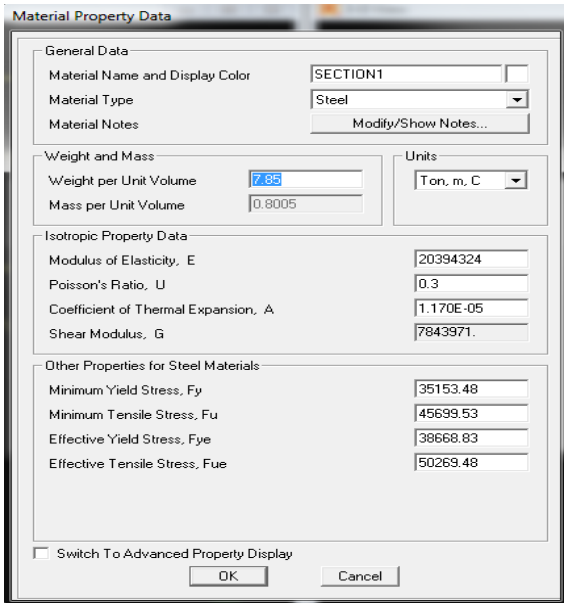
Gambar 5.5 Tampilan Hasil Pengaturan Grid

d. Mendefinisikan Material.

Pilih *Define – Add New Material* dan masukkan data-data yang ada dengan teliti mulai dari *Material Name, Material Type ,Weight per Unit Volume, Modulus of Elasticity (E)* dan nilai f'c.



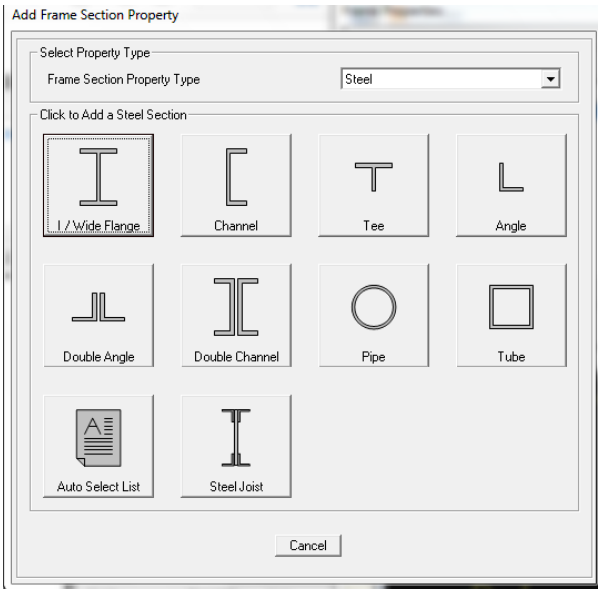
Gambar 5.6 Tampilan Define Materials



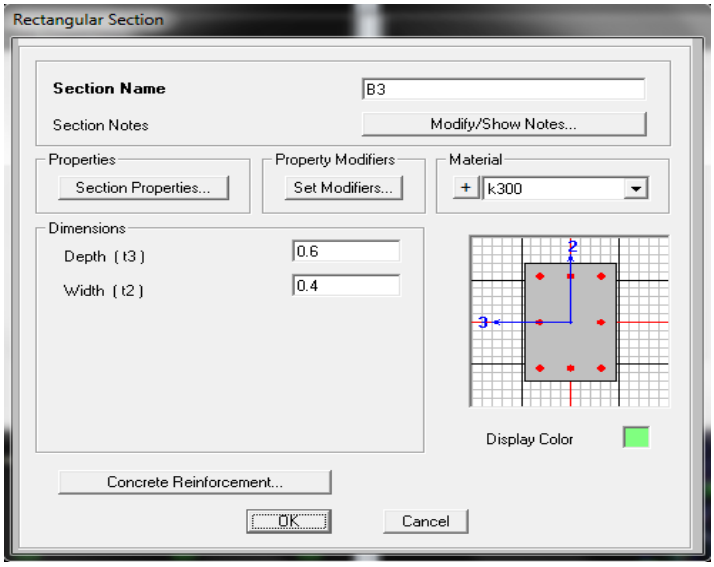
Gambar 5.7 Memasukkan Data Material

e. Mendefinisikan dimensi balok dan kolom

Pilih *Define – Section Properties – Frame Sections – Add New Properties.* Maka akan muncul tampilan *Add Frame Section Property*. Pada kolom *Frame Section Property Type* ganti dengan *concrete* seperti pada Gambar 5.9. Klik *rectagular*, selanjutnya isi data berdasarkan yang ada di lapangan pada *rectagular Section.*



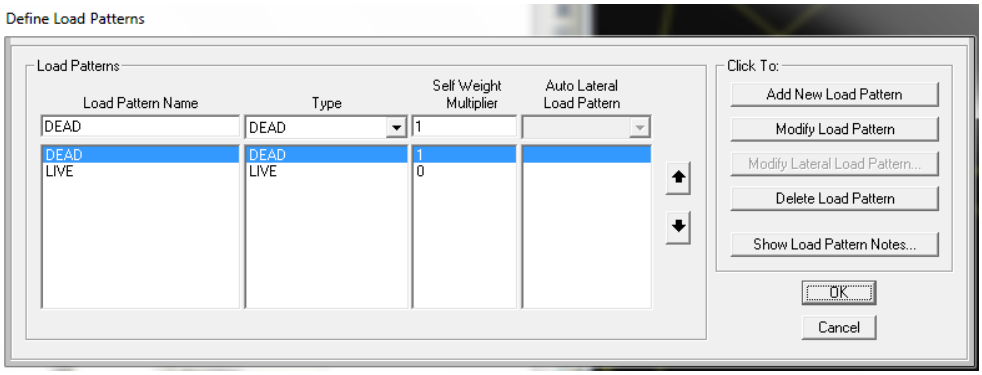
Gambar 5.8 Memilih Tipe Penampang



Gambar 5.9 Mengatur penampang beton

f. Mendefinisikan Beban dan Kombinasi Pembebanan

Pilih *Define – Load Pattern* dan definisikan beban mati (DEAD) dengan *Self Weight Multiplier = 0* dan begitu juga dengan beban hidup (LIVE), beban sendiri (beban mati tambahan) dan beban gempa (QUAKE), lalu klik OK.



Gambar 5.10 Mendefinisikan Beban

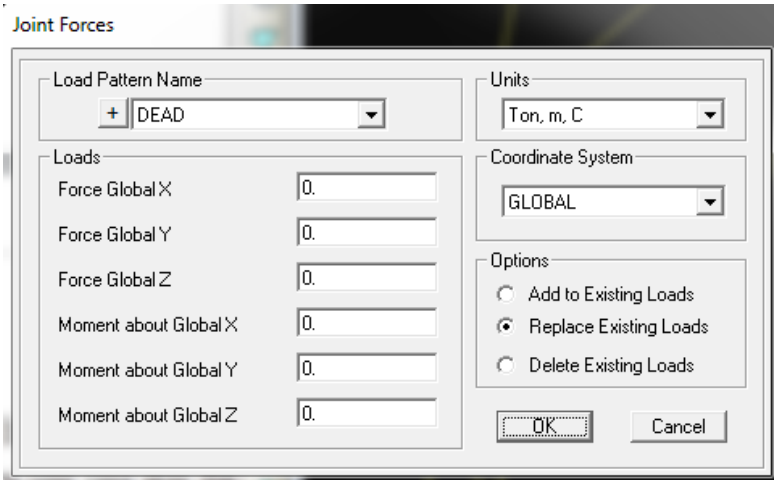
g. Menentukan Kondisi Perletakan

Klik pada Joint paling bawah dan dari menu utama pilih *Assign – Joint – Restraint* lalu pilih ikon jepit .

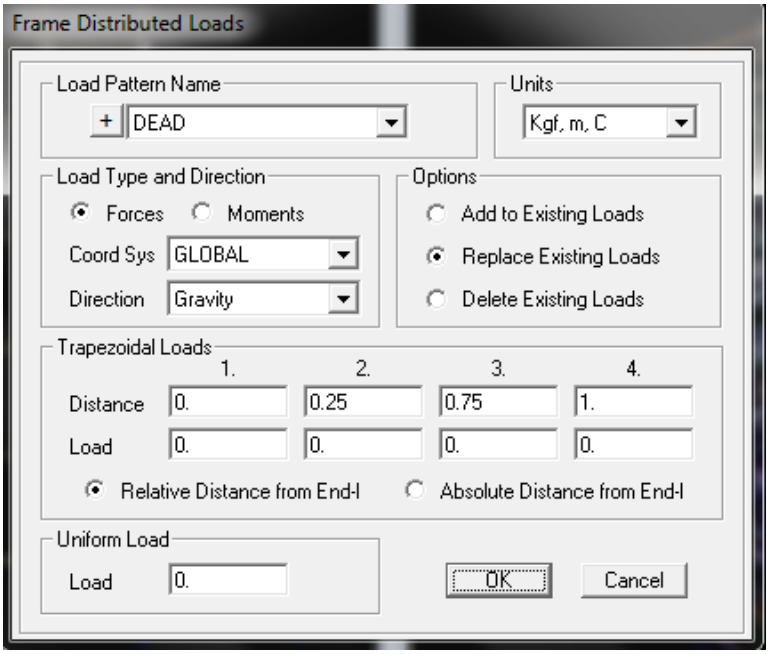
Gambar 5.11 Menentukan perletakan

h. Memasukkan Data Pembebanan

Klik setiap joint yang akan dimasukkan beban dan klik Assign – Joint Loads – Forces, lalu klik tanda tambah pada Load pattern name. Pilih Load Pattern Name : BEBAN MATI, isikan nilai beban pada Uniform Load, klik OK. Lakukan langkah yang sama untuk beban hidup.



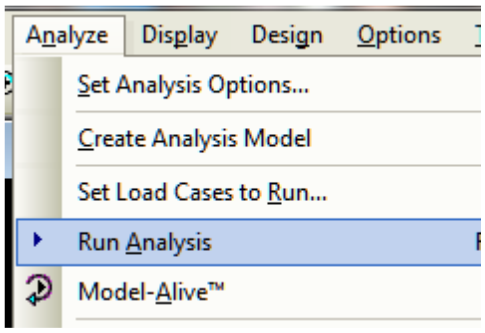
Gambar 5.12 Memasukkan beban



Gambar 5.13 Memasukkan beban mati

i. Run Analysis

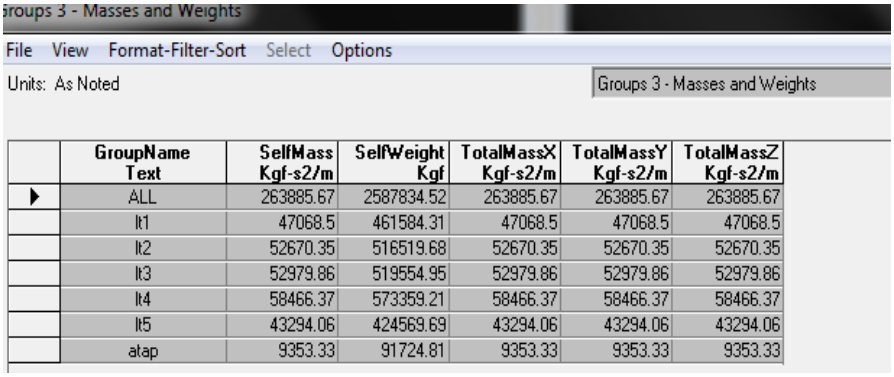
Pilih *Analyze* – *Run Analysis* (F5) untuk melakukan Run pada bangunan yangnsedang dianalisis.



Gambar 5.14 Run Analysis

j. Melihat berat bangunan

Block gambar kemudian klik Assign – Assign to group – add new group – tulis nama menjadi group 1, kemudian ok. Lalu display – show table – other definition – group data – group 3 mass and weight.



Groups 3 - Masses and Weights

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted | Groups 3 - Masses and Weights

	GroupName Text	SelfMass Kgf-s2/m	SelfWeight Kgf	TotalMassX Kgf-s2/m	TotalMassY Kgf-s2/m	TotalMassZ Kgf-s2/m
▶	ALL	263885.67	2587834.52	263885.67	263885.67	263885.67
	lt1	47068.5	461584.31	47068.5	47068.5	47068.5
	lt2	52670.35	516519.68	52670.35	52670.35	52670.35
	lt3	52979.86	519554.95	52979.86	52979.86	52979.86
	lt4	58466.37	573359.21	58466.37	58466.37	58466.37
	lt5	43294.06	424569.69	43294.06	43294.06	43294.06
	atap	9353.33	91724.81	9353.33	9353.33	9353.33

Gambar 5.15 Hasil berat bangunan tiap lantai

5.1.3 Perhitungan Dayang Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir

5.1.3.1 Data Pondasi di Lapangan

a. Panjang pondasi bored pile = 12 m
b. Diameter tiang = ø 80 cm
c. Jumlah titik yang akan di hitung = 3 titik
d. Mutu beton = 25 MPa

5.1.3.2 Perhitungan Menggunakan Data Di Lapangan

a. Data sondir titik S-1

Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile dengan metode Meyerhoff adalah sebagai berikut :

Qu = (qc .Ap) + (JHL . K11)

Diameter Tiang = 80 cm

Luas penampang bored pile (Ap) = $\frac{1}{4}$ x π x D^2

= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x $(80\ cm)^2$

= **5024 cm^2 = 0.5024 m^2**

Tabel 5.8 nilai Qc rata-rata berdasarkan data sondir S-1

Kedalaman (meter)	**Hambatan konus (kg/cm2)**
0.00	0
0.50	10
1.00	10
1.50	10
2.00	10
2.50	10
3.00	10
3.80	20
4.60	110
5.60	70
6.40	70
7.00	90
8.00	120
9.00	120
10.00	90
11.00	140
12.00	230

Nilai rata-rata qc (8D sampai 4D) dari tabel di atas

qc = (70+70+90+120+120+90+140+230)/8

= 116.25 kg/cm^2 (kedalaman 12 meter)

K11 = π x D

= 3.14 x 80 cm

= **251.2 cm^2 = 2.512 m^2**

Nilai JHL diambil dari data sondir Jumlah Hambatan Lekat di kedalaman 12 meter.

JHL = 214,14 kg/cm^2

Maka, Qu = (qc . Ap) + (JHL . K11)

= (116.25 kg/cm^2 x 5024 cm^2) + (214.14 kg/cm^2 x 251.2 cm^2)

= 584040 kg + 53791.968 kg

= 637831.968 kg = **637.831968 Ton**

Faktor Aman

Qa = $\frac{584040 \text{ kg}}{3} + \frac{53791.968 \text{ kg}}{5}$

= 194680 kg + 10758.3936 kg

= 205438.394 kg = **205.4384 Ton**

b. Data sondir titik S-3

Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile dengan metode Meyerhoff adalah sebagai berikut :

Qu = (qc .Ap) + (JHL . K11)

Diameter Tiang = 80 cm

Luas penampang bored pile (Ap) = $\frac{1}{4}$ x π x D^2

= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x $(80 \text{ cm})^2$

= **5024 cm^2 = 0.5024 m^2**

Tabel 5.9 nilai Qc rata-rata berdasarkan data sondir S-3

Kedalaman (meter)	**Hambatan konus (kg/cm2)**
0.00	0
0.50	10
1.00	10
1.50	10
2.00	10
2.50	10
3.00	10
4.00	10
5.00	10
6.00	30
7.00	30
8.00	50
9.00	90
10.00	210
11.00	240

Nilai rata-rata qc (8D sampai 4D) dari tabel di atas

qc = (30+30+50+90+210+240)/6

= 108.33 kg/cm^2 (kedalaman 11 meter)

K11 = π x D

= 3.14 x 80 cm

= **251.2 cm^2 = 2.512 m^2**

Nilai JHL diambil dari data sondir Jumlah Hambatan Lekat di kedalaman 11 meter karena data sondir hanya sampai kedalaman 11 meter.

JHL = 187.37 kg/cm^2

Maka, Qu = (qc . Ap) + (JHL . K11)

= (108.33 kg/cm^2 x 5024 cm^2) + (187.37 kg/cm^2 x 251.2 cm^2)

= 544249.92 kg + 47092.464 kg

= 591342.384 kg = **591.342384 Ton**

Faktor Aman

Qa = $\frac{544249.92 \text{ kg}}{3} + \frac{47092.464 \text{ kg}}{5}$

= 181416.64 kg + 9418.4928 kg

= 190835.133 kg = **190.83513 Ton**

c. Data sondir titik S-4

Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile dengan metode Meyerhoff adalah sebagai berikut :

Qu = (qc .Ap) + (JHL . K11)

Diameter Tiang = 80 cm

Luas penampang bored pile (Ap) = $\frac{1}{4}$ x π x D^2

= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x (80 cm)^2

= **5024 cm^2 = 0.5024 m^2**

Tabel 5.10 nilai Qc rata-rata berdasarkan data sondir S-4

Kedalaman (meter)	**Hambatan konus (kg/cm2)**
0.00	0
0.50	10
1.00	10
1.50	10
2.00	10
2.50	10
3.00	20
4.00	10
5.00	20
6.00	30
7.00	80
8.00	80
9.00	110
10.00	150
11.00	230

Nilai rata-rata qc (8D sampai 4D) dari tabel di atas

qc = (30+80+80+110+150+230)/6

= 113.33 kg/cm^2 (kedalaman 11 meter)

K11 = π x D

= 3.14 x 80 cm

= **251.2 cm^2 = 2.512 m^2**

Nilai JHL diambil dari data sondir Jumlah Hambatan Lekat di kedalaman 11 meter karena data sondir hanya sampai kedalaman 11 meter.

JHL = 187.37 kg/cm^2

Maka, Qu = (qc . Ap) + (JHL . K11)

= (113.33 kg/cm^2 x 5024 cm^2) + (187.37 kg/cm^2 x 251.2 cm^2)

= 569386.665 kg + 47092.464 kg

= 616479.129 kg = **616.479.129 Ton**

Faktor Aman

$$\mathbf{Qa} = \frac{569386.665 \text{ kg}}{3} + \frac{47092.464 \text{ kg}}{5}$$

$$= 189795.555 \text{ kg} + 9418.4928 \text{ kg}$$

$$= 199214.048 \text{ kg} = \mathbf{199.214 \text{ Ton}}$$

Kesimpulan :

Perhitungan dari data sondir tidak digunakan karna di beberapa hanya di titik S-1 yang kedalamannya memenuhi kedalaman yang di rencanakan yaitu 12 meter sedangkan di titik S-3 dan S-4 hanya memiliki kedalaman 11 meter. Selain itu data sondir lebih di anjurkan untuk di gunakan dalam pondasi dangkal karena data sondir tidak memiliki karakteristik tanah. Jadi untuk perhitungan perencanaan pondasi ini digunakan data dari SPT.

5.1.4 Perhitungan Dayang Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data SPT

5.1.4.1 Data Pondasi di Lapangan

e. Panjang pondasi bored pile = 12 m
f. Diameter tiang = ø 80 cm
g. Jumlah titik yang akan di hitung = 3 titik
h. Mutu beton = 25 MPa

5.1.4.2 Perhitungan Menggunakan Data Di Lapangan

Perhitungan ini menggunakan metode Meyerhoff dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{P_a} = \frac{qc.Ap}{Fk\ 1} + \frac{\Sigma\ Li.fi.Ast}{Fk\ 2}$$

a. Titik Bored hole - 6

Tabel 5.11 Nilai SPT Bored Hole -6

Kedalaman (m)	N SPT
0	0
1	2
1.5	2
2	3
3	4
3.5	5
4	6
4.5	7
5	9
6	13
6.5	14
7	15
7.5	18
8	26
9	36
12	49
12.5	71

Sumber : Data SPT Titik BH-6

Nilai N diambil di kedalam yang akan di tinjau

N = 2 (kedalaman 1 meter)

Jenis tanah = Silty/Clay

qc = 20 x 2 (untuk Silty/Clay, nilai qc diambil 20 N)

= 40 t/m^2

AP = $\frac{1}{4}$ x л x D^2

= $\frac{1}{4}$ x 3.14 x (0.8 m)^2

= 0.5024 m^2

A_{st} = л x D

= 3.14 x 0.8 m

= 2.512 m

li = 1 meter

fi = 2 t/m^2 (Silty/Clay)

P_a = $\frac{qc.Ap}{Fk\ 1} + \frac{\Sigma\ Li.fi.Ast}{Fk\ 2}$

= $\frac{40\ x\ 0.5024}{3} + \frac{1\ x\ 2x\ 2.512}{5}$

= 7.70 ton

Perhitungan daya dukung tekan tiang berdasar data SPT pada masing-masing kedalaman bisa dilihat pada tabel 5.12

Tabel 5.12 Daya dukung tekan tiang berdasarkan data SPT (Bored hole – 6)

depth (m)	Li (m)	Jenis Tanah C/S	N SPT	Qc (t/m2)	Ap (m2)	Ast (m)	Fi (t/m2)	li. Fi (t.m)	Σli. Fi (t.m)	Pall (ton)
1.00	1	Clay	2	40	0.5024	2.512	2	2	2	7.70
1.50	0.5	Clay	2	40	0.5024	2.512	2	1	3	8.21
2.00	0.5	Clay	3	60	0.5024	2.512	3	1.5	4.5	12.31
3.00	1	Clay	4	80	0.5024	2.512	4	4	8.5	17.67
3.50	0.5	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	2.5	11	22.27
4.00	0.5	Clay	6	120	0.5024	2.512	6	3	14	27.13
4.50	0.5	Clay	7	140	0.5024	2.512	7	3.5	17.5	32.24
5.00	0.5	Clay	9	180	0.5024	2.512	8	4	21.5	40.95
6.00	1	Clay	13	260	0.5024	2.512	12	12	33.5	60.37
6.50	0.5	Clay	14	280	0.5024	2.512	12	6	39.5	66.74
7.00	0.5	Clay	15	300	0.5024	2.512	12	6	45.5	73.10
7.50	0.5	Clay	18	360	0.5024	2.512	12	6	51.5	86.16
8.00	0.5	Clay	26	520	0.5024	2.512	12	6	57.5	115.97
9.00	1	Clay	36	720	0.5024	2.512	12	12	69.5	155.49
12.00	3	Clay	49	980	0.5024	2.512	12	36	105.5	217.12
12.50	0.5	Clay	71	1420	0.5024	2.512	12	6	111.5	293.82

Tabel 5.13 Daya dukung tekan tiang berdasarkan data SPT (Bored hole – 7)

depth (m)	Li (m)	Jenis Tanah C/S	N SPT	Qc (t/m2)	Ap (m2)	Ast (m)	Fi (t/m2)	li. Fi (t.m)	Σli. Fi (t.m)	Pall (ton)
1.00	1	Clay	2	40	0.5024	2.512	2	2	2	7.70
1.50	0.5	Clay	2	40	0.5024	2.512	2	1	3	8.21
2.00	0.5	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	2.5	5.5	19.51
3.00	1	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	5	10.5	22.02
3.50	0.5	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	2.5	13	23.28
4.00	0.5	Clay	7	140	0.5024	2.512	7	3.5	16.5	31.73
4.50	0.5	Clay	7	140	0.5024	2.512	7	3.5	20	33.49
5.00	0.5	Clay	10	200	0.5024	2.512	10	5	25	46.05
6.00	1	Clay	10	200	0.5024	2.512	10	10	35	51.08
6.50	0.5	Clay	10	200	0.5024	2.512	10	5	40	53.59
7.00	0.5	Clay	15	300	0.5024	2.512	12	6	46	73.35
7.50	0.5	Clay	15	300	0.5024	2.512	12	6	52	76.36
8.00	0.5	Clay	24	480	0.5024	2.512	12	6	58	109.52
9.00	1	Clay	34	680	0.5024	2.512	12	12	70	149.05
12.00	3	Clay	47	940	0.5024	2.512	12	36	106	210.67
12.50	0.5	Clay	79	1580	0.5024	2.512	12	6	112	320.87

Tabel 5.14 Daya dukung tekan tiang berdasarkan data SPT (Bored hole – 8)

depth (m)	Li (m)	Jenis Tanah C/S	N SPT	Qc (t/m2)	Ap (m2)	Ast (m)	Fi (t/m2)	li. Fi (t.m)	Σli. Fi (t.m)	Pall (ton)
1.00	1	Clay	2	40	0.5024	2.512	2	2	2	7.70
1.50	0.5	Clay	2	40	0.5024	2.512	2	1	3	8.21
2.00	0.5	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	2.5	5.5	19.51
3.00	1	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	5	10.5	22.02
3.50	0.5	Clay	5	100	0.5024	2.512	5	2.5	13	23.28
4.00	0.5	Clay	7	140	0.5024	2.512	7	3.5	16.5	31.73
4.50	0.5	Clay	7	140	0.5024	2.512	7	3.5	20	33.49
5.00	0.5	Clay	10	200	0.5024	2.512	10	5	25	46.05
6.00	1	Clay	10	200	0.5024	2.512	10	10	35	51.08
6.50	0.5	Clay	10	200	0.5024	2.512	10	5	40	53.59
7.00	0.5	Clay	15	300	0.5024	2.512	12	6	46	73.35
7.50	0.5	Clay	15	300	0.5024	2.512	12	6	52	76.36
8.00	0.5	Clay	24	480	0.5024	2.512	12	6	58	109.52
9.00	1	Clay	34	680	0.5024	2.512	12	12	70	149.05
12.00	3	Clay	47	940	0.5024	2.512	12	36	106	210.67
12.50	0.5	Clay	61	1220	0.5024	2.512	12	6	112	260.58

5.1.5 Perhitungan Jumlah Tiang yang di Perlukan

Menurut Pamungkas & Harianti (2013), Perhitungan jumlah tiang yang diperlukan pada suatu titik kolom menggunakan beban aksial dengan kombinasi beba DL + LL (beban terfaktor). Tetapi dalam perhitungan ini beban aksial di ambil dari output aplikasi SAP2000 v14.

Rumus menentukan jumlah tiang yang di perlukan adalah :

$$\mathbf{np} = \frac{P}{Pall}$$

dengan :

np : jumlah tiang

P : gaya aksial yang terjadi

Pall : daya dukung ijin tiang

Daya dukung ijin tiang diambil dari perhitungan N-SPT dan kedalaman tiang yang direncanakan adalah 12 meter dari permukaan tanah.Sehingga jumlah tiang yang diperlukan didapat :

Untuk titik bored hole – 6

$$np = \frac{P}{Pall}$$
$$= \frac{495612.5}{217.12}$$
$$= 2.283 \approx 3 \text{ tiang}$$

Untuk titik bored hole – 7

$$np = \frac{P}{Pall}$$
$$= \frac{445523.72}{210.67}$$
$$= 2.1148 \approx 3 \text{ tiang}$$

Untuk titik bored hole – 8

$$np = \frac{P}{Pall}$$
$$= \frac{412566.47}{210.67}$$
$$= 1.958354 \approx 2 \text{ tiang}$$

5.1.6 Efisiensi Kelompok Tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse-Labbarre* dari *Uniform Building Code* AASHTO adalah :

$$Eg = 1 - \theta\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$$

Dimana :

Eg = efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg (D/s) (derajat) ($\theta = \tan^{-1}\frac{D}{s}$)

D = ukuran penampang (2.5D)

S = jarak antar tiang (as ke as)

m = jumlah tiang dalam 1 kolom

n = jumlah tiang dalam 1 baris

untuk daya dukung vertikal kelompok tiang = Eg x jumlah pile x daya dukung ijin tiang.

Daya dukung kelompok tiang harus > gaya aksial yang terjadi.

a. Efesiensi kelompok tiang titik bored hole – 6

Data – data pondasi yang akan gunakan

- Diameter penampang = 80 cm
- Jarak antar tiang = 200 cm
- Jumlah tiang dalam 1 kolom = 1
- Jumlah tiang dalam 1 baris = 3

$Eg = 1 - \theta\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$

$\theta = \tan^{-1}\ \frac{D}{s}$

$= \tan^{-1}\ (80/200)$

$= 21.48^{o}$

$Eg = 1 - \theta\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$

$= 1 - 21.48\frac{(3-1)1+(1-1)3}{90x1x3}$

$= 1 - 20.48\ \frac{2}{270} = 0.8483$

Daya dukung vertikal kelompok tiang adalah :

= Eg x jumlah pile x daya dukung

= 0.8493 x 3 x 210.67

= 536.7661 ton > Pu = 495.6125 ton **(OK)**

b. Efesiensi kelompok tiang titik bored hole – 7

Untuk efesiensi kelompok tiang di titik bored hole – 7 karena memiliki jumlah tiang yang di rencanakan sama dengan titik bored hole – 6, maka nilai efesiensinya juga sama yaitu : 536.7661 ton

c. Efesiensi kelompok tiang titik bored hole – 8

Data – data pondasi yang akan gunakan

- Diameter penampang = 80 cm

- Jarak antar tiang = 200 cm
- Jumlah tiang dalam 1 kolom = 1
- Jumlah tiang dalam 1 baris = 2

$Eg = 1 - \theta\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$

$\theta = \tan^{-1}\ \frac{D}{s}$

$Eg = 1 - \theta\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90mn}$

$= 1 - 21.48\frac{(2-1)1+(1-1)2}{90x2x1}$

$= 1 - 20.48\ \frac{1}{180} = 0.8862$

Daya dukung vertikal kelompok tiang adalah :

= Eg x jumlah pile x daya dukung

= 0.8862 x 2 x 210.67

= 384.83 ton > Pu = 307.935 ton **(OK)**

5.1.7 Penulangan Pondasi Bored Pile

Dari perhitungan dengan menggunakan program GRASP didapat nilai momen,shear, dan aksial untuk digunakan dalam penulangan.

5.1.7.1 Penulangan Tulangan Lentur

a. Perhitungan Tulangan titik Bored Hole - 6

1) Perhitungan Tulangan Lentur

- Hitung Mu

  $Mn = \frac{M}{n}$

  $= \frac{512209\ kg.m}{3}$

  = 170736.3 kg.m

  Nilai M didapat dari beban vertikal di tambah dengan momen :

  495.6125 ton + 16.5965 ton = 512.209 ton

- Hitung Mn

Mn = $\frac{Mu}{\varphi}$

= $\frac{170736.3\ kg.m}{0.7}$

= 243909 kg.m `

Dimana :

Mn = momen nominal

φ = 0.7 faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral

2) Menghitung ρmin, ρb dan ρmax

ρmin = $\frac{1.4}{400}$

= 0.0035

ρb = $\left(\frac{0.85.\beta.fc}{fy}\right) . \left(\frac{600}{600+fy}\right)$

= $\left(\frac{0.85.0.85.25}{400}\right) . \left(\frac{600}{600+400}\right)$

= $\left(\frac{18.0625}{400}\right) . \left(\frac{600}{1000}\right)$

= 0.045156 x 0.6

= 0.02709375

ρmax = 0.75 x ρb

= 0.75 x 0.02709375

= 0.020036

Dimana :

ρmin = rasio tulangan minimum

ρb = rasio tulangan seimbang (balance)

ρmax = rasio tulangan maksimum

fy = mutu baja

f'c = mutu beton

3) Menghitung ρ

ρ = $\frac{1}{m}$ (1-√1 $\frac{(2\ (m).Rn)}{fy}$

m = $\frac{fy}{0.85.fc}$

$= \frac{400}{0.85.25}$

=18.82353

d = diameter penampang – selimut beton - $\frac{1}{2}$ diameter tulangan

= 0.8 m – 0.050 m – 0.022 m / 2

= 0.728 m

Rn $= \frac{Mn}{b.d^2}$

$= \frac{243909 \text{ kg.m}}{0.8\ m\ .(0.728 \text{ m})\text{^}2}$

$= \frac{243909 \text{ kg.m}}{0.42399}$

= 575270.5 kg/m^2 ~ 5.642 Mpa

ρ $= \frac{1}{18.82353}$ (1-√1- $\frac{(2\ (18.82353).5.642)}{400}$

= 0.01668

0.0035 < 0.01668 < 0.020046

ρmin < ρ < ρmax → ρmin < ρ maka dipakai ρ

4) Menghitung luas tulangan

As = ρ x b x d

h = 800 mm

= h – ds → ds = Sb + øsengkang + D/2

= 50 mm + 10 mm+ 22 mm/2

= 71 mm

= 800 – 71 = 729 mm

d = h – Sb - øsengkang D/2

= 729 mm – 50 mm – 10 mm – 2 mm/2

= 658 mm

As perlu = 0.01668 x 800 mm x 628 mm

= 8380.66 mm^2

As tul. $= \frac{1}{4} . л. (22^2)$

$= 379.94 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan n= $\frac{As}{As\ tul}$

$= \frac{8380.66}{379.94}$

$= 22.058 \sim 23D22$

b. Perhitungan Tulangang titik Bored Hole - 7

1) Perhitungan Tulangan Lentur

- Hitung Mu

Mn = $\frac{M}{n}$

$= \frac{452165.72\ kg.m}{3}$

= 150721.9067kg.m

Nilai M didapat dari beban vertikal di tambah dengan momen :

445.52372 ton + 6.642 ton = 452.16572 ton

- Hitung Mn

Mn = $\frac{Mu}{\varphi}$

$= \frac{150721.9067\ kg.m}{0.7}$

= 215317.0095 kg.m `

Dimana :

Mn = momen nominal

φ = 0.7 faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral

2) Menghitung ρmin, ρb dan ρmax

ρmin $= \frac{1.4}{400}$

$= 0.0035$

ρb $= \left(\frac{0.85.\beta.fc}{fy}\right) . \left(\frac{600}{600+fy}\right)$

$= \left(\frac{0.85.0.85.25}{400}\right) . \left(\frac{600}{600+400}\right)$

$= \left(\frac{18.0625}{400}\right) . \left(\frac{600}{1000}\right)$

= 0.045156 x 0.6

= 0.02709375

ρmax = 0.75 x ρb

= 0.75 x 0.02709375

= 0.020036

3) Menghitung ρ

ρ $= \frac{1}{m}(1-\sqrt{1}\ \frac{(2\ (m).Rn)}{fy}$

m $= \frac{fy}{0.85.fc}$

$= \frac{400}{0.85.25}$

=18.82353

d = diameter penampang – selimut beton - $\frac{1}{2}$ diameter tulangan

= 0.8 m – 0.050 m – 0.022 m / 2

= 0.728 m

Rn $= \frac{Mn}{b.d^2}$

$= \frac{215317.0095\ \text{kg.m}}{0.8\ m\ .(0.728\ \text{m})\text{^}2}$

$= \frac{215317.0095\ \text{kg.m}}{0.42399}$

= 507835.11 kg/m^2 ~ 4.98 Mpa

ρ $= \frac{1}{18.82353}(1-\sqrt{1}-\frac{(2\ (18.82353).4.98)}{400}$

= 0.0144

0.0035 > 0.0144 < 0.020046

ρmin < ρ < ρmax → ρmin < ρ maka dipakai ρ

4) Menghitung luas tulangan

As = ρ x b x d

h = 800 mm

= h – ds → ds = Sb + øsengkang + D/2

= 50 mm + 10 mm+ 22 mm/2

= 71 mm

= 800 – 71 = 729 mm

d = h – Sb - øsengkang D/2

= 729 mm – 50 mm – 10 mm – 2 mm/2

= 658 mm

As perlu = 0.0144 x 800 mm x 658 mm

= 7581.3115 mm^2

As tul. = $\frac{1}{4}$. л. (22^2)

= 379.94 mm^2

Jumlah tulangan n= $\frac{As}{As\ tul}$

= $\frac{7581.3115}{379.94}$

= 19.95 ~ 20D22

c. Perhitungan Tulangan titik Bored Hole - 8

1) Perhitungan Tulangan Lentur

- Hitung Mu

Mn = $\frac{M}{n}$

= $\frac{419699\ kg.m}{3}$

= 139899.667 kg.m

Nilai M didapat dari beban vertikal di tambah dengan momen :

412.56647 ton + 6.13268 ton = 418.699 ton

- Hitung Mn

Mn = $\frac{Mu}{\varphi}$

$= \frac{139899.667\ kg.m}{0.7}$

= 199856.667 kg.m `

Dimana :

Mn = momen nominal

φ = 0.7 faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral

5) Menghitung ρmin, ρb dan ρmax

ρmin $= \frac{1.4}{400}$

= 0.0035

ρb $= \left(\frac{0.85.\beta.fc}{fy}\right) . \left(\frac{600}{600+fy}\right)$

$= \left(\frac{0.85.0.85.25}{400}\right) . \left(\frac{600}{600+400}\right)$

$= \left(\frac{18.0625}{400}\right) . \left(\frac{600}{1000}\right)$

= 0.045156 x 0.6

= 0.02709375

ρmax = 0.75 x ρb

= 0.75 x 0.02709375

= 0.020036

6) Menghitung ρ

ρ $= \frac{1}{m}$ (1-√1 $\frac{(2\ (m).Rn)}{fy}$

m $= \frac{fy}{0.85.fc}$

$= \frac{400}{0.85.25}$

=18.82353

d = diameter penampang – selimut beton - $\frac{1}{2}$ diameter tulangan

= 0.8 m – 0.050 m – 0.022 m / 2

= 0.728 m

Rn $= \frac{Mn}{b.d^2}$

$= \frac{199856.667 \text{ kg.m}}{0.8\ m\ .(0.728\ \text{m})\text{^}2}$

$= \frac{199856.667 \text{ kg.m}}{0.42399}$

$= 471371.181 \text{ kg/m}^2 \sim 4.622\text{Mpa}$

ρ $= \frac{1}{18.82353}\left(1-\sqrt{1-\frac{(2\ (18.82353)4.622\ )}{400}}\right.$

$= 0.013175$

$0.0035 > 0.013175 < 0.020046$

ρmin < ρ < ρmax → ρmin < ρ maka dipakai ρ

7) Menghitung luas tulangan

As = ρ x b x d

h = 800 mm

= h – ds → ds = Sb + øsengkang + D/2

= 50 mm + 10 mm+ 22 mm/2

= 71 mm

= 800 – 71 = 729 mm

d = h – Sb - øsengkang D/2

= 729 mm – 50 mm – 10 mm – 2 mm/2

= 658 mm

As perlu = 0.013175 x 800 mm x 658 mm

= 6935.32 mm^2

As tul. $= \frac{1}{4}$. л. (22^2)

= 379.94 mm^2

Jumlah tulangan n= $\frac{As}{As\ tul}$

$= \frac{6935.32}{379.94}$

= 18.25 ~ 19 D22

Untuk tulangan pada titik bored hole – 7 (20D22) & bored hole – 8 (19D22) di selaraskan banyaknya tulangan dengan titik bored hole – 6 (23D22) untuk mempermudah perakitan tulangan bored pile.

5.1.7.2 Penulangan Tulangan Geser

a. Perhitungan Tulangan titik Bored Hole – 6

Vu = 233918.08 kg ~ 2293952.7459 N

Vc = $(1 + \frac{Vu}{Ap}).\ \frac{\sqrt{f'c}}{6}$.-$b_w$. d

= $(1 + \frac{2293952.7459}{50240\ mm2}).\ \frac{\sqrt{25}}{6}$.-800 mm . 728 mm

= 22645598.71 N = 2309208.41 kg

Ø Vc = 0.70 x 22645598.71 N →ø= tulangan reduksi kekuatan untuk spiral

= 15851919.1 N = 1616445.887 kg

Vu < Ø Vc = 233918.08 kg < 1616445.887 kg

Maka untuk tulangan geser tidak diperhitungkan hanya digunakan tulangan geser minimum sesuai dengan SNI 03-2847-2002 dimana tulangan geser minimum yaitu Ø10-150.

b. Perhitungan Tulangan titik Bored Hole – 7

Vu = 262548.47 kg ~ 2574720.961N

Vc = $(1 + \frac{Vu}{Ap}).\ \frac{\sqrt{f'c}}{6}$.-$b_w$. d

= $(1 + \frac{2574720.961}{50240\ mm2}).\ \frac{\sqrt{25}}{6}$.800 mm . 728 mm

= 25357903.126 N = 2585786.487 kg

Ø Vc = 0.70 x 25357903.126 N →ø= tulangan reduksi kekuatan untuk spiral

= 17750532.1882 N = 1810050.541 kg

Vu < Ø Vc = 262548.47 kg < 1810050.541 kg

Maka untuk tulangan geser tidak diperhitungkan hanya digunakan tulangan geser minimum sesuai dengan SNI 03-2847-2002 dimana tulangan geser minimum yaitu Ø10-150.

c. Perhitungan Tulangan titik Bored Hole – 8

Vu = 233918.08 kg ~ 2293952.7459 N

Vc = $(1 + \frac{Vu}{Ap})$. $\frac{\sqrt{f'c}}{6}$.-b_w . d

= $(1 + \frac{2293952.7459}{50240\ mm2})$. $\frac{\sqrt{25}}{6}$.-800 mm . 728 mm

= 22645598.71 N = 2309208.41 kg

Ø Vc = 0.70 x 22645598.71 N →ø= tulangan reduksi kekuatan untuk spiral

= 15851919.1 N = 1616445.887 kg

Vu < Ø Vc = 233918.08 kg < 1616445.887 kg

Maka untuk tulangan geser tidak diperhitungkan hanya digunakan tulangan geser minimum sesuai dengan SNI 03-2847-2002 dimana tulangan geser minimum yaitu Ø10-150.

5.2 Perhitungan Pile Cap dan Penulangannya

a. Perhitungan pile cap dan tulangan titik bored hole - 6

Diketahui :

Jumlah tiang : 3 buah

Dimensi kolom : 700 x 800 mm

Mutu beton : 25 Mpa

Mutu baja : 400 Mpa

Beban aksial (p) : 495612.50 kg

Jarak antar tiang : 2.5 D = 2.5 x 80 cm = 200 cm

Perhitungan Gaya Geser

1. Kontrol gaya geser satu arah pada penampang kritis

   Vu = σ.L.G

   Dengan σ sama dengan P/A didapat nilai 50.8697 t/m2

   L = 292.4 cm

   G' merupakan daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan satu arah.

   G' = L – (L/2 + lebar kolom/2 + d)

   Didapat nilai G' = 262 mm.

   Dengan demikian didapat nilai Vu = 38.97 ton

   Kuat geser beton:

   $\phi Vc = \phi.1/6.\sqrt{fc'}bd$

   Dari hasil perhitungan didapat nilai ϕVc = 3655000 N = 365.5 ton.

   Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕVc > Vu

   Didapat nilai ϕVc = 365.5 ton > Vu = 38.97 ton. Maka syarat telah terpenuhi.

2. Kontrol gaya geser dua arah pada penampang kritis

   Gaya geser yang bekerja pada penampang kritis:

   $Vu = \sigma (L^2-B'^2)$

   B' = lebar kolom + 2 (1/2) d

   Didapat nilai B' = 150 cm

   Dengan demikian didapat nilai Vu = 320.468 ton

Kemudian berdasarkan SNI 03-2847-2012 pasal 13.12.2.1 disyaratkan nilai Vc adalah nilai terkecil Vc lihat Gambar 2.39 dibawah ini.

1. $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right)\frac{\sqrt{fc'}b_o d}{6}$

2. $V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right)\frac{\sqrt{fc'}b_o d}{12}$

$\alpha s = 40$ untuk kolom dalam
$\alpha s = 30$ untuk kolom tepi
$\alpha s = 20$ untuk kolom sudut

3. $V_c = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_o d$

$\beta_c = \frac{\alpha k}{bk}$

$b_o = 4B'$

$\varphi V_c > V_u$

Untuk Vc 1 didapat nilai 2750 ton
Untuk Vc 2 didapat nilai 3666.67 ton
Untuk Vc 3 didapat nilai 2000 ton
Jadi Vc yang dipakai adalah Vc 3 yaitu 2000 ton.
Kemudian untuk mendapatkan nilai ϕVc sama dengan Vc dikali dengan ϕ = 0,75.
Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕVc > Vu
Didapat nilai ϕVc = 1500 ton > Vu = 320.468 ton. Maka syarat telah terpenuhi.

a. Perhitungan Jumlah Tulangan

1. <u>Tulangan arah x</u>

Lebar penampang kritis B'
B' = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2
Didapat nilai B' = 1062 mm
Berat pile cap pada penampang kritis q'
q' = 2.400 x L
Didapat nilai q' = 6140.4 Kg/m
Mux = 2(Pu/4)(s) – ½ q'B'^2
Didapat nilai Mux = 1908.866 kNm

dx = lebar efektif – diameter tulangan/2

dx = 789 mm

Ru = $\frac{Mux}{b\ x\ dx^2}$

Didapat nilai Ru = 1.0486829 Mpa dan cari nilai ρ pada table nilai perbandingan baja tarik buku Istimawan.

ρ = 0,0035

As perlu = ρ b dx = 8074.63 mm^2

As Tulangan = 379.94 mm^2

Jumlah tulangan = As perlu / As tulangan

Didapat 22 bh, dibulatkan menjadi 22 buah D22

Jarak tulangan = $\frac{\text{lebar pile cap}}{jumlah\ tulangan-1}$

Didapat jarak antar tulangan 139.24 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 8358.68 mm^2

a = $\frac{As\ .\ fy}{0{,}85\ .\ fc\ .\ b}$

Didapat nilai a = 51.98 mm

ϕMn = ϕ As terpasang . fy (dx – ½ a)

Didapat nilai ϕMn = 2040.88 kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕMn > Mux

Didapat nilai ϕMn = 2040.88 kNm > Mux = 1908.866 kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

2. <u>Tulangan arah y</u>

Lebar penampang kritis B'

B' = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

Didapat nilai B' = 1316 mm

Berat pile cap pada penampang kritis q'

q' = 2.400 x L

Didapat nilai q' = 6997.2 Kg/m

Muy = 2(Pu/4)(s) – ½ q'B'^2

Didapat nilai Muy = 1883.422 Nm

dy = lebar efektif – diameter tulangan/2

dy = 767 mm

Ru = $\frac{Muy}{b\ x\ dy^2}$

Didapat nilai Ru = 0.9608419 Mpa dan cari nilai ρ pada tabel nilai perbandingan baja tarik buku Istimawan.

ρ = 0,0035

As perlu = ρ b dy = 8944.75 mm^2

As Tulangan = 379,94 mm^2

Jumlah tulangan = As perlu / As tulangan

Didapat 23.54 bh, dibulatkan menjadi 24 buah D22

Jarak tulangan = $\frac{\text{lebar pile cap}}{jumlah\ tulangan-1}$

Didapat jarak antar tulangan 144.87 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 9118.56 mm^2

a = $\frac{As\ .\ fy}{0{,}85\ .\ fc\ .\ b}$

Didapat nilai a = 50.53 mm

ϕMn = ϕ As terpasang . fy (dy – ½ a)

Didapat nilai ϕMn = 2164.335 kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕMn > Muy

Didapat nilai ϕMn = 2164.335 kNm > Muy = 1883.422 kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

b. Perhitungan pile cap dan tulangan titik bored hole - 7

Diketahui :

Jumlah tiang	: 3 buah
Dimensi kolom	: 700 x 800 mm
Mutu beton	: 25 Mpa
Mutu baja	: 400 Mpa
Beban aksial (p)	: 445523.72 kg
Jarak antar tiang	: 2.5 D = 2.5 x 80 cm = 200 cm

Perhitungan Gaya Geser

1. Kontrol gaya geser satu arah pada penampang kritis

   Vu = σ.L.G

   Dengan σ sama dengan P/A didapat nilai 50.8697 t/m2

   L = 292.4 cm

   G' merupakan daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan satu arah.

   G' = L – (L/2 + lebar kolom/2 + d)

   Didapat nilai G' = 262 mm.

   Dengan demikian didapat nilai Vu = 38.97 ton

   Kuat geser beton:

   $\phi Vc = \phi.1/6.\sqrt{fc'}bd$

   Dari hasil perhitungan didapat nilai ϕVc = 3655000 N = 365.5 ton.

   Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕVc > Vu

   Didapat nilai ϕVc = 365.5 ton > Vu = 38.97 ton. Maka syarat telah terpenuhi.

2. Kontrol gaya geser dua arah pada penampang kritis

   Gaya geser yang bekerja pada penampang kritis:

   $Vu = \sigma (L^2-B'^2)$

   B' = lebar kolom + 2 (1/2) d

   Didapat nilai B' = 150 cm

   Dengan demikian didapat nilai Vu = 320.468 ton

   Kemudian berdasarkan SNI 03-2847-2012 pasal 13.12.2.1 disyaratkan nilai Vc adalah nilai terkecil Vc lihat Gambar 2.39 dibawah ini.

   1. $V_C = \left(1+\frac{2}{\beta_C}\right)\frac{\sqrt{fc'}b_o d}{6}$

   2. $V_C = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o}+2\right)\frac{\sqrt{fc'}b_o d}{12}$

      αs = 40 untuk kolom dalam
      αs = 30 untuk kolom tepi
      αs = 20 untuk kolom sudut

   3. $V_C = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_o d$

   $\beta_c = \frac{\alpha k}{bk}$

   $b_o = 4B'$

   $\varphi V_C > V_u$

Untuk Vc 1 didapat nilai 2750 ton

Untuk Vc 2 didapat nilai 3666.67 ton

Untuk Vc 3 didapat nilai 2000 ton

Jadi Vc yang dipakai adalah Vc 3 yaitu 2000 ton.

Kemudian untuk mendapatkan nilai ϕVc sama dengan Vc dikali dengan ϕ = 0,75.

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕVc > Vu

Didapat nilai ϕVc = 1500 ton > Vu = 320.468 ton. Maka syarat telah terpenuhi.

b. Perhitungan Jumlah Tulangan

1. Tulangan arah x

Lebar penampang kritis B'

B' = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

Didapat nilai B' = 1062 mm

Berat pile cap pada penampang kritis q'

q' = 2.400 x L

Didapat nilai q' = 6140.4 Kg/m

Mux = 2(Pu/4)(s) – ½ q'B'^{2}

Didapat nilai Mux = 1712.518 kNm

dx = lebar efektif – diameter tulangan/2

dx = 789 mm

Ru = $\frac{Mux}{b\ x\ dx^2}$

Didapat nilai Ru = 0.9408142 Mpa dan cari nilai ρ pada table nilai perbandingan baja tarik buku Istimawan.

ρ = 0,0035

As perlu = ρ b dx = 8074.63 mm^2

As Tulangan = 379.94 mm^2

Jumlah tulangan = As perlu / As tulangan

Didapat 21.25 bh, dibulatkan menjadi **22 buah D22**

Jarak tulangan = $\frac{\text{lebar pile cap}}{jumlah\ tulangan-1}$

Didapat jarak antar tulangan 139.24 mm ~ 160 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 8358.68 mm^2

a = $\frac{As\ .\ fy}{0{,}85\ .\ fc\ .\ b}$

Didapat nilai a = 51.98 mm

ϕMn = ϕ As terpasang . fy (dx – ½ a)

Didapat nilai ϕMn = 2040.88 kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕMn > Mux

Didapat nilai ϕMn = 2040.88 kNm > Mux = 1712.518 kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

3. <u>Tulangan arah y</u>

Lebar penampang kritis B'

B' = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

Didapat nilai B' = 1316 mm

Berat pile cap pada penampang kritis q'

q' = 2.400 x L

Didapat nilai q' = 6997.2 Kg/m

Muy = 2(Pu/4)(s) – ½ q'B'^2

Didapat nilai Muy = 1687.074 Nm

dy = lebar efektif – diameter tulangan/2

dy = 767 mm

Ru = $\frac{Muy}{b\ x\ dy^2}$

Didapat nilai Ru = 0.8606735 Mpa dan cari nilai ρ pada tabel nilai perbandingan baja tarik buku Istimawan.

ρ = 0,0035

As perlu = ρ b dy = 8944.75 mm^2

As Tulangan = 379,94 mm^2

Jumlah tulangan = As perlu / As tulangan

Didapat 23.54 bh, dibulatkan menjadi **24 buah D22**

Jarak tulangan = $\frac{\text{lebar pile cap}}{jumlah\ tulangan-1}$

Didapat jarak antar tulangan 144.87 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 9118.56 mm^2

a = $\frac{As\ .\ fy}{0{,}85\ .\ fc\ .\ b}$

Didapat nilai a = 50.53 mm

ϕMn = ϕ As terpasang . fy (dy – ½ a)

Didapat nilai ϕMn = 2164.335 kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕMn > Muy

Didapat nilai ϕMn = 2164.335 kNm > Muy = 1687.074 kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

c. Perhitungan pile cap dan tulangan titik bored hole - 8

Diketahui :

Jumlah tiang	: 2 buah
Dimensi kolom	: 700 x 800 mm
Mutu beton	: 25 Mpa
Mutu baja	: 400 Mpa
Beban aksial (p)	: 412566.5 kg
Jarak antar tiang	: 2.5 D = 2.5 x 80 cm = 200 cm

2. Perhitungan Gaya Geser

3. <u>Kontrol gaya geser satu arah pada penampang kritis</u>

Vu = σ.L.G

Dengan σ sama dengan P/A didapat nilai 47.751 t/m2

L = 360 cm

G’ merupakan daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser penulangan satu arah.

G’ = L – (L/2 + lebar kolom/2 + d)

Didapat nilai G’ = 650 mm.

Dengan demikian didapat nilai Vu = 111.73675 ton

Kuat geser beton:

$\phi Vc = \phi.1/6.\sqrt{fc'}bd$

Dari hasil perhitungan didapat nilai ϕVc = 4500000 N = 450 ton.

Syarat yang harus dipenuhi yaitu $\phi Vc > Vu$

Didapat nilai ϕVc = 450 ton > Vu = 111.73675 ton. Maka syarat telah terpenuhi.

4. <u>Kontrol gaya geser dua arah pada penampang kritis</u>

Gaya geser yang bekerja pada penampang kritis:

$Vu = \sigma (L^2-B'^2)$

B' = lebar kolom + 2 (1/2) d

Didapat nilai B' = 160 cm

Dengan demikian didapat nilai Vu = 496.60779 ton

Kemudian berdasarkan SNI 03-2847-2012 pasal 13.12.2.1 disyaratkan nilai Vc adalah nilai terkecil Vc lihat Gambar 2.39 dibawah ini.

1. $V_C = \left(1+\frac{2}{\beta_C}\right)\frac{\sqrt{fc'}b_o d}{6}$
2. $V_C = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o}+2\right)\frac{\sqrt{fc'}b_o d}{12}$

   αs = 40 untuk kolom dalam
   αs = 30 untuk kolom tepi
   αs = 20 untuk kolom sudut
3. $V_C = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_o d$

$\beta_C = \frac{\alpha k}{bk}$

$b_o = 4B'$

$\varphi V_C > V_u$

Untuk Vc 1 didapat nilai 3504.762 ton

Untuk Vc 2 didapat nilai 3733.333 ton

Untuk Vc 3 didapat nilai 2133.333 ton

Jadi Vc yang dipakai adalah Vc 3 yaitu 2133.33 ton.

Kemudian untuk mendapatkan nilai ϕVc sama dengan Vc dikali dengan ϕ = 0,75.

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕVc > Vu

Didapat nilai ϕVc = 1600 ton > Vu = 496.60779 ton. Maka syarat telah terpenuhi.

3. Perhitungan Jumlah Tulangan

4. Tulangan arah x

Lebar penampang kritis B'

B' = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

Didapat nilai B' = 1450 mm

Berat pile cap pada penampang kritis q'

q' = 2.400 x L

Didapat nilai q' = 7776 Kg/m

Mux = 2(Pu/4)(s) – ½ q'B'^{2}

Didapat nilai Mux = 1537.15 kNm

dx = lebar efektif – diameter tulangan/2

dx = 714 mm

Ru = $\frac{Mux}{b\ x\ dx^2}$

Didapat nilai Ru = 0,6444141 Mpa dan cari nilai ρ pada table nilai perbandingan baja tarik buku Istimawan.

ρ = 0,0035

As perlu = ρ b dx = 10256.40 mm^2

As Tulangan = 379.94 mm^2

Jumlah tulangan = As perlu / As tulangan

Didapat 26.99 bh, dibulatkan menjadi **27 buah D22**

Jarak tulangan = $\frac{\text{lebar pile cap}}{jumlah\ tulangan-1}$

Didapat jarak antar tulangan 138.46 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 10258.38 mm^2

a = $\frac{As\ .\ fy}{0{,}85\ .\ fc\ .\ b}$

Didapat nilai a = 53.63 mm

ϕMn = ϕ As terpasang . fy (dx – ½ a)

Didapat nilai ϕMn = 2584.081 kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕMn > Mux

Didapat nilai ϕMn = 2584.081 kNm > Mux = 1537.15 kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

5. Tulangan arah y

Lebar penampang kritis B'

B' = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

Didapat nilai B' = 800 mm

Berat pile cap pada penampang kritis q'

q' = 2.400 x L

Didapat nilai q' = 5184 Kg/m

Muy = 2(Pu/4)(s) – ½ q'B'^{2}

Didapat nilai Muy = 1601.004 Nm

dy = lebar efektif – diameter tulangan/2

dy = 792 mm

Ru = $\frac{Muy}{b\ x\ dy^2}$

Didapat nilai Ru = 1.063483 Mpa dan cari nilai ρ pada tabel nilai perbandingan baja tarik buku Istimawan.

ρ = 0,0035

As perlu = ρ b dy = 6652.8 mm^2

As Tulangan = 379,94 mm^2

Jumlah tulangan = As perlu / As tulangan

Didapat 17.51 bh, dibulatkan menjadi **18 buah D22**

Jarak tulangan = $\frac{\text{lebar pile cap}}{jumlah\ tulangan-1}$

Didapat jarak antar tulangan 141.18 mm ~ 150 mm

As terpasang = jumlah tulangan x As tulangan

Didapat 6838.92 mm^2

a = $\frac{As\ .\ fy}{0{,}85\ .\ fc\ .\ b}$

Didapat nilai a = 52.18 mm

ϕMn = ϕ As terpasang . fy (dy – ½ a)

Didapat nilai ϕMn = 1676.16 kNm

Syarat yang harus dipenuhi yaitu ϕMn > Muy

Didapat nilai ϕMn = 11676.16 kNm > Muy = 1601.004 kNm. Maka syarat telah terpenuhi.

Untuk mempermudah pekerjaan di lapangan ukuran pile cap bored hole – 6 di selaraskan dengan ukuran pile cap dan jumlah tulangan pile cap di bored hole – 7 karna memiliki 3 titik lubang bored pile.

5.3 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile di Lapangan

5.3.1 Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan Pengukuran di proyek ini di bagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pekerjaan penentuan titik bor, pengukuran beda tinggi casing (top chasing), pengukuran beda tinggi tanah (top soil).

berikut adalah metode pelaksanaan Pekerjaan Pengukuran :

1. Penentuan Titik Bor

   Penentuan titik bor di lakukan menggunakan alat ukur *Total Station*. *Total station* di *setting/di* dirikan di atas titik BM yang sudah ada. Lalu masukkan koordinat titik BM dan koordinat titik yang ada di bor. Setelah itu tembakkan alat ke prisma, jika belum berada di titik bor yang di rencanakan, geser/pindahkan prisma sampai prisma berdiri tepat di koordinat titik bor lalu angkat prisma dan beri tanda titik tersebut dengan patok.

Gambar 5.16 Proses *setting* alat ukur Total Station di titik BM

5.3.2 Pekerjaan Pondasi Bored Pile

Pada tahap pekerjaan ini, metode pelaksanaan yang dilakukan yaitu :

1. Setting Mesin Bor

   Sebelum melakukan alat di dirikan/di *setting* di atas titik bor, yang pertama kita harus melihat kelurusan tiang mesin bor apakah tiang itu lurus atas tidak. Untuk mengetahui lurus atau tidak, kita menggunakan unting-unting lalu menbandingkan kelurusan benang dari unting-unting dengan tiang mesin bor, jika sudah terlihat lurus barulah Mesin bor di tempat di atas titik yang akan di bor.

2. Proses Pengeboran

   Proses pengeboran di lakukan dengan sistem bor kering. Sistem bor kering adalah sistem bor yang tidak menggunakan air. proses pengeboran dengan

diameter lubang 80 cm dan kedalaman lubang 12 m.. Pengukuran kedalaman dilakukan dengan alat meteran.

3. Pemasangan chasing

   Proses pemasangan chasing dilakukan jika proses pengeboran sudah selesai. Pemasangan chasing dilakukan dengan alat Exavator. Panjang chasing adalah 3 m.

Gambar 5.17 Proses pengeboran

4. Perakitan Tulangan

Pemotongan dan perakitan tulangan dilakukan lebih awal sebelum pengeboran dilakukan. Tulangan dipotong dan di rakit di los kerja besi. Tulangan pondasi bored pile ini menggunakan besi 20D16 untuk tulangan utama sedangkan sengkang menggunakan tulangan spiral Ø10-150 mm. proses perakitan tulangan bored pile di lakukan dengan berpatokan pada cetakan/contoh lingkaran yang sudah jadi, lalu di rakit mengikuti cetakan. Proses perakitan tulangan utama ini

juga dilakukan bersamaan dengan pemasangan *decking* pada tulangan utama. Setelah tulangan utama terpasang barulah besi spiral di pasang tulangan utama.

Gambar 5.18 Proses perakitan tulangan bored pile

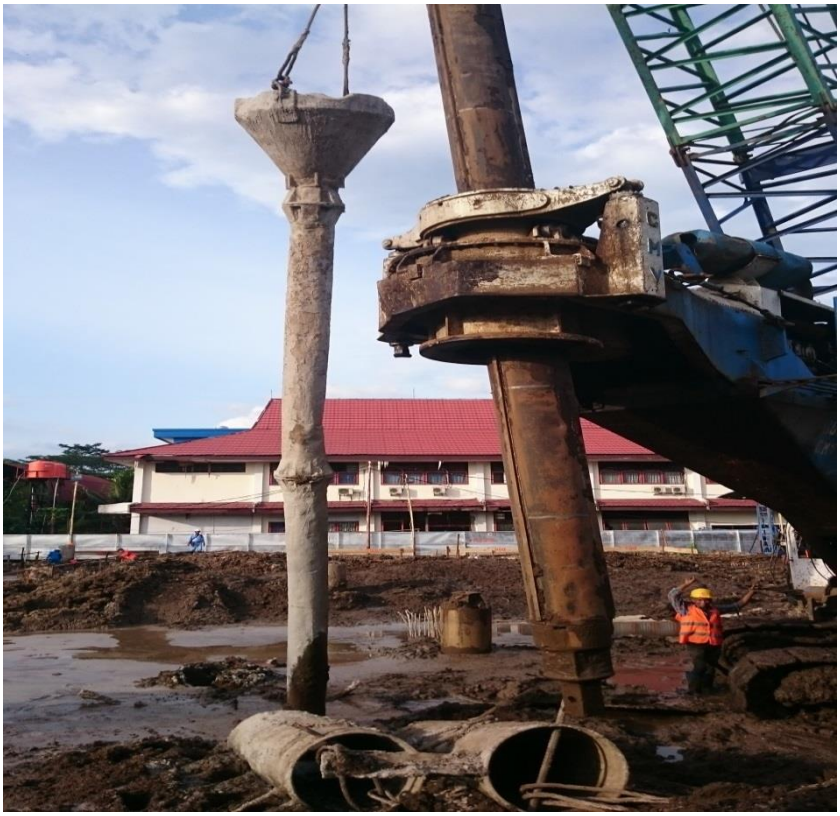
5. Pemasangan Tulangan

Setelah kedalaman dan diameter lubang tercapai, tulangan yang telah dirakit dimasukkan kedalam lubang. Tulangan yang digunakan telah tersedia terlebih dahulu sebelum pengeboran dilakukan, sehingga begitu proses pengeboran selesai, langsung dilakukan pemasangan tulangan, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kelongsoran dinding lubang yang sudah selesai dibor. Tulangan dimasukkan kedalam lubang dengan cara di angkat menggunakan Exavator, karena ukurannya yang relatif yang panjang. Pemasangan tulangan harus benar-benar tegak lurus pada lubang bor dengan mengikatkan *decking* beton pada sisi luar tulangan.

Gambar 5.19 Proses pemasangan tulangan bored pile ke lubang bor

6. Proses Pengecoran

   Proses pengecoran dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton 25 MPa. Sebelum dilakukan pengecoran, beton harus di uji slump terlebih dahulu untuk mengetahui apakah beton sesuai dengan mutu beton yang di rencanakan atau tidak. Selain pengujian slump juga di lakukan pengujian lain, untuk setiap truck mixer yang masuk (volume 4-6 m^3) diambil 3 buah sampel silinder 15x30cm untuk di uji tekan. Jika beton sudah di uji maka siap dilakukan pengecoran. Pengecoran di lakukan menggunakan Exa lalu di salurkan ke lubang melalui tremi yang di pasang ke lubang. Jika beton yang ada di dalam tremi penuh, naik turunkan tremi hingga beton yang ada di dalam tremi masuk kedalam lubang bor dan lakukan hingga lubang bor penuh dengan beton. Jika sudah selesai angkat tremi dan chasing.



Gambar 5.20 Proses pemasangan tremi ke lubang bor

Gambar 5.21 Proses pengecoran bored pile

5.3.3 Pekerjaan Galian Tanah

Pada tahap pekerjaan ini, metode pelaksanaan yang dilakukan yaitu :

1) Urugan Tanah

Pekerjaan urugan tanah dilakukan menggunakan alat Exavator mini. Tanah yang di urug adalah tanah yang berada di atas dan di samping lubang bor pile. Tanah di urug dengan kedalaman 0.95 m (0.8 m tebal pile cap + 0.05 m lantai kerja + 0.10 m pasir).

Gambar 5.22 Proses pekerjaan urugan tanah

5.3.4 Pekerjaan Pile Cap

Pada tahap pekerjaan ini, metode pelaksanaan yang dilakukan yaitu :

1. Perakitan Tulangan

Pabrikasi tulangan pile cap dilakukan di los kerja besi. Tulangan pile cap ini menggunakan besi D16 – 200 cm. Tulangan dipotong menggunakan bar cutter sesuai dengan ukuran masing-masing pile cap yang sudah di

rencanakan. Ketebalannya 0.8 m untuk ketiga tipe pile cap. Tulangan yang telah dipotong sesuai ukuran, selanjutnya dibengkokkan 90^{o} menggunakan bar bender. Tulangan yang telah dipotong dan dibengkokkan lalu di rakit mengikuti ukuran pile cap yang ada.

Gambar 5.23 tulangan pile cap

2. Pekerjaan Pembobokkan

   Pekerjaan pembobokan di lakukan dengan 2 cara yaitu menggunakan mesin dan manual. Pembobokkan mengunakan mesin yaitu dengan *jack hammer*. Beton yang di bobok adalah beton bored pile yang di cor melewati tinggi lantai kerja pile cap yaitu -0.95 m dari lantai bangunan.

Gambar 5.24 Proses pembobokan bored pile

3. Pemasangan Bekisting

   Bekisting pile cap menggunakan multipleks 9 mm yang dipotong dengan ukuran tebal 0.8 m dan panjang sesuai ukuran masing-masing pile cap. Multipleks diberi pengaku kayu 5/7 yang diperkuat dengan paku. Bekisting yang telah dipabrikasi dibawa kelokasi lubang pilecap dan dirangkai didalam lubang yang telah dipasang tulangan.

Gambar 5.25 Proses pembuatan bekisting

4. Proses Pengecoran

   Pengecoran beton pile cap menggunakan beton ready mix dengan mutu beton 25 MPa. Sama seperti pengecoran di bored pile, pengecoran di pile cap juga harus melalui pengujian slump. Jika sesuai dengan mutu yang di rencanakan barulah proses pengecoran dilakukan. Pengecoran dilakukan dengan cara di salurkan langsung dari mobil mixer. Selama proses pengecoran, beton dipadatkan dengan menggunakan vibrator dan diratakan. Untuk setiap truck mixer yang masuk (volume 4.5 m^3) dilakukan uji slump dan diambil 3 buah sampel kubus untuk di uji tekan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan skripsi ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Daya dukung pondasi di masing-masing titik :
   - Bored hole – 6 : 217.12 ton
   - Bored hole – 7 : 210.67 ton
   - Bored hole – 8 : 210.67 ton

b. Diameter bored pile di tiap lubang bored pile adalah 80 cm

c. Jumlah bored pile dalam 1 pile cap adalah :
   - Bored hole – 6 : 3 buah
   - Bored hole – 7 : 3 buah
   - Bored hole – 8 : 2 buah

d. Jumlah tulangan dan diameter tulangan di tiap titik bored pile adalah 23D22

e. Dimensi pile cap dan tulangan pile cap di tiap lubang adalah :
   - Bored hole – 6 :
     Dimensi : 3.332 m x 2.924 m
     Tulangan arah x : 22D22-150mm
     Tulangan arah y : 24D22-160mm
   - Bored hole – 7 :
     Dimensi : 3.332 m x 2.924 m
     Tulangan arah x : 22D22-160mm
     Tulangan arah y b : 24D22-160mm
   - Bored hole – 8 :
     Dimensi : 3.6 m x 2.4 m
     Tulangan arah x : 27D22-150mm
     Tulangan arah y : 18D22-160mm

6.2 Saran

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat direkomendasikan bahwa :

a. Penggunaan pondasi bored pile sudah tepat tapi di dalam pelaksanaan pengecoran sebaiknya casing tidak di cabut dari lubang agar tidak terjadi kelongsoran tanah pada lokasi tinjauan.
b. Memperhatikan dampak lingkungan dari pekerjaan bored pile.
c. Memperhitungkan penurunan tanah karena tanah yang ada di lapangan ada rawa.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga,Jakarta..

Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *"Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)"*, Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan. Bandung

Dewobroto, Wiryanto, 2007, Artikel "The works of Wiryanto Dewobroto"

Dipohusodo, Istimawan, 1993, Struktur beton bertulang

Girsang, P. 2009. Tugas Akhir: *"**Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal Pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square***".* Medan Universitas Sumatera Utara

Gunawan, Rudy.1990. *Pengantar teknik fondasi*

Halibu, Edward. 2015. Tugas Akhir: "***Perencanaan pondasi bored dan metode pelaksanaan pada proyek pembangunan gedung RSJ Prof Dr.V.L.Ratubuysang Manado"***. Politeknik Negeri Manado

Hardiyatmo, H. C., 1996, *Teknik Pondasi 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hardiyatmo, H. C., 2002, *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.

Nakazawa & sosrodarsono, 1980. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi

Pamungkas & Harianti, 2013, Desain Pondasi Tahan Gempa.

SNI-1727-2013 Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung dan Bangunan Lain

SNI 1726-2021 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Setyo budi, Gogot. 2011. Pondasi Dangkal

Willar, Bryan. 2016. Tugas Akhir "***Pelaksanaan Pondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Jurusan Farmasi Politeknik Kesehatan Manado"*** Politeknik Negeri Manado

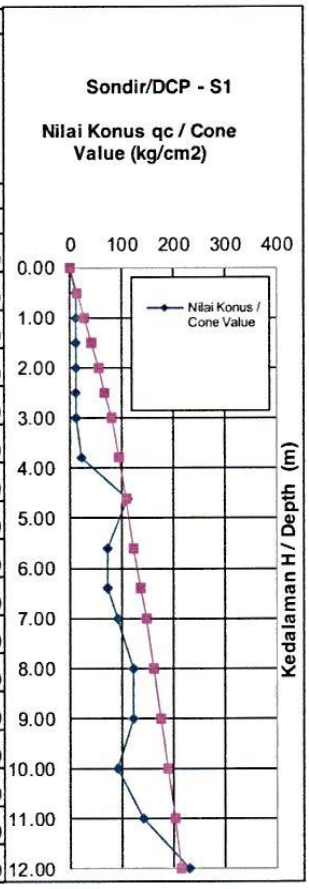
Wesley, D, Laurence., 1974, Mekanika Tanah untuk tanah endapan & residu

2. Dean Of The Faculty Of Engineering

PENYELIDIKAN LAPANGAN DENGAN SONDIR (DUTCH CONE PENETROMETER)

Project	: Dekanat Fatek		
Location	: Unsrat	**Tested by**	: Novri
Hole Coordinate	:	**Checked by**	Fuad Halim
Number	: S-1	**Date**	: 11 Februari 2016
Standart	: ASTM D3441		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Kedalaman/ Depth	Nilai Konus / Cone Value	Jumlah Perlawanan Konus / Amount of Cone Resistance	Perlawanan Gesek / Shaft Resistance	Hambatan Pelekat / Shaft Resistance	Jumlah Hambatan Pelekat / Amount of Shaft Resistance	Hambatan Pelekat / Shaft Resistance
(H)	qc		(3)-(2)	(5D/hg)*(4)	Σ(5)	(D/4hg)*(4)
(m)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
0.00	0	0	0	0	0	0
0.50	10	20	10	13.38	13.38	0.669
1.00	10	20	10	13.38	26.77	0.669
1.50	10	20	10	13.38	40.15	0.669
2.00	10	20	10	13.38	53.53	0.669
2.50	10	20	10	13.38	66.92	0.669
3.00	10	20	10	13.38	80.30	0.669
3.80	20	30	10	13.38	93.68	0.669
4.60	110	120	10	13.38	107.07	0.669
5.60	70	80	10	13.38	120.45	0.669
6.40	70	80	10	13.38	133.83	0.669
7.00	90	100	10	13.38	147.22	0.669
8.00	120	130	10	13.38	160.60	0.669
9.00	120	130	10	13.38	173.98	0.669
10.00	90	100	10	13.38	187.37	0.669
11.00	140	150	10	13.38	200.75	0.669
12.00	230	240	10	13.38	214.14	0.669



A	Diameter Conus/Cone Diam	D=DC (cm)	3.56
B	Diameter Selimut Conus/ Skin of Cone Diameter	Dg (cm)	3.56
C	Panjang Selimut	hg (cm)	13.3

UNIVERSITY OF SAM RATULANGI

ISLAMIC DEVELOPMENT BANK

PENYELIDIKAN LAPANGAN DENGAN SONDIR (DUTCH CONE PENETROMETER)

Project	: Dekanat Fatek		
Location	: Unsrat	**Tested by**	: Novri
Hole Coordinate	:	**Checked by**	Fuad Halim
Number	: S-3	**Date**	: 11 February 2016
Standart	: ASTM D3441		

OO

elaksanaan Pada
Teknik

	Tanda Tangan Dosen Penguji

2018:
.....
,

an, ST,.MT
9803 1 006

POLITEKNIK NEGERI MANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal

Nama : Rivaldo Datu Bangonang

NIM : 14-012-031

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung

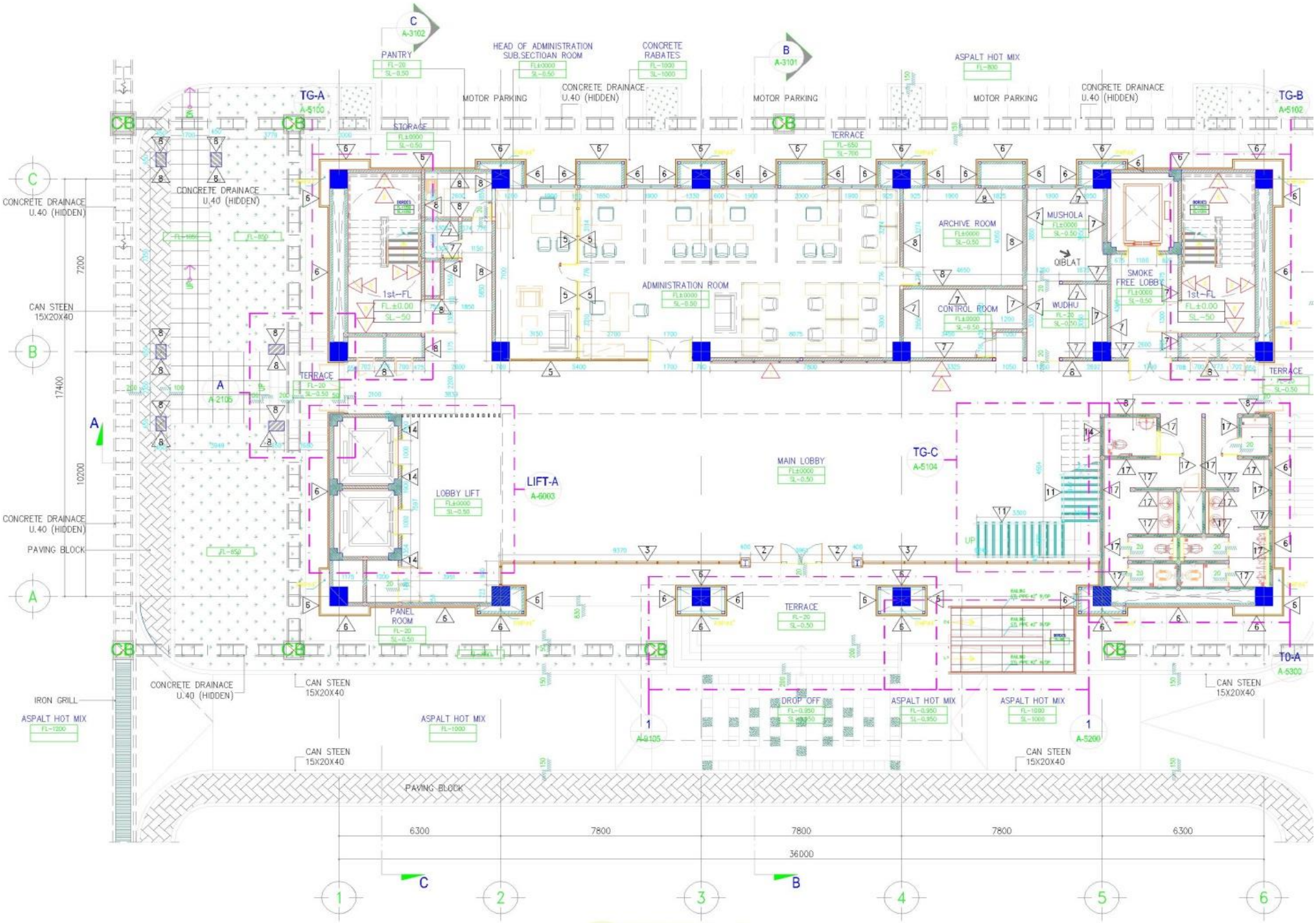
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Metode P
Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas
Universitas Sam Ratulangi

Dosen Penguji : Pendekar Trio Lonan, ST,.MT

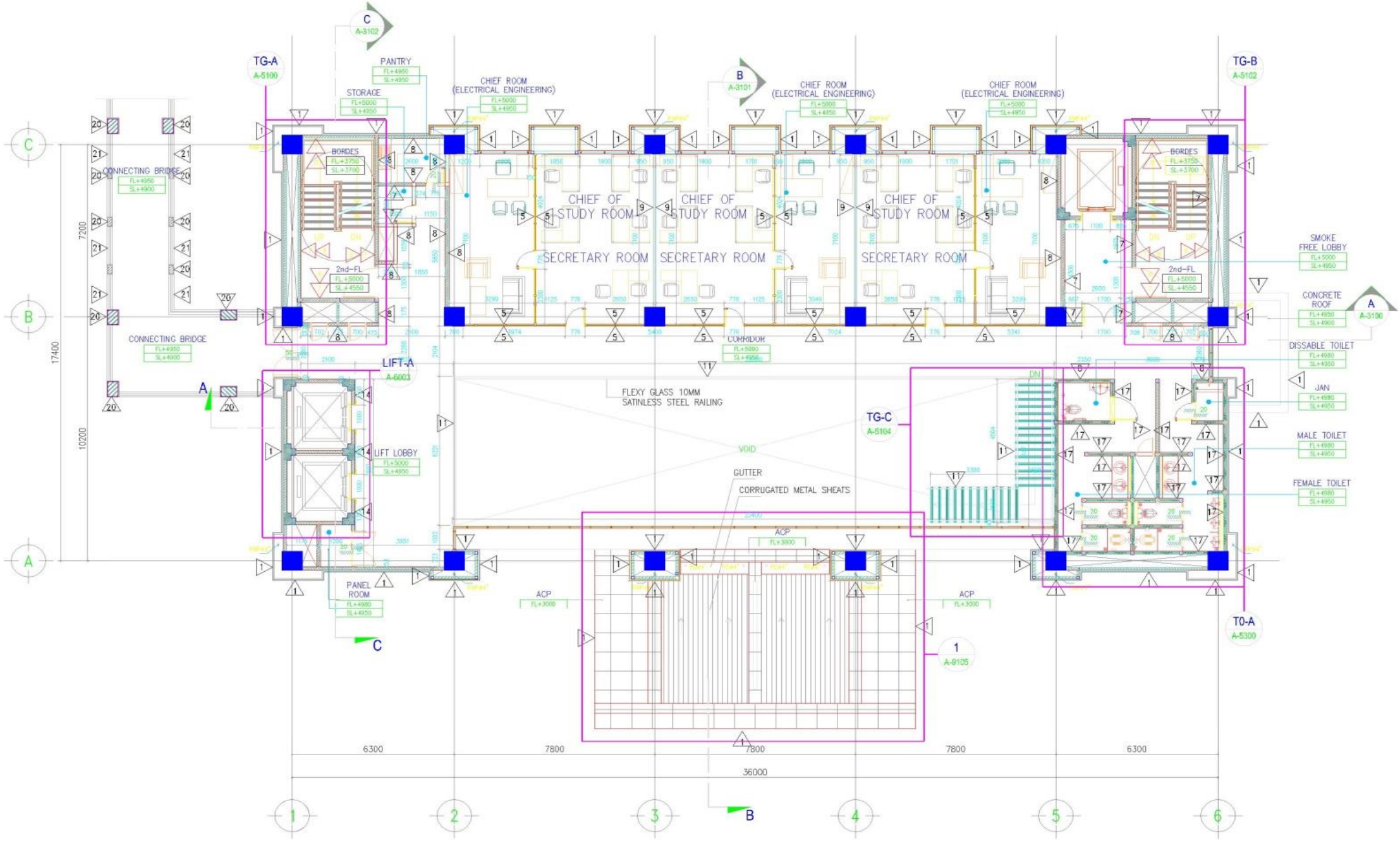
No	Tanggal	Uraian
	20/8/2018	- Koreksi diterima sesuai daftar koreksi

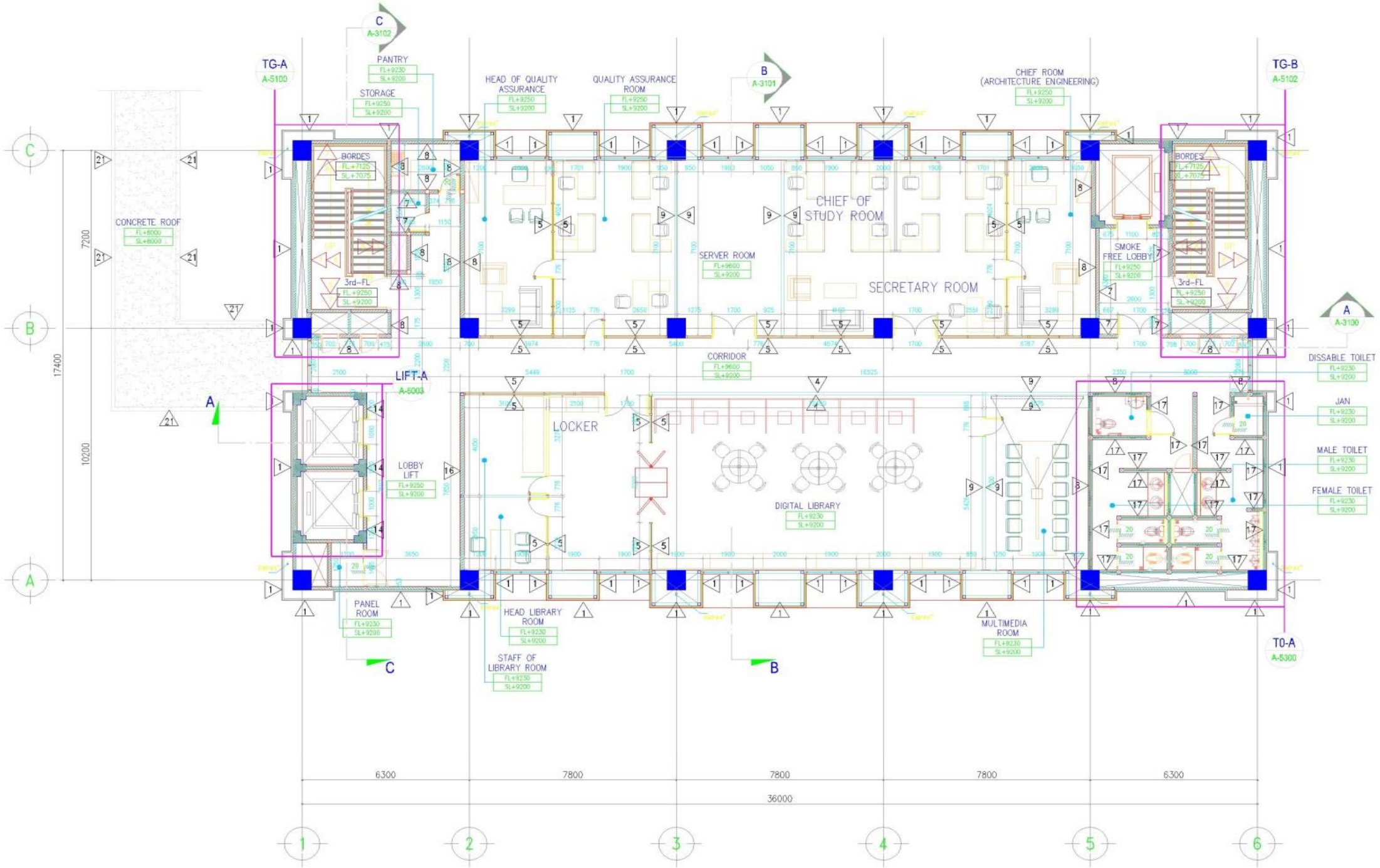
Manado, 20/8/
Yang Menyatakan

Pendekar Trio Lon
NIP. 19720901 19



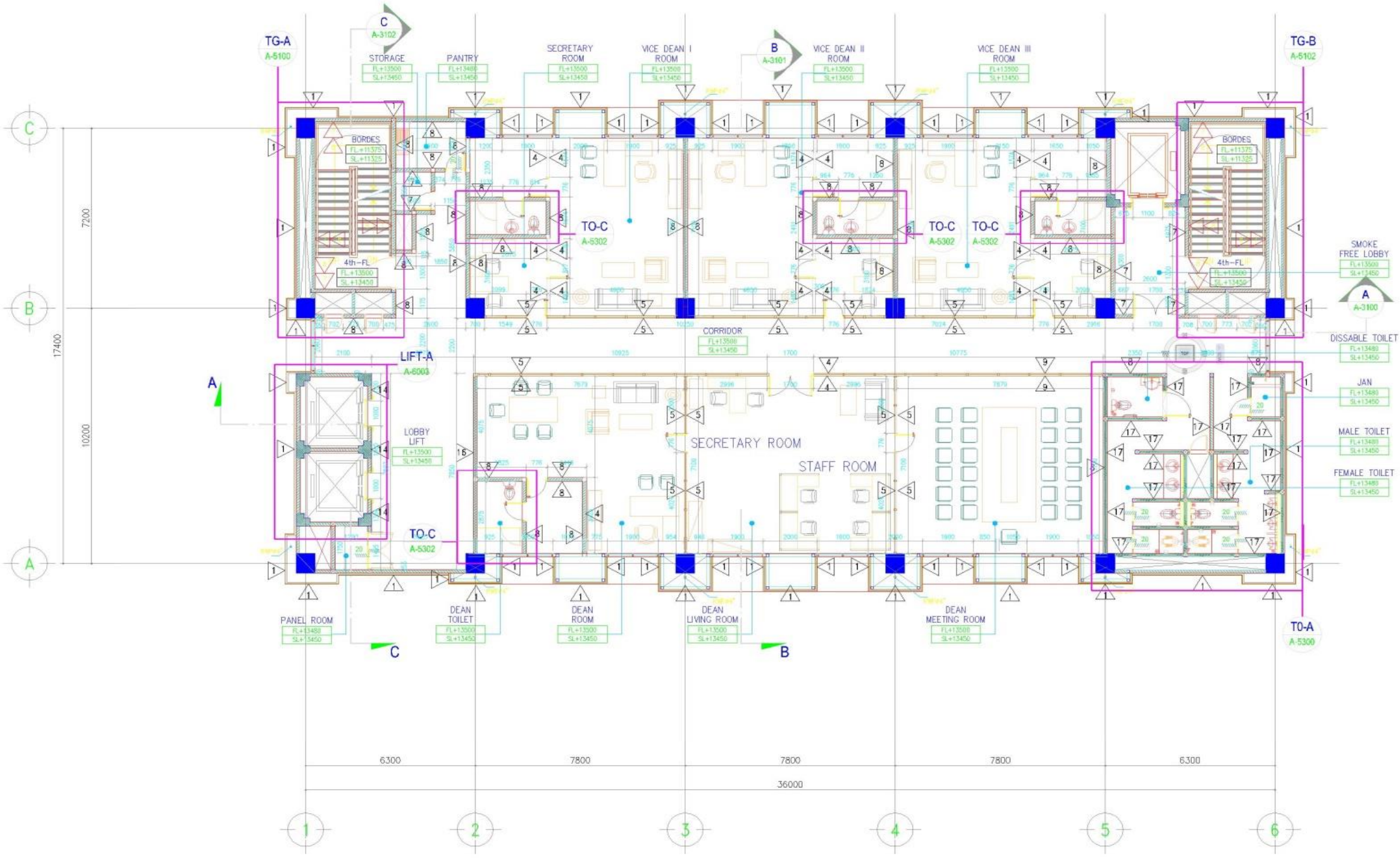
1 FLOOR PLAN - 01
A-2000 SCALE 1:100

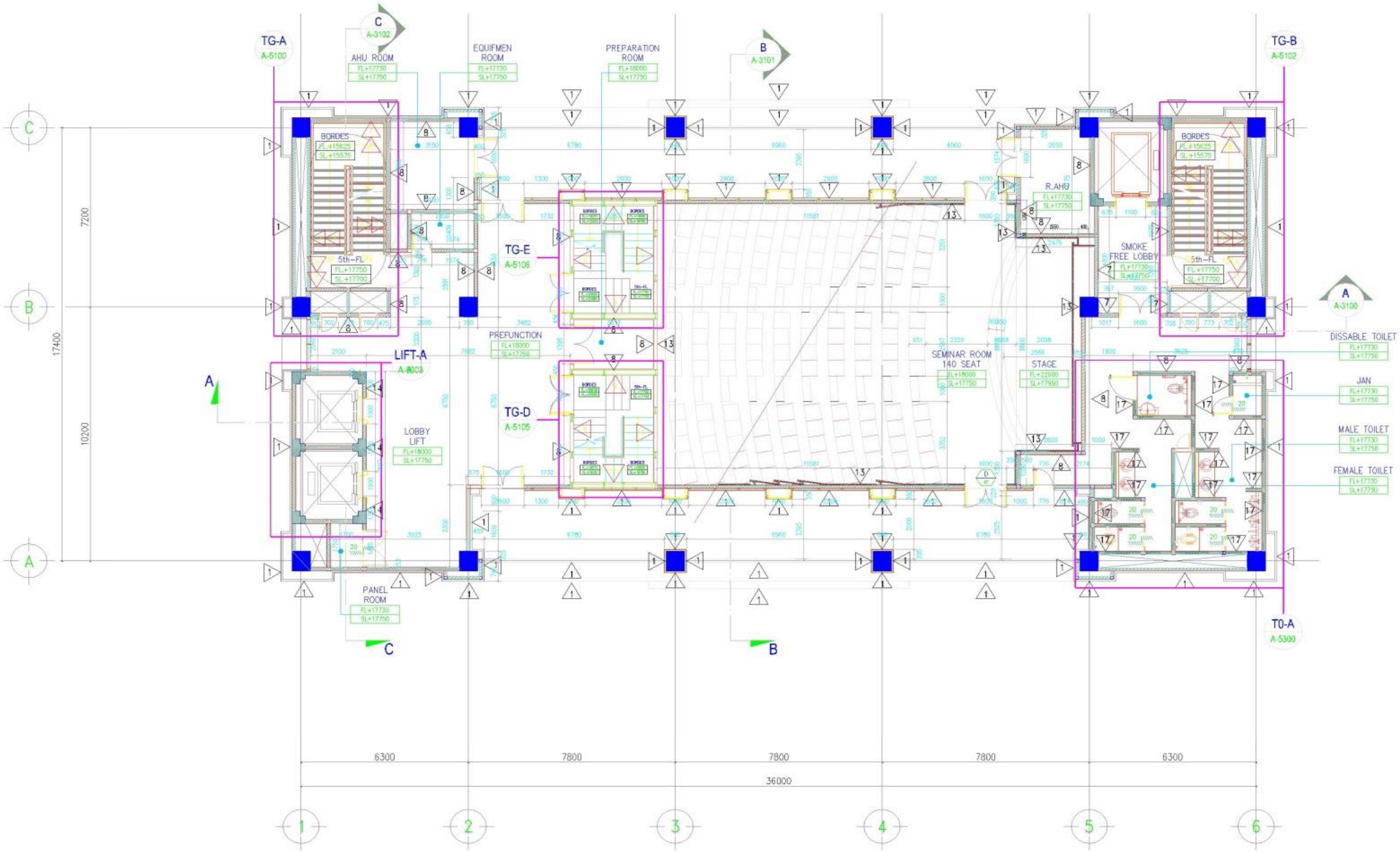

TG-A
A-5100
TG-B
A-5102
TG-C
A-5104
T0-A
A-5300
PANTRY
FL+4950
SL+4950
STORAGE
FL+5000
SL+4950
CHIEF ROOM (ELECTRICAL ENGINEERING)
FL+5000
SL+4950
CHIEF OF STUDY ROOM
SECRETARY ROOM
BORDES
FL+3750
SL+3700
2nd-FL
FL+5000
SL+4550
CONNECTING BRIDGE
FL+4950
SL+4900
LIFT-A
A-6003
LIFT LOBBY
FL+5000
SL+4950
CORRIDOR
FL+5000
SL+4950
FLEXY GLASS 10MM
SATINLESS STEEL RAILING
VOID
GUTTER
CORRUGATED METAL SHEATS
ACP
FL+3000
PANEL ROOM
FL+4950
SL+4950
SMOKE FREE LOBBY
FL+5000
SL+4950
CONCRETE ROOF
FL+4950
SL+4900
DISSABLE TOILET
FL+4950
SL+4950
JAN
FL+4950
SL+4950
MALE TOILET
FL+4950
SL+4950
FEMALE TOILET
FL+4950
SL+4950
A-3100
A-3101
A-3102
A-8105
7200
17400
10200
6300
7800
7800
7800
6300
36000
1
2
3
4
5
6
A
B
C



1 FLOOR PLAN - 03

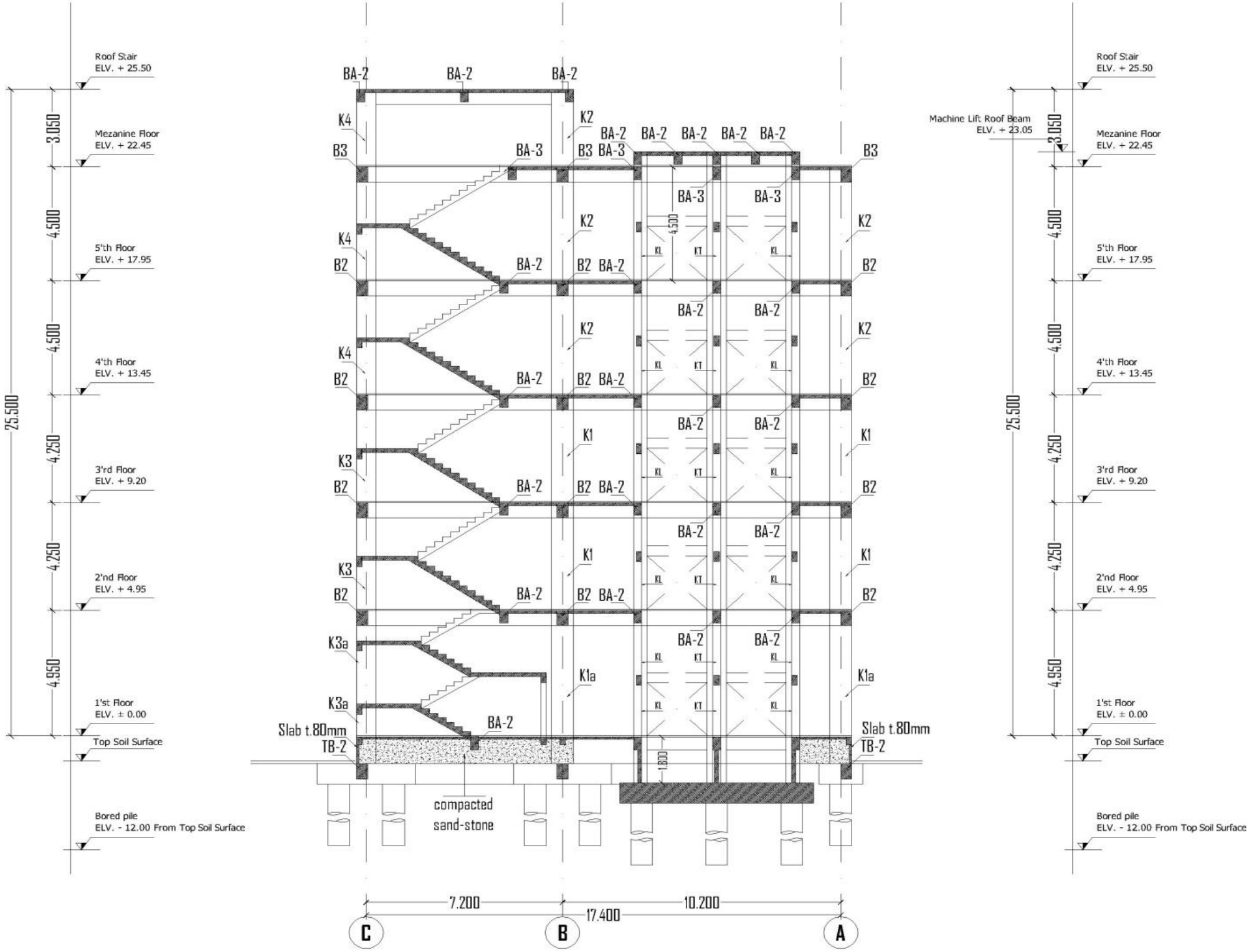
A-2002 SCALE 1:100

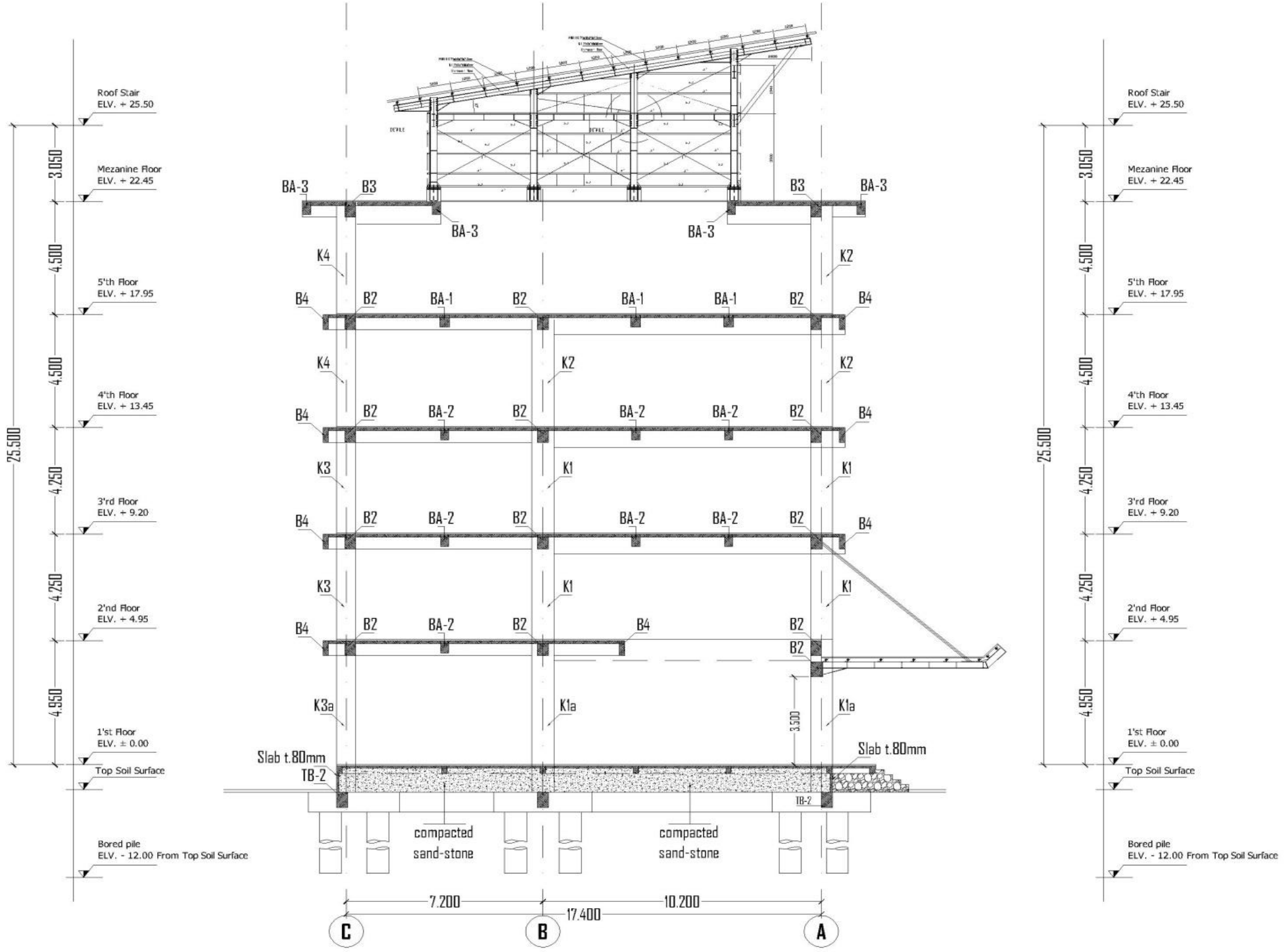

TG-A
A-5100
TG-B
A-5102
C
A-3102
B
A-3101
A
A-3100
STORAGE
PANTRY
SECRETARY ROOM
VICE DEAN I ROOM
VICE DEAN II ROOM
VICE DEAN III ROOM
BORDES
4th-FL
TO-C
A-5302
CORRIDOR
LIFT-A
A-6003
LOBBY LIFT
SECRETARY ROOM
STAFF ROOM
SMOKE FREE LOBBY
DISSABLE TOILET
JAN
MALE TOILET
FEMALE TOILET
PANEL ROOM
DEAN TOILET
DEAN ROOM
DEAN LIVING ROOM
DEAN MEETING ROOM
T0-A
A-5300
7200
10200
17400
6300
7800
7800
7800
6300
36000
1
2
3
4
5
6

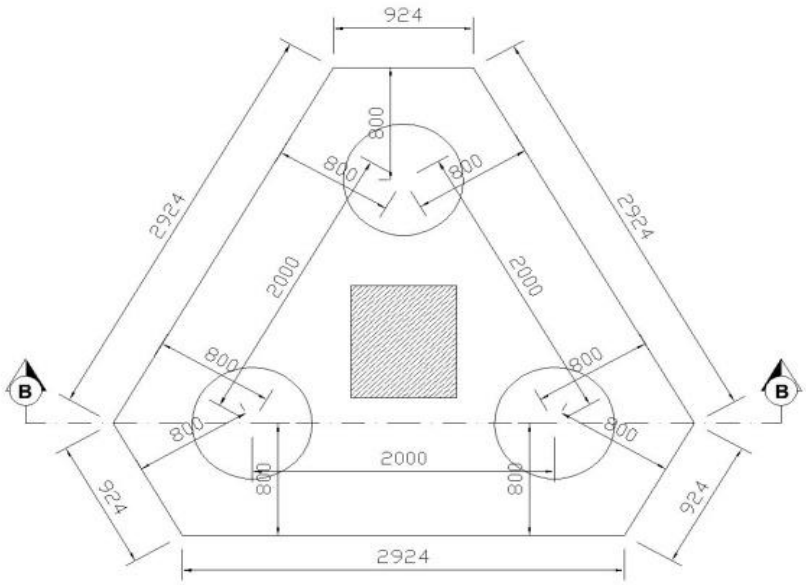


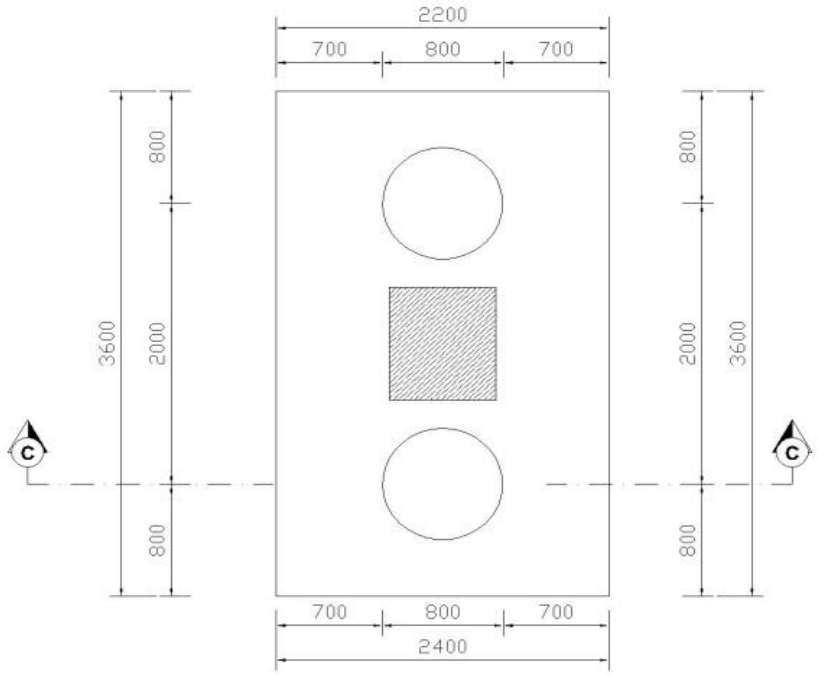
1 FLOOR PLAN - 05

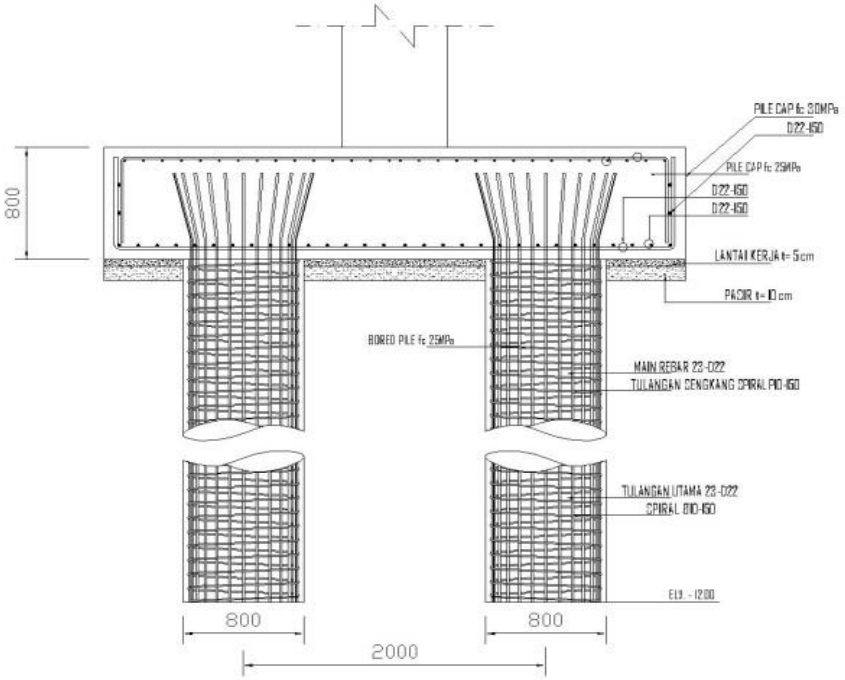
A-2004 SCALE 1:100

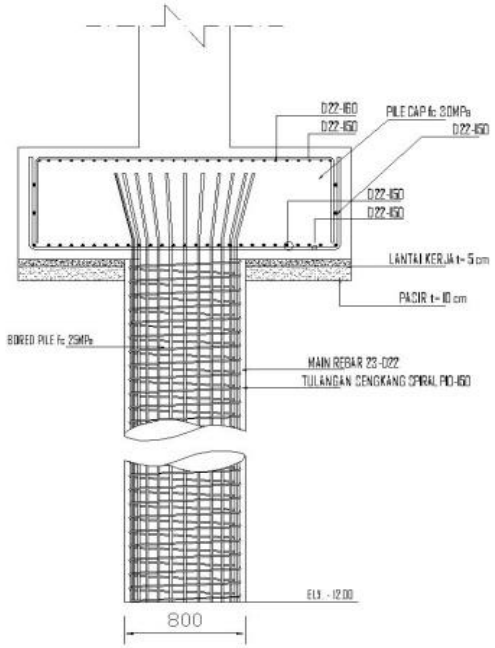

Roof Stair
ELV. + 25.50
Mezanine Floor
ELV. + 22.45
5'th Floor
ELV. + 17.95
4'th Floor
ELV. + 13.45
3'rd Floor
ELV. + 9.20
2'nd Floor
ELV. + 4.95
1'st Floor
ELV. ± 0.00
Top Soil Surface
Bored pile
ELV. - 12.00 From Top Soil Surface
25.500
3.050
4.500
4.500
4.250
4.950
Machine Lift Roof Beam
ELV. + 23.05
BA-2
BA-3
K1
K1a
K2
K3
K3a
K4
B2
B3
KT
KL
4.530
1.830
Slab t.80mm
TB-2
compacted
sand-stone
7.200
10.200
17.400
C
B
A

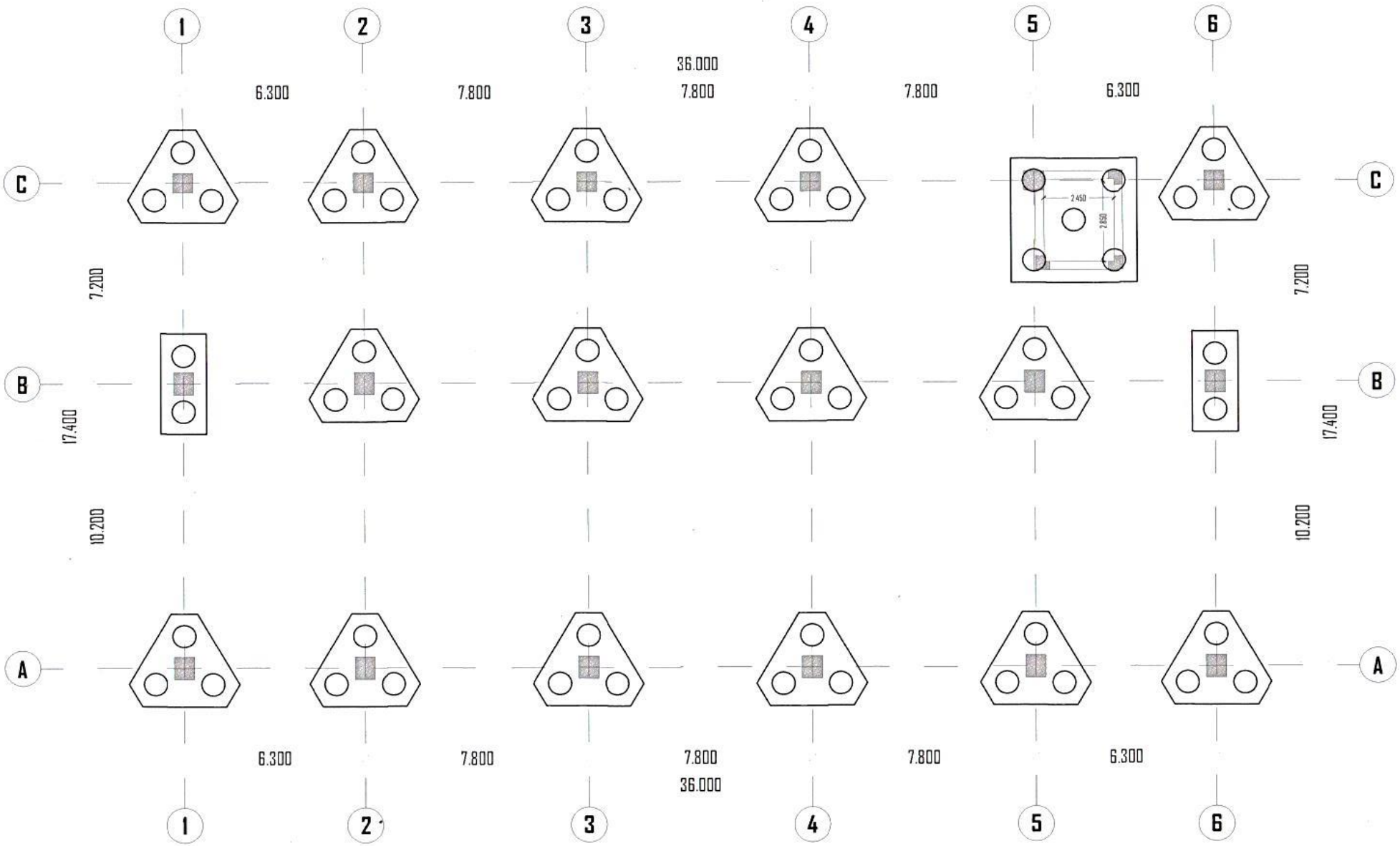

Roof Stair
ELV. + 25.50
Mezanine Floor
ELV. + 22.45
5'th Floor
ELV. + 17.95
4'th Floor
ELV. + 13.45
3'rd Floor
ELV. + 9.20
2'nd Floor
ELV. + 4.95
1'st Floor
ELV. ± 0.00
Top Soil Surface
Bored pile
ELV. - 12.00 From Top Soil Surface
25.500
3.050
4.500
4.500
4.250
4.950
BA-3
B3
K4
K2
B4
B2
BA-1
K3
K1
BA-2
K3a
K1a
3.500
Slab t.80mm
TB-2
compacted
sand-stone
7.200
10.200
17.400
C
B
A

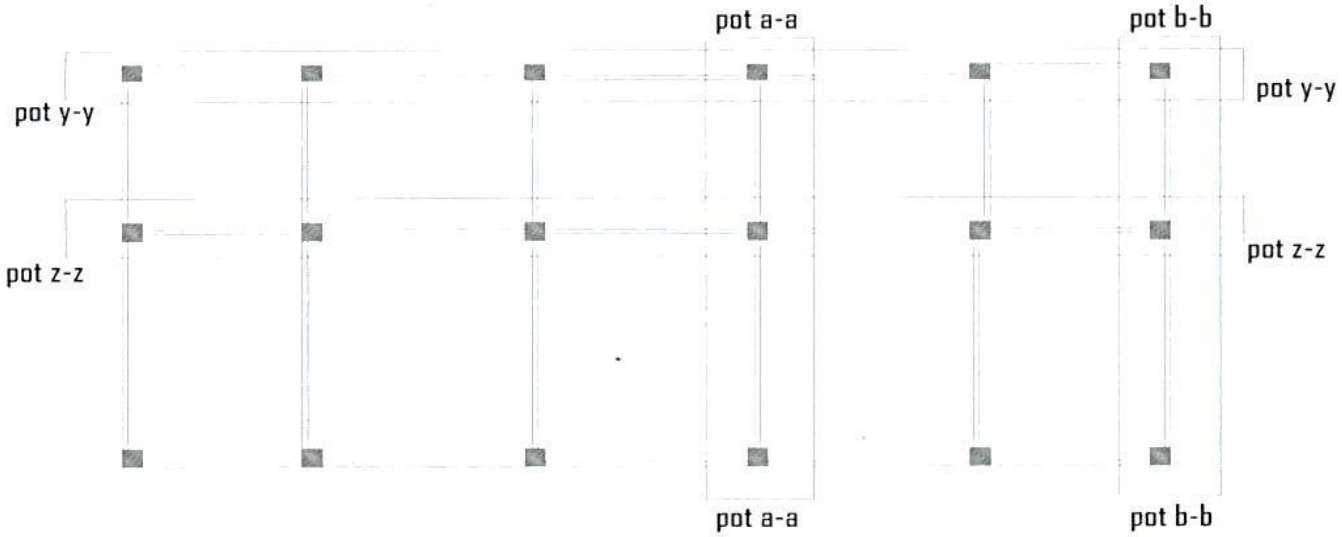

924
800
800
800
2924
2924
2000
2000
800
800
800
800
B
B
800
2000
800
924
924
2924

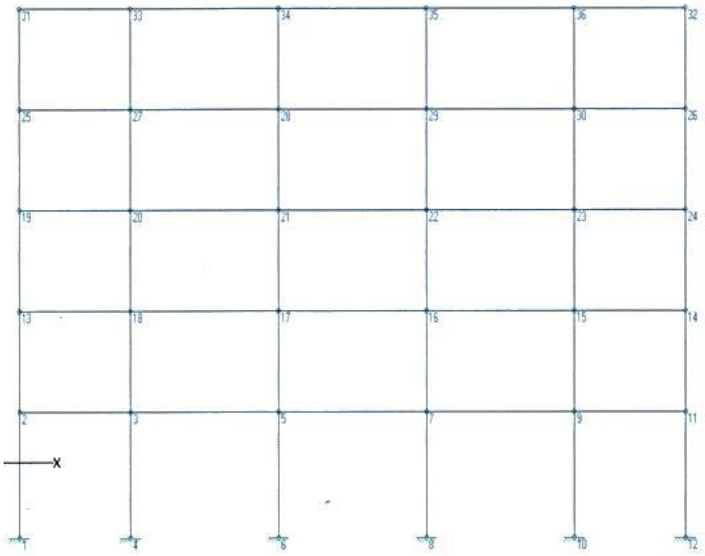

2200
700
800
700
800
3600
2000
800
800
2000
3600
800
C
C
700
800
700
2400


PILE CAP fc 30MPa
D22-150
PILE CAP fc 25MPa
D22-150
D22-150
LANTAI KERJA t= 5cm
PASIR t= 10 cm
800
BORED PILE fc 25MPa
MAIN REBAR 23-D22
TULANGAN SENGKANG SPIRAL PID-150
TULANGAN UTAMA 23-D22
SPIRAL PID-150
EL3. - 12.00
800
800
2000

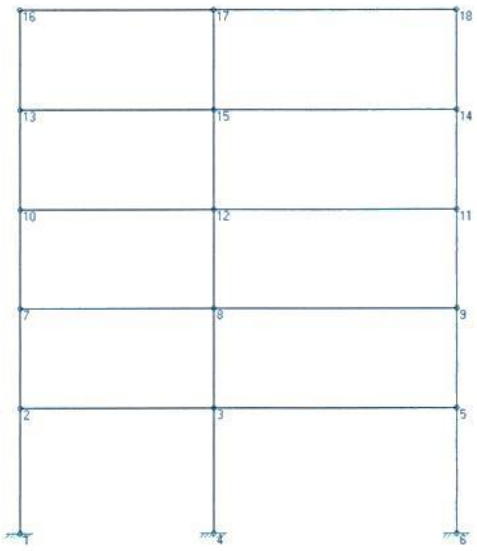

D22-150
D22-150
PILE CAP fc 30MPa
D22-150
D22-150
D22-150
LANTAI KERJA t= 5cm
PASIR t= 10 cm
BORED PILE fc 25MPa
MAIN REBAR 23-D22
TULANGAN SENGKANG SPIRAL PID-150
EL3. - 12.00
800


1
2
3
4
5
6
A
B
C
6.300
7.800
7.800
36.000
7.800
6.300
7.200
17.400
10.200
10.200
17.400
7.200
2.450
2.850





Node	Fx [Kg]	Fy [Kg]	Mz [Kg-m]	
1	-233918.00	-495613.00	952565.00	Pot Y-Y
4	-273790.00	212138.00	1021060.00	
6	-262548.00	-774.16	1003440.00	
8	-262548.00	774.16	1003440.00	
10	-273790.00	-212138.00	1021060.00	
12	-233918.00	495613.00	952565.00	
Node	Fx [Kg]	Fy [Kg]	Mz [Kg-m]	
1	-233351.00	-502275.00	920920.00	Pot Z-Z
4	-274331.00	214437.00	991040.00	
6	-262574.00	-856.56	972439.00	
8	-262574.00	856.56	972439.00	
10	-274331.00	-214437.00	991040.00	
12	-233351.00	502275.00	920920.00	



Node	Fx [Kg]	Fy [Kg]	Mz [Kg-m]	
1	5998.372	193587.000	-8906.606	Pot B-B
4	-2977.471	445524.000	6642.775	
6	-3020.901	245155.000	6715.190	
Node	Fx [Kg]	Fy [Kg]	Mz [Kg-m]	
1	8327.14	193039.00	-13754.60	Pot A-A
4	-3494.09	412566.00	6132.69	
6	-4833.05	192673.00	16596.50	

BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap	: Rivaldo Datu Bangonang
NIM	: 14-012-031
Tempat, Tanggal Lahir	: Manado, 04 Agustus 1996
Alamat	: Jl. Siswa Taas Lingkungan 1 Kelurahan Taas, Manado
Nama Ayah	: Julius Bangonang
Nama Ibu	: Nontje Datu
Alamat Orang Tua	: Jl. Siswa Taas Lingkungan 1 Kelurahan Taas, Manado
Daerah Asal	: Manado, Sulawesi Utara
Judul Tugas Akhir	: Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi
Dosen Pembimbing	: 1. Sudarno, ST,.MT 2. Ir. Wellem Toad, MT
Dosen Penguji	: 1. Pendekar Trio Lonan, ST,.MT 2. Fery Sondakh, ST,.MT 3. Vicky Assa, SST,.MT

Waktu Pelaksanaan Ujian Skripsi : 1 Agustus 2018

Manado, 31 Agustus 2018

Mahasiswa

Rivaldo Bangonang

NIM. 14-012-031

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN SIAP SEMINAR

Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Disusun dan diajukan oleh :

Rivaldo Datu Bangonang
14-012-031

Telah diperiksa oleh Dosen pembimbing dan memenuhi syarat untuk diajukan dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir.

Manado, 2018

Menyetujui :

Pembimbing I	Pembimbing II
Sudarno, ST.,MT	Ir. Wellem Toad, MT
NIP. 19650116 199003 1 002	NIP. 19620223 199403 1 003

Mengetahui :
Ketua Panitia Pelaksana Ujian Tugas Akhir

Dr. Ir. Bambang Widodo, MT
NIP. 19620215 199303 1 002

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rivaldo Bangonang

Nim : 14-012-031

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung

Judul Skripsi : Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Pembimbing : Sudarno, ST,.MT

NIP. 19650116 199003 1 002

No	Tanggal	Uraian	Paraf
	4/4/18	- Latar belakang di sempurnakan - Perbaiki di rumusan masalah dan tujuan - Bawa data tanah	
	11/4/18	- Lanjutkan di Tinjauan Pustaka - Tentang Daya Dukung - Pembebanan - Dimensi dan tulangan - Pile Group - Metode Pelaksanaan	

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rivaldo Bangonang

Nim : 14-012-031

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung

Judul Skripsi : Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Pembimbing : Sudarno, ST,.MT

NIP. 19650116 199003 1 002

No	Tanggal	Uraian	Paraf
3	18/4/18	- Cari teori ttg Bor pile. - Lanjut - Selesaikan Bab II	
4.	25/4/18	- Cari rumus perhitungan DP. bor pile. - Selesaikan Bab II	
5.	2/5/18	- Cari dasar teori ttg Bor pile yg menggunakan data SPT	
6	9/5/18	- Lanjutkan di Bab III	
7	23/5/18	- Lanjut di perkiraan tunda data sondir dg SPT	

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rivaldo Bangonang

Nim : 14-012-031

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung

Judul Skripsi : Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Pembimbing : Sudarno, ST,.MT

NIP. 19650116 199003 1 002

No	Tanggal	Uraian	Paraf
	30/5/18	- Selesaikan perhitungan pembebanan. - Konsultasi dgn Dosen Mk.	
	28/6/18	- Konsultasi dengan dosen MK beton / gempa - Lanjut	
	5/7/18	- Perbaiki yg salah - Lanjut	
	16/7/18	- Hitung dan gambar bilangan pile cap - Selesaikan seluruh perhitungan - Kesimpulan - Daftar Pustaka - Lampiran	

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Rivaldo Bangonang

Nim : 14-012-031

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung

Judul Skripsi : Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

Pembimbing : Sudarno, ST,.MT

NIP. 19650116 199003 1 002

No	Tanggal	Uraian	Paraf
	23/7/18	- perbaiki daftar pustaka. - Lengkapi dtr pustaka. de- pantul, pondasi dll	
	24/7/18.	- perbaiki kesimpulan. - Laporan di sederhanakan - Siap di Seminarkan	