

SKRIPSI

Oleh :

PUTRI AYUNI
14-811-0090



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PERHITUNGAN PONDASI *BORED PILE* PADA KONSTRUKSI BANGUNAN

Diajukan untuk syarat dalam sidang sarjana

Universitas Medan Area

Oleh :

PUTRI AYUNI

14-811-0090

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

(Ir. H. Irwan, MT)

Pembimbing II

(Ir. Nurmaidah, MT)

Dekan



(Dr. Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT)

Ket. Prodi Teknik Sipil



(Kamaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini

Medan, 09 September 2019



Putri Ayuni
14.811.0090

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Putri Ayuni
NPM : 19.811.0090
Program Studi : Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : EVALUASI PERHITUNGAN PONDASI BORED PILE
PADA KONSTRUKSI BANGUNAN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : ...MEDAN.....

Pada tanggal : 19 Oktober 2019

Yang menyatakan



(..... Putri Ayuni)

ABSTRAK

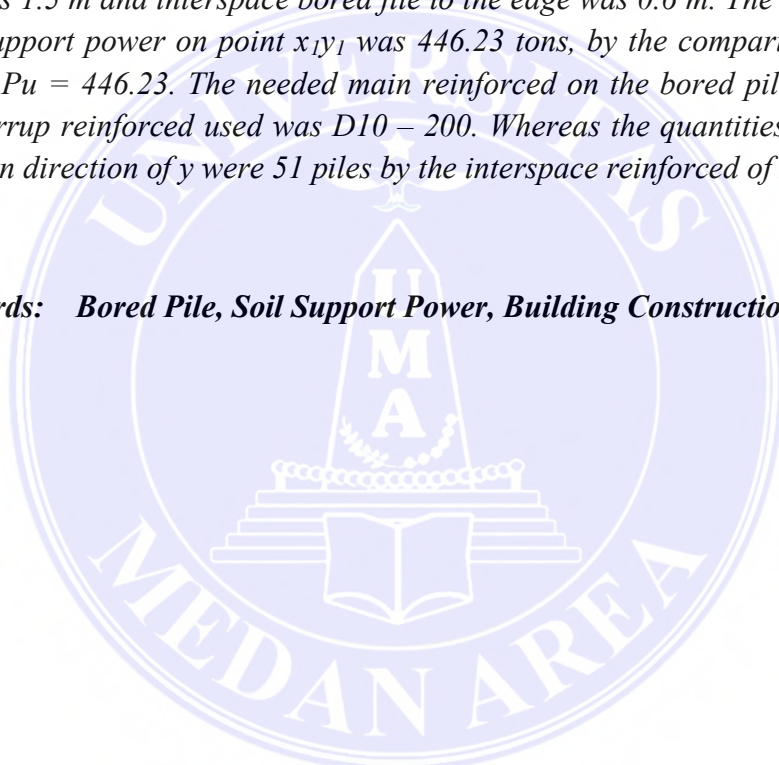
Pondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah, yang akan menjamin kestabilan bangunan terhadap muatan atau beban yang meliputi: berat sendiri, beban berguna, dan gaya – gaya luar terhadap gedung seperti tekanan angin, gempa bumi. Pondasi harus cukup kuat menahan beban dari struktur atas tanpa terjadi penurunan. Kapasitas daya dukung pondasi tiang bor pada Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN, dihitung dengan data sondir menggunakan metode Meyerhof (1956). Pondasi bored pile pada titik x_1y_1 yang memiliki diameter 600 mm dengan kedalaman 20 m. Daya dukung tiang pada titik x_1y_1 adalah 170,721 ton, jumlah tiang yang dibutuhkan sebanyak 3 buah tiang, jarak antar bored pile 1,5 m dan untuk jarak antar bored pile ke tepi 0,6 m. Daya dukung vertikal tiang kelompok pada titik x_1y_1 adalah 446,23 ton, dengan perbandingan $445,58 \text{ ton} > P_u = 446,23$. Tulangan utama yang dibutuhkan pada bored pile 10 D19 dan tulangan sengkang yang digunakan D10 – 200. Jumlah tulangan pile cap arah x adalah 31 buah dengan jarak antar tulangan D22 – 110 . Sedangkan jumlah tulangan pile cap arah y adalah 51 buah dengan jarak antar tulangan D16 – 70.

Kata kunci : Tiang Bor, Daya Dukung Tanah, Konstruksi Bangunan.

ABSTRACT

Foundations are the building parts connecting the building with the soil which guarantees the building stability towards the loads as follows: own load, useful load, and outside forces to the building such as wind stress, and earthquake. A foundation must strong enough to withstand the loads from the upper structure without experiencing the decrease. The bored pile foundation support power capacity on Building Education Construction of Faculty of MIPA (Mathematics and Sciences) Physics Study Program of State University of Medan was calculated through Sondir data using the Meyerhof method (1956). The bored pile on point x_1y_1 had 600 mm diameter by 20 m deep. The bored pile support power on x_1y_1 was 170.721 tons, the pile needed capacities were 3 piles, interspace bore pile was 1.5 m and interspace bored pile to the edge was 0.6 m. The vertical group piles support power on point x_1y_1 was 446.23 tons, by the comparison of 445.58 tons $> P_u = 446.23$. The needed main reinforced on the bored pile was 10 D19 and stirrup reinforced used was D10 – 200. Whereas the quantities of reinforced pile sign direction of y were 51 piles by the interspace reinforced of D16 – 70.

Keywords: Bored Pile, Soil Support Power, Building Construction.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dengan segala nikmat yang diturunkan seperti hujan kepada kita semua, sehingga kita selalu berbahagia, tercukupi segala kebutuhan hidup. Oleh karena ribuan nikmat yang tak bisa disebutkan itu akhirnya penulis mampu menyelesaikan Skripsi dengan judul “Evaluasi Perhitungan Pondasi *Bored Pile* Pada Konstruksi Bangunan”.

Ucapan terimakasih patutlah penulis sampaikan kepada seluruh insan yang telah membantu, memberi saran, semangat dan masukan kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi ini. Pertama kepada junjungan alam, nabi besar Muhammad Saw. dan para keluarganya serta para penerusnya yang telah memberikan penulis inspirasi agar kuat dalam menjalani hidup, dan berbagai petuah hidup yang sangat membantu penulis menyelesaikan tahap-tahap dalam hidup. Selanjutnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

- Terimakasih penulis ucapkan pada Bapak Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
- Terimakasih penulis ucapkan pada Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT yang telah memimpin Fakultas Teknik dengan baik sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
- Terimakasih juga penulis sampaikan pada para pembimbing antara lain, Bapak Ir. H. Irwan, MT dan Ir. Nurmaidah, MT yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang bermanfaat bagi penulis.

- Terimakasih penulis ucapkan kepada Bapak Kepala Prodi Teknik Sipil, Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT yang telah membimbing hingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
- Ucapan terimakasih paling spesial kepada ayahanda Hadi Prayetno, SP, dan Ibu tersayang Indah Andriani, serta adik – adik tercinta yang memberi dorongan moril dan materil kepada penulis.
- Terimakasih kepada para para Dosen tanpa terkecuali, para Staff Fakultas dan petugas kebersihan yang telah memberikan kami kenyamanan dalam belajar.
- Terimakasih kepada pimpinan dan karyawan PT. WAHANACIPTA BANGUNWISMA yang telah memberi banyak ilmu kepada penulis selama menjalankan penelitian.
- Terimakasih penulis ucapkan kepada rekan – rekan mahasiswa dan Alumni Teknik Sipil Universitas Medan Area dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Kiranya skripsi ini dapat menambah pembendaharaan serta literatur ada Jurusan Teknik Sipil dan menambah referensi dalam mata kuliah Teknik Pondasi, pada jurusan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua.

Medan, September 2019

PUTRI AYUNI
14 811 0090

DAFTAR ISI

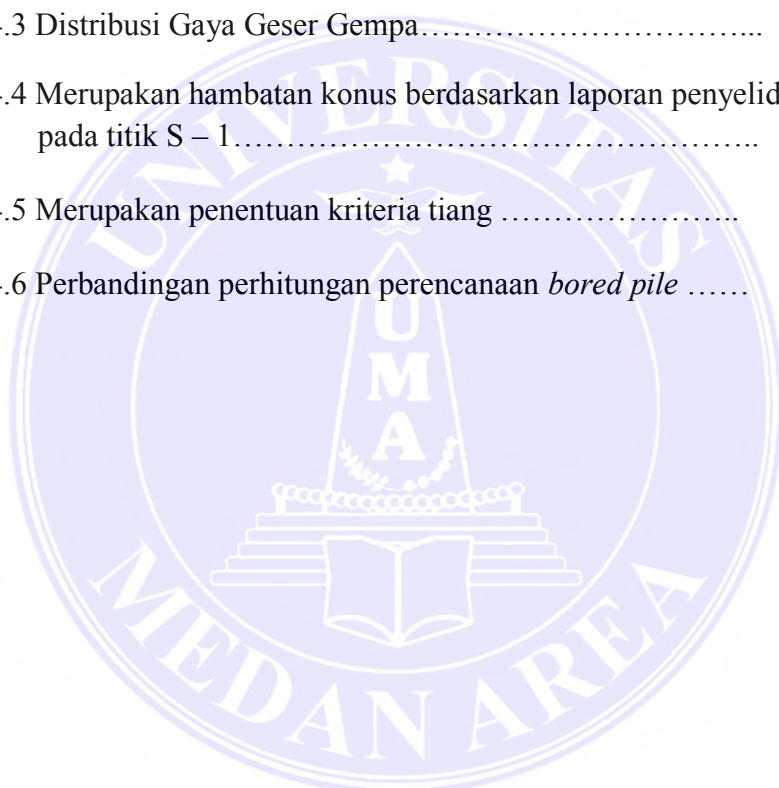
	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Uraian Umum	6
2.2 Tanah Sebagai Dasar Pondasi	7
2.2.1 Kekuatan Tanah Sebagai Dasar Pondasi	8
2.2.2 Karakteristik Tanah	9
2.2.3 Penyelidikan Tanah	10
2.3 Struktur Bawah	15
2.3.1 Pengertian Pondasi	15
2.3.2 Macam – Macam Pondasi	16
2.3.3 Dasar – Dasar Penentuan Jenis Pondasi	21
2.4 Pondasi Tiang Bor (<i>Bored Pile</i>)	25
2.5 Metode Pelaksanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	29
2.6 Metode Pelaksanaan <i>Pile Cap</i>	36
2.7 Pembebanan	39

2.7.1 Beban Mati (DL)	39
2.7.2 Beban Hidup (LL)	40
2.7.3 Beban Angin	41
2.7.4 Beban Gempa (E)	41
2.7.5 Beban Khusus	42
2.8 Perencanaan dan Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir	43
2.8.1 Daya Dukung Ultimit Tiang	43
2.8.2 Daya Dukung Ijin Untuk Kelompok Tiang	44
2.8.3 Penulangan Pondasi <i>Bored Pile</i>	45
2.8.4 Penulangan Tulangan Sengkang	48
2.8.5 Perhitungan <i>Pile Cap</i>	49
2.9 Mengenal SAP 2000	50
2.9.1 Mengenai SAP 2000	50
2.9.2 Fasilitas SAP 2000	51
III. METODOLOGI PENELITIAN	53
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	53
3.2 Metode Pengumpulan Data	53
3.3 Data Gedung	52
3.4 Data – Data Muatan	55
3.5 Data Pondasi Tiang Bor	55
3.6 Data – Data Desain	58
3.7 Penggunaan Program SAP 2000 v12	59
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1 Perhitungan Pembebanan Menggunakan Software SAP 2000	71
4.2 Perhitungan Pembebanan	71
4.3 Menghitung Gaya Geser Dasar	72
4.3.1 Waktu Getar Alami	73
4.3.2 Gaya Geser Dasar Nominal	74
4.3.3 Distribusi Gaya Geser Horizontal Gempa	74

4.4 Tinjauan Perhitungan Pondasi	75
4.1.1 Menghitung Kapasitas Daya Dukung <i>Bored Pile</i> dari data Sondir	75
4.4.2 Perhitungan P Maksium yang diterima Pondasi	81
4.4.3 Perhitungan Momen Maksimum Pada Pondasi	82
4.4.4 Perhitungan Tulangan Utama Pondasi <i>Bored Pile</i>	84
4.4.5 Perhitungan Tulangan Sengkang	87
4.4.6 Perhitungan Tulangan <i>Pile Cap</i>	90
V. KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	
a. Data Sondir	
b. Dokumentasi	
c. Gambar	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung	40
Tabel 2.2 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung	41
Tabel 4.1 Berat masing – masing lantai	72
Tabel 4.2 Tabel 8 koefisien pada SNI1726-2002 -yang membatasi waktu Getar alami fundamental struktur gedung.....	73
Tabel 4.3 Distribusi Gaya Geser Gempa.....	74
Tabel 4.4 Merupakan hambatan konus berdasarkan laporan penyelidikan pada titik S – 1.....	75
Tabel 4.5 Merupakan penentuan kriteria tiang	83
Tabel 4.6 Perbandingan perhitungan perencanaan <i>bored pile</i>	94



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Dimensi Alat Sondir Mekanis	13
Gambar 2.2 Cara Pelaporan Hail Uji Sondir	14
Gambar 2.3 Pondasi Telapak	17
Gambar 2.4 Pondasi Sumuran	19
Gambar 2.5 Pondasi Tiang Bor	20
Gambar 2.6 Pondasi Tiang Pancang	21
Gambar 2.7 Pelaksanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	26
Gambar 2.8 Jenis – Jenis <i>Bored Pile</i>	27
Gambar 2.9 Gambaran secara skematik alat- alat yang digunakan untuk Mengebor	31
Gambar 2.10 Metode Pelaksanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	35
Gambar 2.11 Pola Susunan Tiang	37
Gambar 2.12 <i>Pile Cap</i>	38
Gambar 2.13 Wilayah Gempa Indonesia dengan persepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun	42
Gambar 2.14 Tampilan Layar SAP 200 versi 12	50
Gambar 2.15 Kotak dialog <i>new model</i> pada SAP2000 versi 12	51
Gambar 3.1 Google Maps Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, MEDAN	54
Gambar 3.2 Pondasi Tiang Bor	56
Gambar 3.3 Denah Pondasi	57
Gambar 3.4 Tampilan awal program SAP 2000	59

Gambar 3.5	Menentukan jumlah grid	60
Gambar 3.6	Mengatur Grid Bangunan	60
Gambar 3.7	Tampilan Define Material	61
Gambar 3.8	Masukkan Data Material	61
Gambar 3.9	Mendefenisikan Penampang balok dan kolom	62
Gambar 3.10	Memilih Tipe Penampang	63
Gambar 3.11	Mengatur Penampang Kolom.....	63
Gambar 3.12	Input Data Pelat	64
Gambar 3.13	Area Pelat yang akan diisikan beban.....	65
Gambar 3.15	Beban Plat	65
Gambar 3.16	Masukkan Beban Balok	66
Gambar 3.17	Berat Dinding	66
Gambar 3.18	Mendefinisikan Beban	67
Gambar 3.19	Memasukkan Data Beban	67
Gambar 3.20	Load Combination	68
Gambar 3.21	Masukan Data Beban	68
Gambar 3.22	Run Analisis	69
Gambar 3.23	Pengaturan Run Analisis untuk dijalankan	69
Gambar 3.24	Struktur Gedung SAP 2000.....	70
Gambar 3.25	Portal Struttur Gedung	70

DAFTAR NOTASI

Q_u	= Kapasitas daya dukung ultimit tiang
q_c	= Tahanan ujung sondir
A_p	= Luas penampang tiang
JHL	= Jumlah hambatan lekat
K_{11}	= Keliling tiang
Q_u	= Daya dukung ultimit untuk tiang tunggal (kg)
Q_{pg}	= daya dukung yang diijinkan untuk kelompok tiang (ton)
E_g	= Efisiensi kelompok tiang
n	= Jumlah tiang
m	= Jumlah barisan tiang
n	= Jumlah tiang per baris
θ	= $\tan^{-1} DS$ (dalam derajat)
S	= Jarak tiang pusat ke pusat (m)
P_n	= kuat beban aksial nominal
ϕ	= faktor reduksi kekuatan pengikat spiral (0,7)
f'_c	= kuat tekan beton
f_y	= tegangan leleh tulangan
A_g	= Luas kotor penampang kolom
A_{st}	= Luas total penampang tulangan memanjang
P_o	= Kuat beban aksial nominal atau teoritis tanpa eksentrisitas
P_{nb}	= Kuat beban aksial nominal dalam keadaan seimbang
M_{nb}	= Momen aksial nominal dalam keadaan seimbang
P_t	= Beban tarik yang diterima tulangan

B = Lebar penampang segi-empat ekivalen

V_u = gaya geser terfaktor pada penampang

V_n = kuat geser nominal

V_n = $V_c + V_s$

N_u = beban aksial terfaktor (N)

B_w = lebar penampang (mm)

$M_{u,x,y}$ = Momen pada arah x atau y

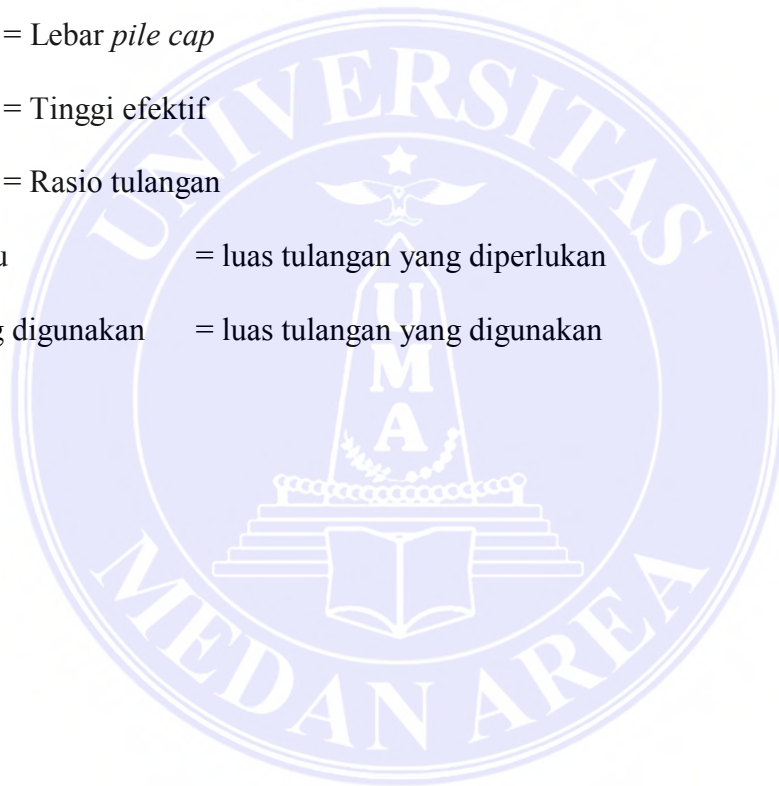
b = Lebar *pile cap*

d = Tinggi efektif

ρ = Rasio tulangan

as perlu = luas tulangan yang diperlukan

as yang digunakan = luas tulangan yang digunakan



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Merencanakan suatu bangunan membutuhkan struktur yang kuat dan ekonomis. Suatu struktur terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi seluruh komponen struktur yang terdapat di atas permukaan tanah, sedangkan struktur bawah meliputi seluruh komponen struktur yang terdapat di bawah permukaan tanah. Salah satu komponen dari struktur bawah adalah pondasi. Pondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah, yang akan menjamin kestabilan bangunan terhadap muatan atau beban yang meliputi: berat sendiri, beban berguna, dan gaya – gaya luar terhadap gedung seperti tekanan angin, gempa bumi. Pondasi harus cukup kuat menahan beban dari struktur atas tanpa terjadi penurunan.

Pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN yang berlokasi di Jalan Willem Iskandar Psr. V, Medan Estate adalah pembangunan gedung perkuliahan dengan tinggi 36 meter dari atas permukaan tanah yang terdiri dari 9 lantai. Untuk hal ini penulis mencoba mengkonsentrasikan Skripsi ini kepada permasalahan pondasi dalam, yaitu tiang bor. Pondasi dalam yang umumnya digunakan untuk bangunan tingkat tinggi adalah pondasi tiang bor (*bored pile*). Pondasi tiang bor (*bored pile*) adalah suatu pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi *bored pile* dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah

konstruksi, dengan tumpuan pondasi. Pondasi *bored pile* dipergunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama bangunan – bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya – gaya penggulingan akibat beban angin. Pondasi *bored pile* membutuhkan kepala tiang atau biasa disebut *pile cap* merupakan kelompok (*pile group*) dan penghubung antara *bored pile* dan kolom.

Kepala tiang (*pile cap*) adalah suatu elemen struktur yang menyatukan satu atau beberapa pondasi tiang terhadap kolom atau elemen struktur lain di atasnya. *Pile cap* berfungsi menerima beban dari kolom yang kemudian disebarkan ke tiang pancang. Dalam suatu perencanaan, *pile cap* memiliki beragam bentuk modelisasi. Pada suatu pekerjaan pondasi, bentuk *pile cap* akan berbeda tergantung dari jumlah tiang pancang yang dikelompokkan dalam satu *pile cap*.

1.2 Maksud dan Tujuan

1. Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi perhitungan pondasi *bored pile* pada pembangunan gedung Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung daya dukung tiang bor dari hasil sondir, dan parameter kuat geser tanah, menghitung penulangan pada *bored pile*, dan menghitung penulangan pada *pile cap*.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menyelesaikan tulisan ini, penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Pada Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN.
2. Tidak meninjau akibat gaya horizontal.
3. Menghitung daya dukung *bored pile* dari hasil sondir.
4. Metode pelaksanaan pekerjaan pondasi *bored pile* dan *pile cap*.
5. Beban gempa tidak diperhitungkan.

1.4 Metode Penelitian

Dalam penulisan Skripsi ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung agar Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Beberapa cara yang dilakukan antara lain:

- a. Metode observasi

Untuk memproleh data yang berhubungan dengan data teknis pondasi *bored pile* diperoleh dari hasil survey langsung ke lokasi proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN.

b. Pengambilan Data

Mengambil data-data yang diperlukan yang terdiri dari data primer merupakan data yang diperoleh dengan mengadakan kunjungan langsung ke lokasi studi sehingga diperoleh kondisi riil pembangunan gedung tersebut. Dan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN. Adapun data-data sekunder tersebut adalah gambar kerja.

c. Melakukan studi kepustakaan

Mengumpulkan bahan-bahan atau teori-teori dari beberapa buku yang berhubungan dengan pengerjaan Skripsi ini.

d. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing serta pihak – pihak yang terkait dengan penyusunan Skripsi ini.

1.5 Sistematika Penulisan

Rancangan sistematika penulisan secara keseluruhan pada Skripsi ini terdiri dari 5 (lima) bab, uraian masing – masing bab adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pengantar sebelum masuk pada pembahasan. Pada bab ini dijelaskan tentang Latar Belakang, Maksud dan Tujuan, Pembatasan Masalah, Metodologi Penelitian serta Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori tentang pondasi *bored pile* dan *pile cap* beserta metode pelaksanaan pondasi *bored pile* dan *pile cap*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang metode penelitian mengungkapkan secara ringkas teknik analisis dan metode uji yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang perhitungan Struktur pondasi *bored pile* dan membandingkan dimensi tebal *pile cap*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis Skripsi mengenai perhitungan Pondasi pada pembangunan proyek gedung perkuliahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Pondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah, yang menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban berguna dan gaya-gaya luar terhadap gedung seperti tekanan angin dan gempa bumi (*Heinz Frick, 2001*). Pondasi merupakan suatu komponen yang memiliki fungsi sebagai kekuatan struktur ke zona yang berdekatan dengan tanah atau batuan (*Geotechnical Engineering Foundation Design – John N. Cernica*). Pondasi atau pandemen ialah suatu konstruksi, guna menjamin kedudukan bangunannya. Pandemen meneruskan berat bangunan dengan muatan-muatannya kepada tanah dibawahnya (*Iman Subarkah, 1956*).

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya. Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu *pondasi dangkal* dan *pondasi dalam*. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti : pondasi telapak, pondasi memanjang dan pondasi rakit. Pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relative jauh dari permukaan, contohnya pondasi sumuran dan pondasi tiang.

2.2 Tanah Sebagai Dasar Pondasi

Menurut Hardyanto (1996) Tanah, di alam terdiri dari campuran butiran – butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran – butiran dengan mudah dipisah – pisahkan satu sama lain dengan di kocokkan air. Tanah berasal dari pelapukan batuan, yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat – sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material aslinya, juga dipengaruhi oleh unsur – unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. Istilah – istilah seperti kerikil, pasir, lanau dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis – jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis – jenis tanah dan kadang – kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya, kemudian dipakai sebagai nama tambahan di bagian belakang material unsur utamanya. Sebagai contoh, pasir berlempung adalah pasir yang mengandung lempung, dengan material utama pasir; *lempung berlanau* adalah *lempung* yang mengandung *lanau*, dengan material utamanya adalah lempung dan seterusnya.

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat – sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran – butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partially saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol.

2.2.1 Kekuatan Tanah Sebagai Dasar Pondasi

Menurut Frick (2001) keadaan kekuatan tanah sebagai dasar pondasi tergantung pada susunan dan struktur tanah sebagai kulit bumi yang termakan cuaca dan air hujan. semakin heterogen struktur tanah tersebut, semakin sulitlah perencanaan pondasi.

Kekuatan tanah dapat diselidiki dengan berbagai cara, antara lain :

1. Kedalaman dan ketebalan lapisan bumi , terutama lapisan yang akan menerima beban pondasi,
2. Tegangan tanah (σ) yang diizinkan,
3. Keadaan hidrologis (sifat – sifat dari lapisan tanah).

Perlu diperhatikan bahwa disamping kekuatan atau kelemahan, kokoh landasan tanah juga dipengaruhi oleh :

1. Pemadatan dan penurunan tanah akibat vibrasi lalu lintas, peralatan perindustrian dan sebagainya.
2. Penurunan tanah akibat peunahan hidrologis (misalnya penurunan muka air tanah atau kadar air di dalam tanah) atau karena pengikisan pada tepi sungai dan sebagainya.
3. Pergeseran tanah atau longsor akibat tekanan berat, terendam air akibat banjir atau air pasang.

Hal tersebut mengakibatkan penurunan gedung yang tak terhindarkan, perencanaan pondasi yang baik akan menghambat terjadinya penurunan. Namun, apabila terjadi penurunan masih dalam batas toleransi. Pondasi bangunan yang menjamin kestabilan / keseimbangan bangunan terhadap pembebanan (berat sendiri,

beban hidup, retakan dan gesekan geologis kecil serta gaya tekan angin, gempa bumi dan sebagainya) harus diperhitungkan sedemikian rupa. Dengan pengetahuan tentang konsep struktur, maka pondasi merupakan bagian struktur gedung yang mempunyai daya tahan paling lama sebagai landasan dari struktur bangunan.

2.2.2 Karakteristik Tanah

Menurut Frick (2001) dalam merencanakan struktur bawah diperlukan data – data mengenai karakteristik tanah tempat struktur tersebut berada dan beban struktur yang bekerja di atas struktur bawah yang direncanakan. Karakteristik tanah meliputi jenis lapisan tanah di bawah permukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah dan lain – lain. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis – jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut dan lain – lain. Seorang *structure engineer* harus bisa menentukan jenis pondasi yang tepat untuk digunakan berdasarkan data tanah yang ada pada *soil engineer*.

Hasil penyelidikan tanah yang dilaporkan oleh *soil engineer* antara lain:

1. Kondisi tanah dasar yang menjelaskan jenis lapisan tanah pada beberapa lapisan kedalaman.
2. Analisa daya dukung tanah.
3. Besar tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekat dari beberapa titik sondir.
4. Hasil tes laboratorium tanah untuk mengetahui berat jenis tanah dan lain – lain.
5. Analisis daya dukung tiang pondasi berdasarkan data – data tanah (apabila menggunakan pondasi tiang).

Selanjutnya rekomendasi dari *soil engineer* mengenai jenis pondasi yang biasa digunakan berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang didapat.

2.2.3 Penyelidikan Tanah

Menurut Gunawan dkk (1983) penyelidikan tanah di lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisan agar bangunan dapat berdiri dengan stabil dan tidak timbul penurunan (*settlement*) yang terlalu besar, maka pondasi bangunan harus mencapai lapisan tanah yang cukup padat (tanah keras). Untuk mengetahui letak / kedalaman lapisan tanah padat dan kapasitas daya dukung tanah (*bearing capacity*) dan daya dukung pondasi yang diizinkan maka perlu dilakukan penyelidikan tanah yang mencakup penyelidikan baik di lapangan (lokasi / rencana bangunan baru) dan penelitian di laboratorium.

Penyelidikan lapangan yang dilaksanakan ini adalah dengan menggunakan jenis peralatan bor mesin. Pengeboran yang dilakukan dalam proyek ini adalah untuk menentukan profil lapisan tanah terhadap kedalaman dan juga untuk menentukan sifat – sifat fisis tanah meliputi : jenis tanah, warna tanah, tingkat plastisitas tanah, serta juga untuk pengambilan sampel tanah dalam tabung untuk dilakukan pengujian di laboratorium. Lebih terperinci penyelidikan dengan pengeboran ini bertujuan :

1. Untuk mengevaluasi keadaan tanah secara visual terperinci.
2. Untuk mengambil sampel layer demi layer sampai kedalaman yang diinginkan untuk dideskripsi.
3. Untuk mengambil sampel tak terganggu (*undisturbed*) dan sampel (*disturbed*) untuk diselidiki di laboratorium.

4. Untuk melaksanakan penyelidikan sondir yang digunakan untuk menduga kedalaman tanah keras.

Adapun penyelidikan tanah ini dilakukan dengan cara, yaitu :

- a) Penyelidikan Lapangan Dengan Dutch Cone Penetrometer Test (DCPT, Sondir)

Penyondiran adalah suatu proses memasukkan alat sondir secara tegak lurus kedalam tanah untuk mengetahui besarnya perlawanan penetrasi tanah terhadap kedalaman lapisan tanah yang ditembus alat sondir tersebut.

Alat sondir adalah suatu alat yang berbentuk silinder dengan ujungnya berupa suatu konus. Dimana pada pengujian sondir, alat ini ditekan kedalam tanah untuk mengukur perlawanan tanah pada ujung sondir (tahanan ujung) dan gesekan pada selimut sondir (hambatan lekat atau gesekan selimut). Standarisasi alat sondir di Indonesia belum dilakukan hingga saat ini.

Standar alat sondir yang umum digunakan dan telah diterima secara luas tercantum dalam ASTM D 3441-75T yaitu : sondir yang mempunyai luas proyeksi ujung konus sebesar 10 cm² dan luas selimutnya sebesar 150 cm², penetrasi yang dilakukan dengan bantuan mesin sondir hidraulik yang digerakkan secara manual. Ada 2 type ujung konus pada sondir mekanis yaitu (lihat 2.1) :

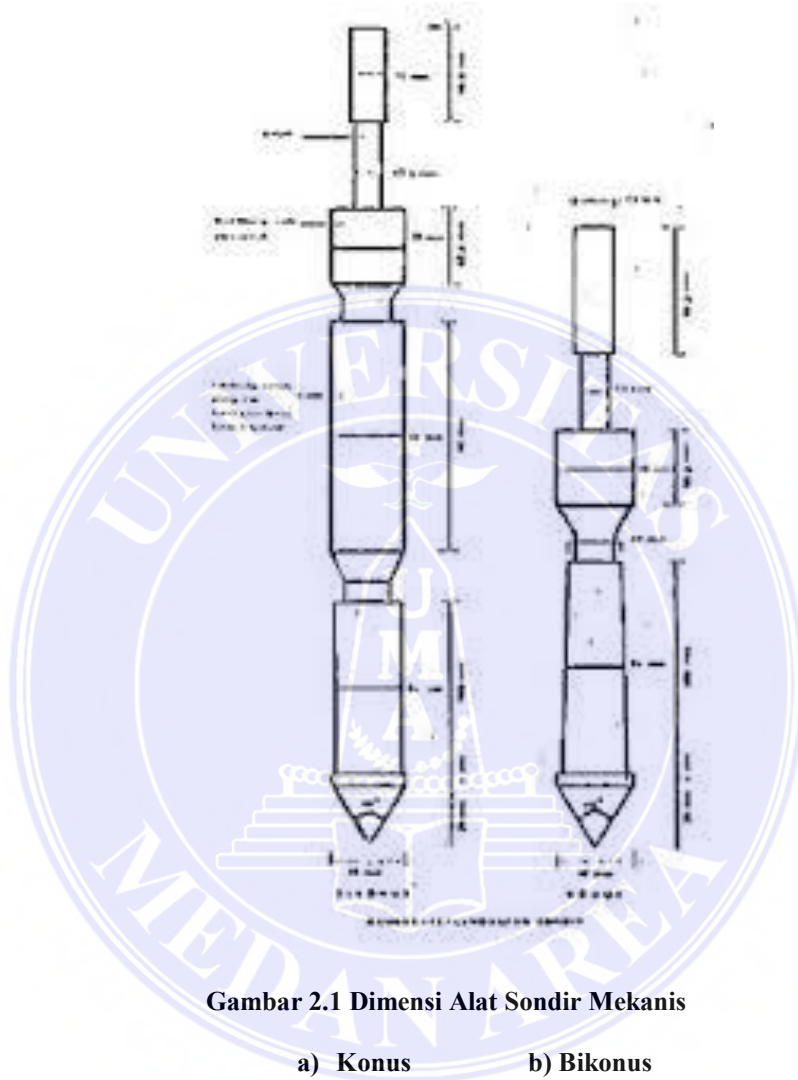
1. Konus biasa, yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan biasanya digunakan pada tanah berbutir kasar, dimana besar perlawanan lekatnya kecil.
2. Bikonus yang diukur adalah perlawanan ujung konus dan hambatan lekatnya yang biasanya digunakan pada tanah yang berbutir halus.

Pembacaan tahanan ujung konus dan hambatan lekatnya dilakukan pada setiap kedalaman 20 cm. cara pembacaan pada sondir secara mekanis adalah secara manual dan bertahap, yaitu dengan mengukur tahanan ujung dengan alat ukur menometer kemudian baru diukur gesekan selimut dan tahanan ujung sehingga hasil laporan adalah pengurangan pengukuran (pembacaan) kedua terhadap pengukuran (pembacaan) pertama.

1. Kegunaan Uji Sondir adalah :
 - a. Untuk menentukan profil dan karakteristik tanah.
 - b. Merupakan pelengkapan bagi informasi dari pengeboran tanah.
 - c. Menentukan daya dukung pondasi.
 - d. Untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman.
 - e. Untuk memberikan gambaran jenis tanah secara kontiniu.
 - f. Untuk mengevaluasi (meninjau kembali) karakteristik teknis tanah.

2. Tujuan Uji Sondir adalah :
 - a. Tujuan praktis : untuk menegtahui kedalaman dan kekuatan lapisan – lapisan tanah.
 - b. Tujuan teoritis :
 - 1) Untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus (penetrasi terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas)

- 2) Untuk mengetahui jumlah hambatan lekat tanah terhadap selubung bikonus yang dinyatakan dalam gaya persatuan panjang).



Gambar 2.1 Dimensi Alat Sondir Mekanis

a) Konus b) Bikonus

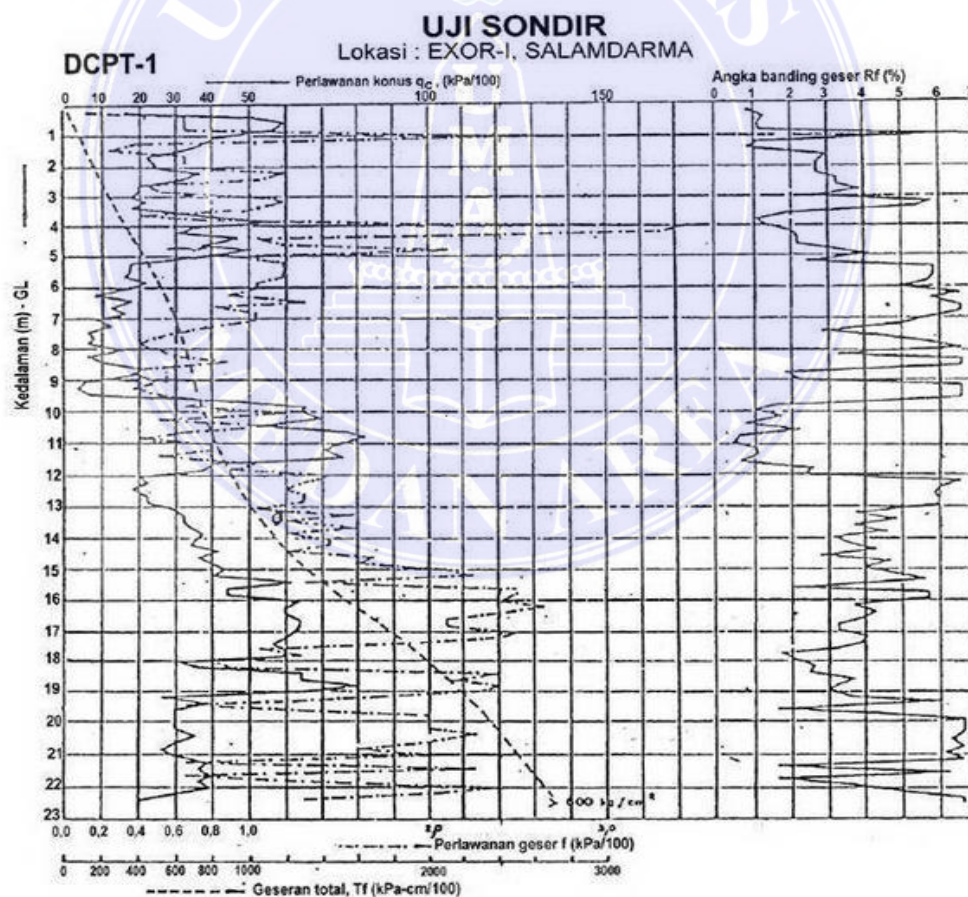
Sumber : [http://pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/sni/SNI %2028272008.pdf](http://pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/sni/SNI%2028272008.pdf)

b) Cara Pelaporan Hasil Uji Sondir

Cara pelaporan hasil uji sondir biasanya dilakukan dengan menggambarkan variasi tahanan ujung (q_c) dengan gesekan selimut (f_s) terhadap kedalamannya. Bila hasil sondir diperlukan untuk mendapatkan daya dukung tiang, maka diperlukan

harga komulatif gesekan (jumlah hambatan lekat), yaitu dengan menjumlahkan harga gesekan selimut terhadap kedalaman, sehingga pada kedalaman yang ditinjau dapat diperoleh gesekan total yang dapat digunakan untuk menghitung gesekan pada kulit tiang.

Besaran gesekan komulatif (total friction) diadaptasikan dengan sebutan jumlah hambatan lekat (JHL). Bila hasil sondir digunakan untuk klarifikasi tanah, maka cara pelaporan hasil sondir yang diperlukan adalah menggambarkan tahanan ujung (q_c), gesekan selimut (f_s), dan ratio gesekan (FR) terhadap kedalaman tanah. Data sondir tersebut digunakan untuk mengidentifikasi dari profil tanah terhadap kedalaman.



Gambar 2.2 Cara Pelaporan Hasil Uji Sondir

Sumber : Ir. Sardjono, H. S. Pondasi Tiang Pancang, jilid I

2.3 Struktur Bawah (Pondasi)

Struktur bawah pondasi 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 karena tugasnya lebih berat yaitu memikul beban yang bekerja pada bangunan di atasnya. Seluruh muatan (beban) dari bangunan, termasuk beban – beban yang bekerja pada bangunan dan berat pondasi sendiri, harus dipindahkan atau diteruskan oleh pondasi ke tanah dasar dengan sebaik – baiknya.

2.3.1 Pengertian Pondasi

Menurut (Gunawan, 1983) pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi melakukan 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 tanpa mengakibatkan terjadi keruntuhan geser tanah dan penurunan (*settlement*) tanah / pondasi yang berlebihan.

Pondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah yang menjamin kestabilan bangunan yang terhadap berat sendiri, beban hidup dan gaya – gaya luar terhadap gedung seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain – lain (Frick, 2001).

Pondasi merupakan bagian dari suatu system rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan kedalaman tanah atau bebatuan yang terletak dibawahnya (Bowles, 1997).

Fungsi pondasi yaitu :

1. Sebagai kaki bangunan atau alas bangunan,
2. Sebagai penahan bangunan dan menentukan beban dari atas ke dasar tanah yang cukup kuat.
3. Sebagai penjaga agar kedudukan bangunan tetap stabil (tetap).

2.3.2 Macam – Macam Pondasi

Secara umum jenis-jenis struktur bawah (pondasi) menurut Zainal dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Yang termasuk pondasi dangkal adalah sebagai berikut :

1. Pondasi Telapak

Pada umumnya digunakan untuk bangunan rumah tinggal dan gedung bertingkat ringan, yaitu dengan memperlebar bagian bawah kolom atau dinding bawah bangunan sehingga membentuk suatu telapak yang menyebarkan beban bangunan menjadi tegangan yang lebih kecil dari daya dukung tanah yang diijinkan. Jadi pondasi ini berfungsi untuk mendukung bangunan secara langsung pada lapisan tanah. Pondasi telapak ini dapat dibagi dalam empat jenis :

a. Pondasi Telapak Tunggal

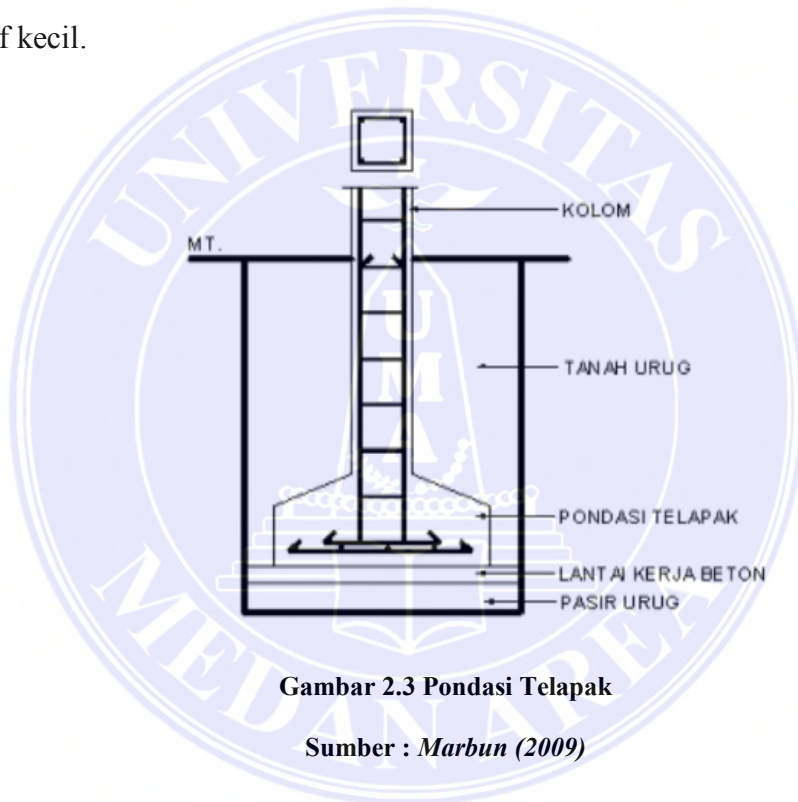
Digunakan untuk memikul sebuah kolom tunggal, tugu, menara, tangki air dan cerobong asap.

b. Pondasi Telapak Menerus

Digunakan untuk menyangga suatu bangunan yang panjang, seperti dinding penahan tanah dan dinding bangunan .

c. Pondasi Telapak Gabungan

Digunakan untuk menahan beban kolom yang besar dan daya dukung tanahnya relatif kecil.



Gambar 2.3 Pondasi Telapak

Sumber : *Marbun (2009)*

d. Pondasi Pelat

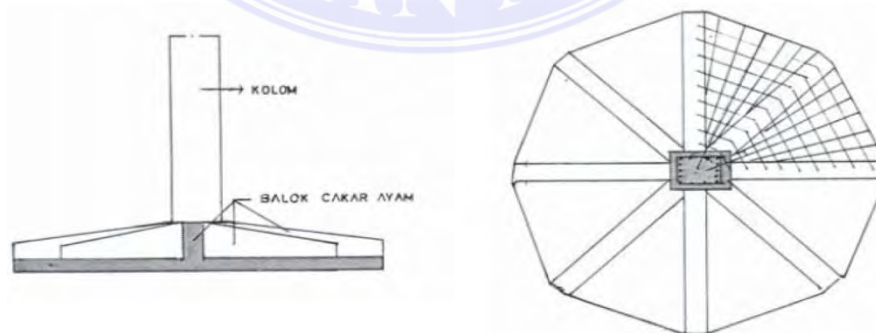
Merupakan sebuah pelat beton yang tebal dan menggunakan tulangan atas dan bawah yang menerus. Pondasi ini digunakan untuk bangunan yang didirikan pada tanah yang memiliki daya dukung rendah atau daya dukung kolom yang besar.

2. Pondasi Cakar Ayam

Pondasi cakar ayam digunakan di daerah rawa atau tepatnya pada tanah dengan kapasitas dukung 1.5 – 3.5 ton / m². Dasar pemikiran pondasi cakar ayam adalah pemanfaatan karakteristik tanah yang tidak dimanfaatkan oleh sistem pondasi lain, yaitu pemanfaatan adanya tekanan tanah pasif. Pondasi ini terdiri dari pelat beton bertulang dengan pipa-pipa beton yang dihubungkan secara monolit. Pelat beton tersebut akan mengapung di atas tanah rawa ataupun tanah lembek. Sedangkan kekakuannya diperoleh dari pipa beton bertulang yang berada di bawahnya yang dapat berdiri tegak akibat tekanan tanah pasif. Jadi fungsi pipa hanyalah sebagai pengaku dan bukannya sebagai penopang seperti halnya pondasi sumuran.

3. Pondasi Sarang Laba – Laba

Pondasi sarang laba-laba berfungsi untuk memikul beban terpusat / kolom dari struktur atas seperti bangunan bertingkat tiga sampai lima, pabrik, hanggar, menara transmisi tegangan tinggi dan menara air. Pondasi ini terdiri dari pelat beton tipis, yang di bawahnya dikakukan oleh *rib-rib* tegak.



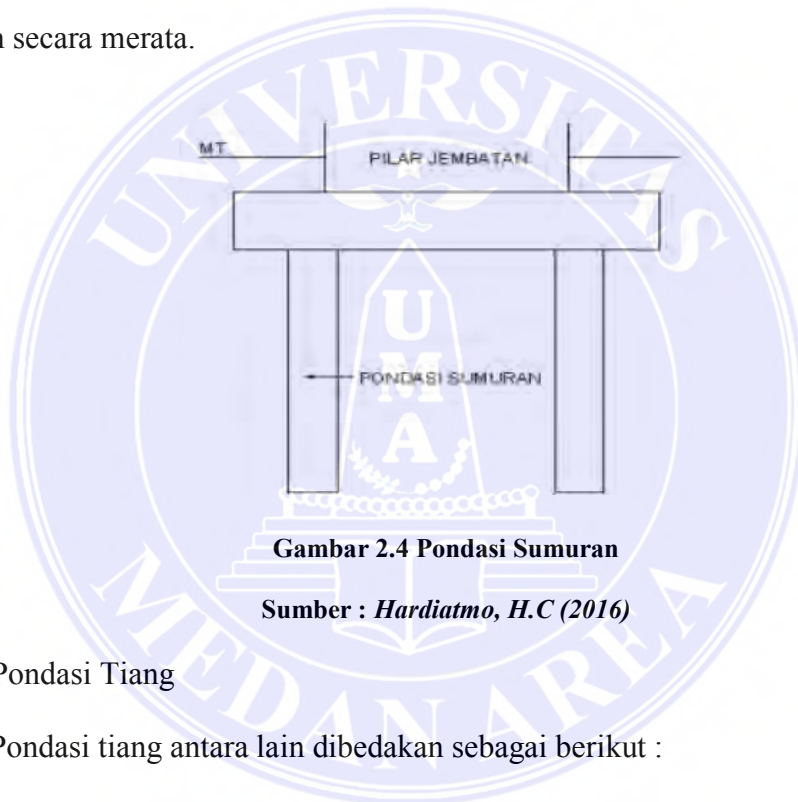
Gambar 2.3 Pondasi Sarang Laba – Laba

Sumber : Hastomo (2014)

Sedangkan macam-macam pondasi dalam adalah sebagai berikut :

1. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran digunakan untuk kedalaman tanah keras 2 – 5 m. Pondasi ini dibuat dengan cara menanam blok-blok beton silinder dengan menggali tanah berbentuk sumuran / lingkaran berdiameter > 0.80 m sampai mencapai tanah keras. Pada bagian atas pondasi diberi *poer* untuk menerima dan meneruskan beban pondasi sumuran secara merata.



Gambar 2.4 Pondasi Sumuran

Sumber : Hardiatmo, H.C (2016)

2. Pondasi Tiang

Pondasi tiang antara lain dibedakan sebagai berikut :

1) Pondasi Tiang Kayu

Pondasi ini sangat cocok untuk daerah rawa dan daerah yang banyak terdapat hutan kayu, sehingga mudah memperoleh tiang kayu yang panjang dan lurus dengan diameter cukup besar. Biasanya satu tiang dapat menahan beban sampai 25 ton.

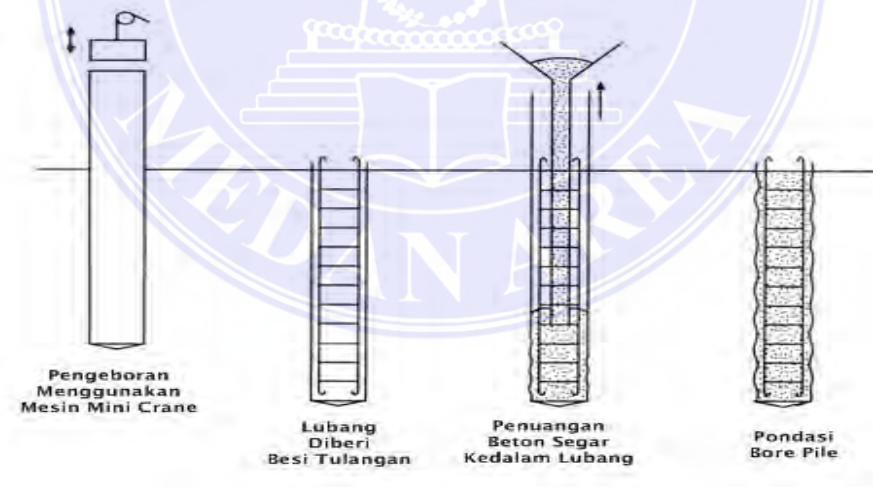
2) Pondasi Tiang Baja

Kekuatan tiang ini cukup besar sehingga di dalam pengangkutan dan pemancangannya tidak menimbulkan bahaya patah seperti halnya pada tiang pancang beton pracetak. Pemakaiannya sangat bermanfaat apabila diperlukan pondasi tiang yang panjang / dalam dengan tahanan ujung yang besar.

Satu – satunya kelemahan yang dimiliki adalah tidak tahan terhadap korosi atau karat.

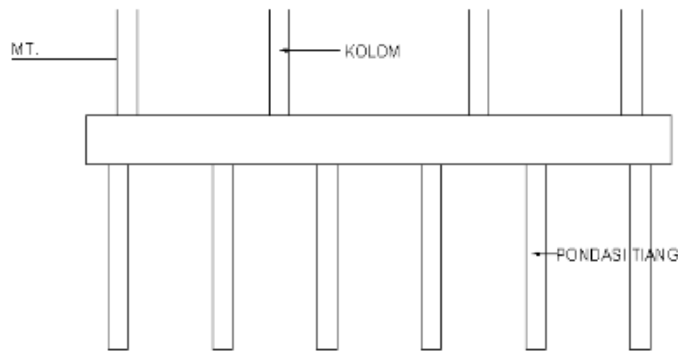
3) Pondasi Tiang Beton

Pondasi ini terdiri atas : Tiang PC, Tiang Mini, Tiang *Franky*, Tiang *Bump*, Tiang Bor, Tiang *Strauss* dan Tiang Mikro. Kesemuanya merupakan tiang beton pracetak.



Gambar 2.5 Pondasi Tiang Bor

Sumber : <https://www.arsitur.com/2015/09/jenis-jenis-pondasi-berdasarkan.html>



Gambar 2.6 Pondasi tiang pancang

Sumber : Hardiatmo, H.C (2016)

2.3.3 Dasar – Dasar Penentuan Jenis Pondasi

Pamungkas menyatakan bahwa dalam pemilihan bentuk dan jenis pondasi yang memadai perlu diperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan pekerjaan pondasi tersebut. Ini karena tidak semua jenis pondasi dapat digunakan di semua tempat. Misalnya pemilihan jenis pondasi tiang pancang di tempat padat penduduk tentu tidak tepat walaupun secara teknik cocok dan secara ekonomis sesuai dengan jadwal kerjanya.

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan jenis pondasi, yaitu :

1. Keadaan tanah yang akan dipasang pondasi
 - a. Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2 – 3 meter di bawah permukaan tanah maka pondasi yang dipilih sebaiknya jenis pondasi dangkal (pondasi jalur atau pondasi tapak) dan pondasi strauss.

- b. Tanah keras terletak pada kedalaman hingga kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang minipile atau pondasi tiang pancang atau pondasi tiang apung untuk memperbaiki tanah pondasi.
- c. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 20 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang pancang atau pondasi bor bilamana tidak boleh menjadi penurunan. bila terdapat batu besar pada lapisan tanah, pemakaian kaison lebih menguntungkan.
- d. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 30 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang dipakai adalah pondasi kaison terbuka tiang baja atau tiang yang dicor di tempat.
- e. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 40 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang dipakai adalah tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat.

2. Batasan – batasan akibat konstruksi di atasnya (*upper structure*)

Kondisi struktur yang berada di atas pondasi juga harus diperhatikan dalam pemilihan jenis pondasi. Kondisi struktur tersebut dipengaruhi oleh fungsi dan kepentingan suatu bangunan, jenis bahan bangunan yang dipakai (mempengaruhi berat bangunan yang ditanggung pondasi) dan seberapa besar penurunan yang diijinkan terjadi pada pondasi.

3. Faktor lingkungan

Faktor lingkungan merupakan faktor yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dimana suatu konstruksi tersebut dibangun. Apabila suatu konstruksi direncanakan menggunakan pondasi jenis tiang pancang, tetapi konstruksi terletak pada daerah padat penduduk, maka pada waktu pelaksanaan pemancangan pondasi pasti akan menimbulkan suara yang mengganggu penduduk sekitar.

4. Waktu perjalanan

Waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi juga harus diperhatikan agar tidak mengganggu kepentingan umum. Pondasi tiang pancang yang membutuhkan banyak alat berat mungkin harus dipertimbangkan kembali apabila dilaksanakan pada jalan raya dalam kota yang sangat padat karena akan menimbulkan kemacetan luar biasa.

5. Biaya

Jenis pondasi juga harus mempertimbangan besar anggaran biaya konstruksi yang direncanakan, tetapi harus tetap mengutamakan kekuatan dari pondasi tersebut agar konstruksi yang didukung oleh pondasi tetap berdiri dengan aman. Analisis jenis pondasi yang tepat dan sesuai dengan kondisi tanah juga bisa menekan biaya konstruksi. Misalnya konstruksi struktur pada lokasi dimana kondisi tanah bagus dan cukup kuat bila menggunakan pondasi telapak saja tidak perlu direncanakan menggunakan pondasi tiang. Penggunaan pondasi tiang pancang jenis *precast* yang membutuhkan biaya yang tinggi dalam bidang pelaksanaan dan transportasi bisa

diganti dengan pondasi tiang yang dicor di tempat dengan spesifikasi pondasi yang sama untuk menekan biaya.

Standar daya dukung tanah menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983 adalah :

1. Tanah keras (lebih dari 5 kg/cm²)
2. Tanah sedang (2-5 kg/cm²)
3. Tanah lunak (0,5-2 kg/cm²)
4. Tanah amat lunak (0-0,5 kg/cm²)

Kriteria daya dukung tanah tersebut dapat ditentukan melalui pengujian secara sederhana. Misal pada tanah berukuran 1 cm x 1 cm yang diberi beban 5 kg tidak akan mengalami penurunan atau ambles maka tanah tersebut digolongkan tanah keras.

Ada tiga kriteria yang harus dipenuhi dalam perencanaan suatu pondasi, yakni :

- a. Pondasi harus ditempatkan dengan tepat, sehingga tidak longsor akibat pengaruh luar,
- b. Pondasi harus aman dari kelongsoran daya dukung, dan
- c. Pondasi harus aman dari penurunan yang berlebihan.

2.4 Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)

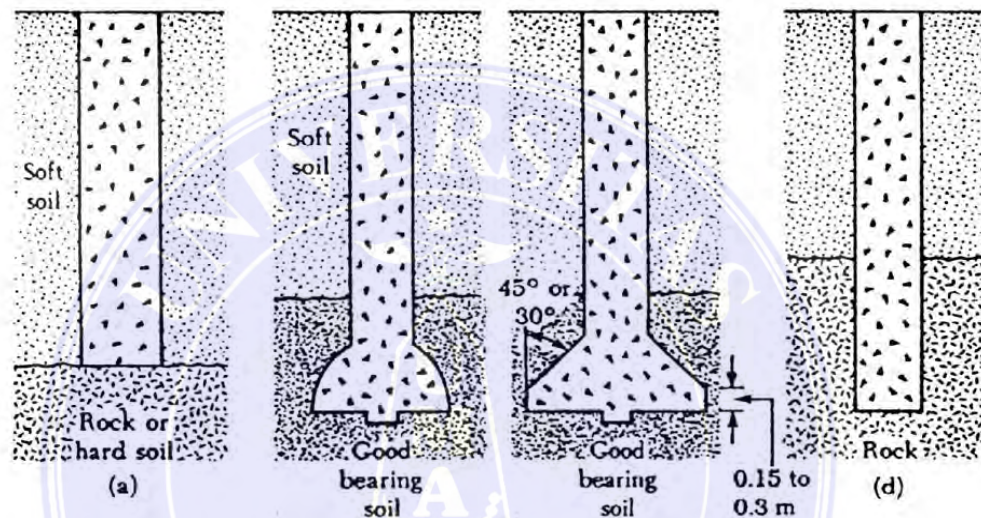
Pondasi berfungsi untuk meneruskan beban dari super struktur ke tanah agar keseluruhan bangunan dapat berdiri kokoh di atas tanah. Sedangkan pondasi bored pile digunakan untuk menjaga kestabilan lereng dinding penahan tanah termasuk pada pondasi bangunan ringan yang di atas tanah lunak serta struktur yang membutuhkan gaya literal yang cukup besar. Pondasi *bored pile* digunakan apabila

tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15 m. Pondasi tiang suatu konstruksi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat dengan satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (Nakazawa. K, 1983). Perencanaan pondasi *bored pile* mencakup rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahap yang meliputi studi kelayakan dan perencanaan teknis, semua itu dilakukan supaya menjamin hasil akhir suatu konstruksi yang kuat, aman serta ekonomis.

Daya dukung *bored pile* diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya *adhesi* antara *bored pile* dan tanah disekelilingnya. *Bored pile* berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Ada dua metode yang biasa digunakan dalam penentuan kapasitas daya dukung *bored pile* yaitu dengan menggunakan metode statis dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik keatas pada waktu pengecoran beton. pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan daya dukung ujung tiang.

Ada berbagai jenis pondasi *bored pile* yaitu :

1. *Bored pile* lurus untuk tanah keras;
2. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel;
3. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapezium;
4. *Bored pile* lurus untuk tanah bebatuan.



Gambar 2.7 Jenis – jenis *Bored Pile*

Sumber : *Braja M Das*

Ada beberapa alasan digunakannya pondasi bore pile dalam konstruksi :

1. Bore pile tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Bore pile dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjutnya
4. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada di dekatnya, tetapi dengan penggunaan pondasi bore pile hal ini dapat dicegah

5. 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 bore pile
6. Selama pelaksanaan pondasi bore pile tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang
7. Karena dasar dari pondasi bore pile dapat diperbesar, hal ni memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas
8. Permukaan diatas dimana dasar bore pile didirikan dapat diperiksa secara langsung
9. Pondasi bore pile mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral

Beberapa kelemahan dari pondasi bore pile :

1. 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
2. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor
3. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik maka diatasi dengan cara ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi.
4. 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

5. Akan terjadi tanah runtuh (ground loss) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran
6. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biayanya sangat melonjak maka ukuran tiang bor disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan
7. Walaupun penetrasi sampai ke tanah pendukung pondasi dianggap telah terpenuhi, kadang-kadang terjadi bahwa tiang pendukung kurang sempurna karena adanya lumpur yang tertimbun di dasar, maka dipasang pipa paralon pada tulangan bore pile untuk pekerjaan base grouting.

2.5 Metode Pelaksanaan Pondasi *Bored Pile*

1. Persiapan Lokasi Pekerjaan (Site Preparation)

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

2. Rute / Alur Pengeboran

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

3. Survey Lapangan dan Penentuan Titik Pondasi

Mengukur dan menentukan posisi titik koordinat bore pile dengan bantuan alat Theodolite.

4. Pemasangan Stand Pipe/ casing

Setelah mencapai suatu kedalaman yang ‘mencukupi’ untuk menghindari tanah di tepi lubang berguguran maka perlu di pasang casing, yaitu pipa yang mempunyai ukuran diameter dalam kurang lebih sama dengan diameter lubang bor. *Stand pipe/casing* dipasang dengan ketentuan bahwa pusat dari stand pipe harus berada pada titik as pondasi yang telah disurvei. Pemasangan stand pipe dilakukan dengan bantuan Excavator (*Back Hoe*). Meskipun mesin bornya berbeda, tetapi pada prinsipnya cara pemasangan casing sama: diangkat dan dimasukkan pada lubang bor. Tentu saja kedalaman lubang belum sampai bawah, secukupnya. Kalau nunggu sampai kebawah, maka bisa-bisa tanah berguguran semua. Lubang tertutup lagi. Jadi pemasangan casing penting.

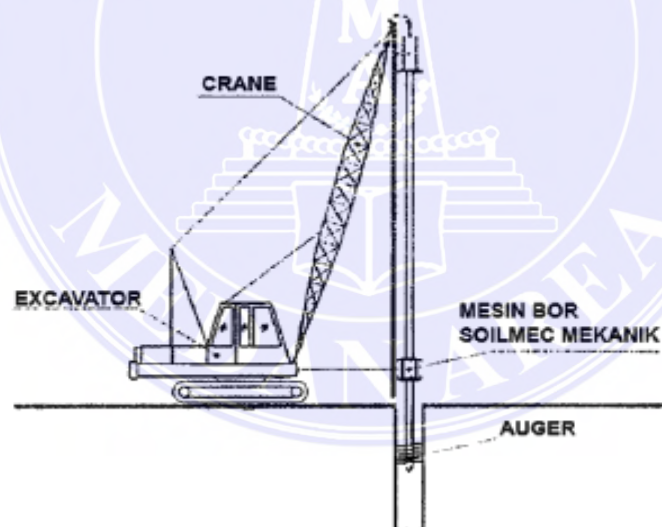
5. Pembuatan Drainase dan Kolam Air

Kolam air berfungsi untuk tempat penampungan air bersih yang akan digunakan untuk pekerjaan pengeboran sekaligus untuk tempat penampungan air bercampur lumpur hasil dari pengeboran. Ukuran kolam air 4m x 4m x 2,5m dan drainase/parit penghubung dari kolam ke stand pipe berukuran 1,2 m, kedalaman 20 m (tergantung kondisi). 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.

6. Setting Mesin RCD (RCD Machine Instalation)

Setelah stand pipe terpasang, mata bor sesuai dengan diameter yang ditentukan dimasukkan terlebih dahulu kedalam stand pipe, kemudian beberapa buah pelat dipasang untuk memperkuat tanah dasar dudukan mesin RCD (*Rotary Circle Dumper*), kemudian mesin RCD diposisikan dengan ketentuan sebagai berikut :

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



Gambar 2.8 Gambaran secara skematik alat- alat yang digunakan untuk mengebor.

Sumber : <http://www.boredpile.co.id/pelaksanaan-pekerjaan-pondasi-bor-pile/>

Proses pengeboran dilakukan dengan memutar mata bor ke arah kanan, dan sesekali diputar ke arah kiri untuk memastikan bahwa lubang pengeboran benar-benar mulus, sekaligus untuk menghancurkan tanah hasil pengeboran supaya larut dalam air agar lebih mudah dihisap. Proses pengeboran dilakukan secara bersamaan dengan proses penghisapan lumpur hasil pengeboran, oleh karena itu air yang ditampung pada kolam air harus dapat memenuhi sirkulasi air yang diperlukan untuk pengeboran. Setiap kedalaman pengeboran ± 3 meter, dilakukan penyambungan stang bor sampai kedalaman yang diinginkan tercapai. Jika kedalaman yang diinginkan hampir tercapai (± 1 meter lagi), maka proses penghisapan dihentikan (mesin pompa hisap tidak diaktifkan), sementara proses pengeboran terus dilakukan sampai kedalaman yang diinginkan (dapat diperkirakan dari stang bor yang sudah masuk), selanjutnya stang bor dinaikkan sekitar 0,5-1 meter, lalu proses penghisapan dilakukan terus sampai air yang keluar dari selang buang kelihatan lebih bersih (± 15 menit). Kedalaman pengeboran diukur dengan meteran pengukur kedalaman, jika kedalaman yang diinginkan belum tercapai maka proses yang tadi dilakukan kembali. Jika kedalaman yang diinginkan sudah tercapai maka stang bor boleh diangkat dan dibuka.

d. Instalasi Tulangan dan Pipa Tremie

Tulangan yang digunakan sudah harus tersedia lebih dahulu sebelum pengeboran dilakukan, sehingga begitu proses pengeboran selesai, langsung dilakukan instalasi tulangan, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kelongsoran dinding lubang yang sudah selesai dibor. Tulangan harus dirakit rapi dan ikatan tulangan spiral

dengan tulangan utama harus benar-benar kuat sehingga pada waktu pengangkatan tulangan oleh crane tidak terjadi kerusakan pada tulangan (ikatan lepas dan sebagainya). Proses instalasi tulangan dilakukan sebagai berikut:

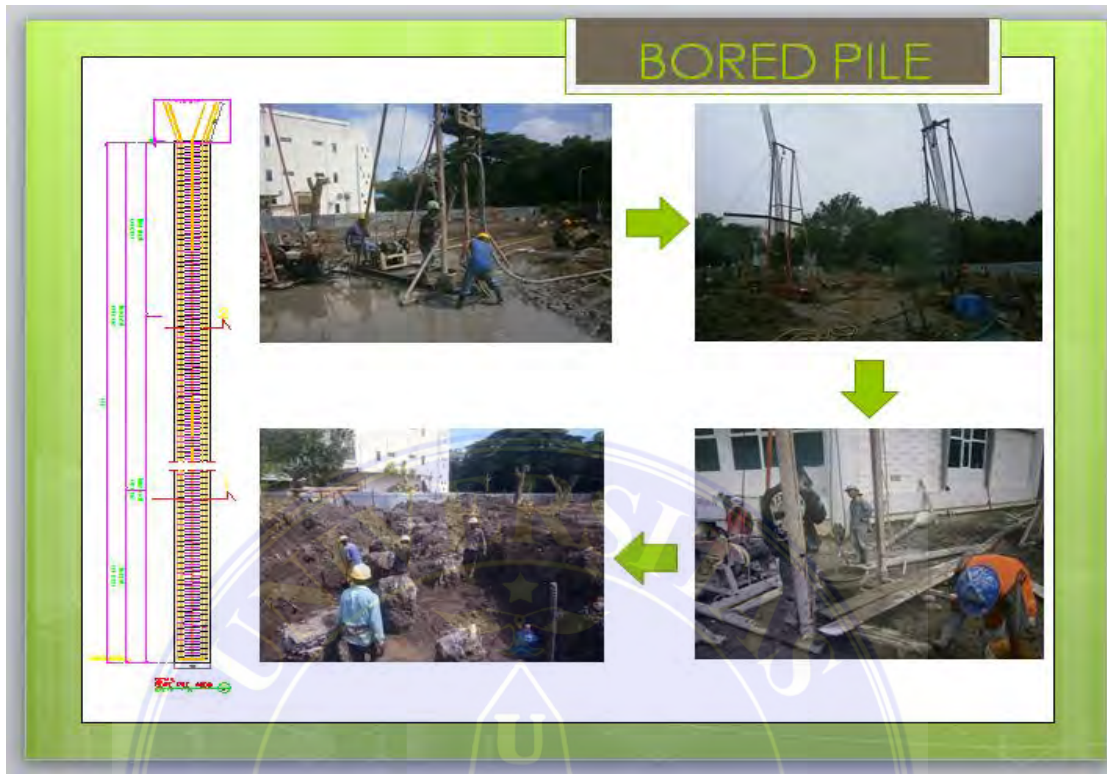
1. Posisi crane harus benar-benar diperhatikan, sehingga tulangan yang akan dimasukkan benar-benar tegak lurus terhadap lubang bor, dan juga pada waktu pengecoran tidak menghalangi jalan masuk truck mixer.
2. Pada tulangan diikatkan dua buah sling, satu buah pada ujung atas tulangan dan satu buah lagi pada bagian sisi memanjang tulangan. Pada bagian dimana sling diikat, ikatan tulangan spiral dengan tulangan utama diperkuat (bila perlu dilas), sehingga pada waktu tulangan diangkat, tulangan tidak rusak (ikatan spiral dengan tulangan utama tidak lepas). Pada setiap sambungan (bagian overlap) sebaiknya dilas, karena pada proses pengecoran, sewaktu pipa tremie dinaikkan dan diturunkan kemungkinan dapat mengenai sisi tulangan yang dapat menyebabkan sambungan tulangan lepas dan tulangan terangkat ke atas.
3. Tulangan diangkat dengan menggunakan dua hook crane, satu pada sling bagian ujung atas dan satu lagi pada bagian sisi memanjang, pengangkatan dilakukan dengan menarik hook secara bergantian sehingga tulangan benar-benar lurus, dan setelah tulangan terangkat dan sudah tegak lurus dengan lubang bor, kemudian dimasukkan pelan-pelan ke dalam lubang, posisi tulangan terus dijaga supaya tidak menyentuh dinding lubang bor dan posisinya harus benar-benar di tengah/di pusat lubang bor.
4. Jika level yang diinginkan berada di bawah permukaan tanah, maka digunakan besi penggantung.

5. Setelah tulangan dimasukkan, kemudian pipa tremie dimasukkan. Pipa tremie disambung-sambung untuk memudahkan proses instalasi dan juga untuk memudahkan pemotongan tremie pada waktu pengecoran. Ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi. Jika jaraknya kurang dari 25 cm maka pada saat pengecoran beton lambat keluar dari tremie, sedangkan jika jaraknya lebih dari 50 cm maka pada saat pertama kali beton keluar dari tremie akan terjadi pengenceran karena bercampur dengan air pondasi (penting untuk diperhatikan). Pada bagian ujung atas pipa tremie disambung dengan corong pengecoran. Pengecoran dengan *Ready Mix Concrete* proses pengecoran harus segera dilakukan setelah tulangan dan pipa tremie selesai, guna menghindari kemungkinan terjadinya kelongsoran pada dinding lubang bor. Oleh karena itu pemesanan *ready mix concrete* harus dapat diperkirakan waktunya 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 pipatremie dibiarkan dulu stabil, kemudian dimasukkan bola karet yang diameternya sama dengan diameter dalam pipa tremie, 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 tremie, setelah itu penuangan distabilkan sehingga beton tidak tumpah dari corong.
3. Jika beton dalam corong penuh, pipa tremie dapat digerakkan naik turun dengan syarat pipa tremie yang tertanam dalam beton minimal 1 meter pada saat pipa tremie dinaikkan. Jika pipa tremie yang tertanam dalam beton terlalu panjang, hal ini dapat memperlambat proses syarat bahwa pipa tremie yang masih tertanam dalam beton minimal 1 meter.
4. Proses pengecoran dilakukan dengan mengandalkan gaya gravitasi bumi (gerak jatuh bebas), posisi pipa tremie harus berada pada pusat lubang bor, sehingga tidak merusak tulangan atau tidak menyebabkan tulangan terangkat pada saat pipa tremie 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 tremie diangkat dan dibuka, serta dibersihkan. Batas pengecoran diukur dengan meteran kedalaman.



Gambar 2.9 Pelaksanaan Pondasi *Bored Pile*

Sumber : data lapangan

2.6 Metode Pelaksanaan *Pile Cap*

Suatu pondasi tiang umumnya terdiri lebih dari satu tiang atau disebut tiang kelompok. Tiang kelompok ini biasanya disatukan oleh kepala tiang yang juga disebut *pile cap* atau *poer*. *Pile cap* tersebut biasanya dibuat dari beton bertulang, dituangkan langsung pada tanah kecuali jika tanah bersifat ekspansif. *Pile cap* untuk konstruksi lepas pantai sering dicetak dari *form* baja. *Pile cap* tersebut mempunyai suatu reaksi yang merupakan sederet beban terpusat (tiang pancang). Perencanaan *pile cap* juga mempertimbangkan beban kolom dan momen dari setiap tanah yang mendasari *pile cap* (jika *poer* berada di bawah permukaan tanah), dan berat *pile cap*.

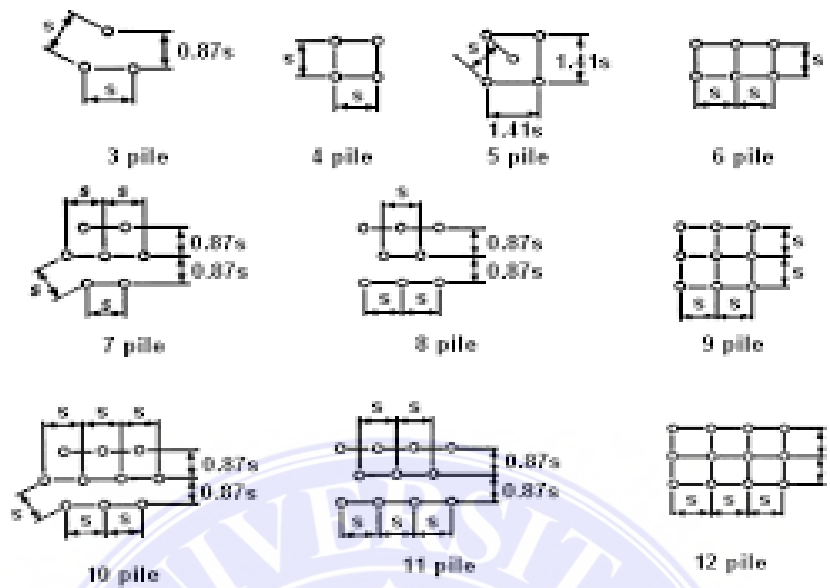
Dalam perhitungan, poer dianggap/dibuat kaku sempurna sehingga :

- a. Bila beban-beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan maka setelah penurunan bidang *poer* tetap akan merupakan bidang datar.
- b. Gaya-gaya yang bekerja pada tiang berbanding lurus dengan penurunan tiang-tiang tersebut. Anggapan bahwa setiap tiang bor di dalam sebuah kelompok mengangkut beban yang sama mungkin hampir benar bila hal berikut dipenuhi :
 - *Pile cap* bersentuhan dengan tanah
 - Tiang bor semuanya tegak lurus
 - Beban diletakkan pada pusat kelompok tiang bor
 - Kelompok tiang bor adalah simetris.

Umumnya, jarak antar tiang dalam kelompok berkisar antara $2,5D$ sampai $3D$. Dimana D adalah diameter atau lebar tiang pancang. Ketentuan ini berdasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- c. Bila jarak antar tiang $s < 2,5D$ kemungkinan tanah di sekitar kelompok tiang akan naik terlalu berlebihan karena terdesak oleh tiang-tiang yang dipancang terlalu berdekatan. Selain itu dapat menyebabkan terangkatnya tiang-tiang di sekitarnya yang telah dipancang lebih dahulu.
- d. Bila jarak antar tiang $s > 3D$ akan menyebabkan perencanaan menjadi tidak ekonomis sebab akan memperbesar ukuran/dimensi dari *poer*, jadi memperbesar biaya.

Berdasarkan hal tersebut di atas, telah direkomendasikan pola-pola kelompok tiang bor sebagaimana ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.10 Pola Susunan Tiang

Sumber : Ir. Sardjono M. S. *Tiang Pancang jilid I*

Untuk langkah kerja pelaksanaan pile cap adalah sebagai berikut :

1. Setelah galian tanah mencapai elevasi yang ditentukan, maka tiang pile atau bor dipotong dan dan dilebihkan besi stek untuk pengikatan struktural dan disisakan beton setinggi 7,5 cm untuk selimut beton.
2. Pembuatan lantai kerja setebal 5 cm.
3. Meletakkan pembesian pile cap yang telah dipabrikasi.
4. Memasang bekisting untuk memberi bentuk pile cap dan memisahkan beton dengan tanah.
5. Merangkai dengan pembesian tie biem dan slab agar menjadi satu kesatuan.
6. Pengecoran yang dilakukan bersamaan antara tie biem dengan pile cap.



Gambar 2.11 Pile Cap

Sumber : Data Lapangan

2.7 Pembebanan

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. Jenis beban yang akan dipakai dalam perencanaan ini adalah beban hidup (LL), beban mati (DL) dan beban gempa (E).

2.7.1 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 selama usia penggunaan bangunan. Biasanya beban mati merupakan dari berat sendiri bangunan itu sendiri sehingga besarnya dapat di hitung sesuai bentuk, ukuran dan berat jenis materialnya.

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari finishing lantai (keramik,plester), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Data diambil, berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983). Tabel 2.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).

Tabel 2.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung

Beban Finishing (Keramik)	24 kg/m ²
Plesteran 2.5 cm (2.5 x 21 kg/m ²)	53 kg/m ²
Beban <i>Mechanical Electrical (ME)</i>	25 kg/m ²
Beban plafond dan penggantung	18 kg/m ²
Beban dinding	250 kg/m ²
Baja	7850 kg/m ³
Batu alam	2600 kg/m ³
Pasangan bata merah	1700 kg/m ³

Sumber : Tabel 2.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

2.7.2 Beban Hidup (LL)

Beban hidup merupakan beban yang dapat berpindah tempat, dapat bekerja, penuh atau tidak sama sekali. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan didalamnya termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin – mesin 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 2.2 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).

Tabel 2.2 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung

Parkir	400 kg/m ²
Parkir lantai bawah	800 kg/ m ²
Lantai kantor	250 kg/ m ²
Lantai sekolah	250 kg/ m ²
Ruang pertemuan	400 kg/ m ²
Ruang dansa	500 kg/ m ²
Lantai olahraga	400 kg/m ²

Sumber : Tabel 2.2 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

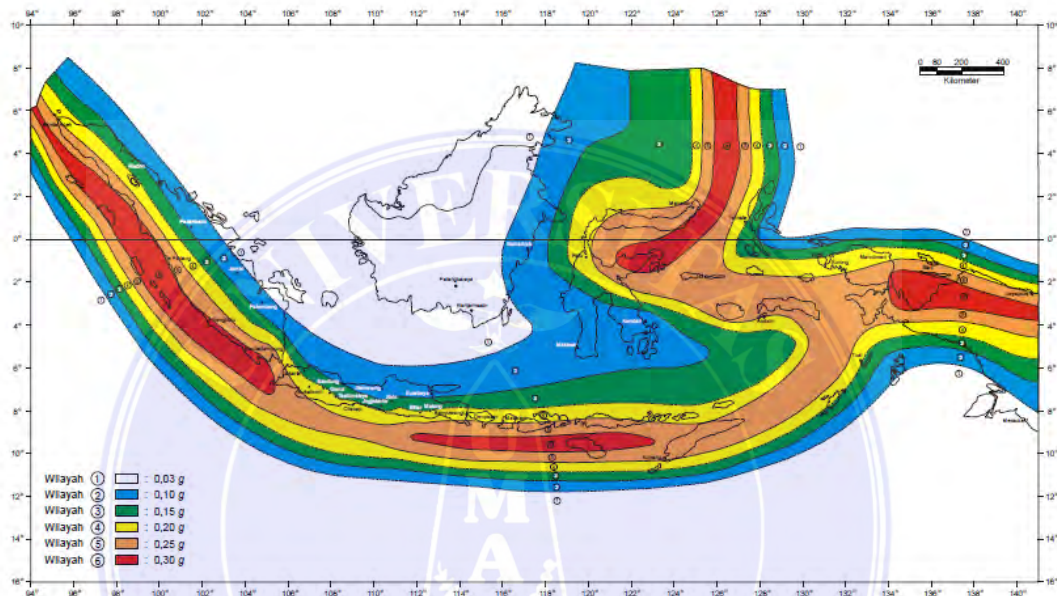
2.7.3 Beban Angin

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

2.7.4 Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah gaya yang ditimbulkan oleh karena gempa yang terjadi didasar tanah yang memberikan tekanan-tekanan pada struktur hingga struktur bisa 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, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah 6 adalah wilayah dengan kegempaan paling tinggi.



Gambar 2.13 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun

Sumber : SNI, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung*

2.7.5 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.

2.8 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 pembangunan 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 *Meyerhoff*.

2.8.1 Daya Dukung Ultimit Tiang

Dalam menentukan daya dukung ultimit tiang menggunakan data sondir, yaitu menggunakan metode Meyerhoff.

2.8.1.1 Metode Mayerhoff

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

$$Q_u = (q_c \cdot A_p) + (JHL \cdot K11) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

Q_u = Kapasitas daya dukung ultimit tiang

q_c = Tahanan ujung sondir

A_p = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K_{11} = Keliling tiang

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

$$Q_a = \frac{(q_c \cdot A_p)}{3} + \frac{(JHL \cdot K_{11})}{5} \dots\dots\dots(2)$$

2.8.2 Daya Dukung Ijin Untuk Kelompok Tiang

Jarang terjadi bahwa suatu bangunan hanya cukup menggunakan sebuah tiang tunggal, biasanya tiang dipasang 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 :

$$Q_{pg} = E_g \cdot n \cdot Q_u \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

Q_{pg} = daya dukung yang diijinkan untuk kelompok tiang (ton)

E_g = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang

Qu = Daya dukung ultimit untuk tiang tunggal (kg)

- Menghitung efisiensi dari sebuah kelompok tiang (Eg)

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

$$Eg = 1 - \theta \left\{ \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

m = Jumlah barisan tiang

n = Jumlah tiang per baris

θ = Tan - 1DS (dalam derajat)

S = Jarak tiang pusat ke pusat (m)

2.8.3 Penulangan Pondasi *Bored Pile*

1) Perhiungan Tulangan Utama

Penulangan pada pondasi *bored pile* sama halnya penulangan pada kolom, hanya saja penampang yang digunakan ialah bentuk penampang bulat. Rumus kuat beban aksial maksimum untuk kolom dengan penulangan spiral dihitung menggunakan rumus:

$$\phi P_n (\text{maks}) = 0.85 \phi (0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + (f_y \times A_{st})) \dots \dots \dots (5)$$

Persamaan SKN SNI 03-2847-2002

Dimana:

P_n = kuat beban aksial nominal

ϕ = faktor reduksi kekuatan pengikat spiral (0,7)

$f'c$ = kuat tekan beton

f_y = tegangan leleh tulangan

A_g = Luas kotor penampang kolom

A_{st} = Luas total penampang tulangan memanjang

Kondisi pembebanan tanpa eksentrisitas yang merupakan keadaan khusus, kuat beban aksial nominal atau teoritis dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$P_o = 0.85 f'c(A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

P_o = Kuat beban aksial nominal atau teoritis tanpa eksentrisitas

$F'c$ = Kuat tekan beton

F_y = Tegangan leleh tulangan

A_g = Luas kotor penampang kolom

A_{st} = Luas total penampang tulangan memanjang

Kapasitas penampang kolom yang menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur dapat digambarkan dalam bentuk diagram interaksi. Seperti yang telah dikemukakan terdahulu, diagram interaksi berfungsi sebagai alat bantu analisis, sedangkan untuk proses perencanaan kolom dengan beban eksentris diagram tersebut digunakan untuk pendekatan coba-coba. Pada penampang kolom pendek yang dibebani dengan beban aksial eksentrisitas besar, yaitu pada $P_n < P_b$ awal keruntuhan ditandai dengan luluhnya baja tarik. Dengan demikian berarti $f_s = f_y$, sedangkan

tegangan pada tulangan baja tekan masih terdapat dua kemungkinan sudah mencapai leleh atau belum.

$$P_{nb} = 0.85 f'_c ab b + A_s' f_y + A_s f_y \dots\dots\dots (7)$$

$$M_{nb} = \left[(0.85 f'_c ab b) \left(\frac{h}{2} - \frac{ab}{2} \right) + (A_s' f'_s) \left(\frac{d-d'}{2} \right) + (A_s f_s) \left(\frac{d-d'}{2} \right) \right] \dots\dots\dots (8)$$

$$P_o = 0.85 x f'_c x (A_g - A_{st}) + f_y x A_s \dots\dots\dots (9)$$

$$P_t = A_{st} x f_y \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

P_{nb} = Kuat beban aksial nominal dalam keadaan seimbang

M_{nb} = Momen aksial nominal dalam keadaan seimbang

P_o = Beban aksial nominal tanpa eksentrisitas

P_t = Beban tarik yang diterima tulangan

f'_c = Kuat tekan beton

B = Lebar penampang segi-empat ekivalen

f_y = Tegangan leleh tulangan

Eksentrisitas dalam keadaan seimbang didapatkan dari perbandingan momen dalam keadaan seimbang dengan beban aksial dalam keadaan seimbang.

2.8.4 Perhitungan Tulangan Sengkang

Perencanaan penampang terhadap geser harus didasarkan pada:

$$\phi V_n \geq V_u \dots\dots\dots (11)$$

Dimana,

V_u = gaya geser terfaktor pada penampang

V_n = kuat geser nominal

$V_n = V_c + V_s$

Dengan nilai V_c yaitu :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g}\right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) b_w \times d \dots \dots \dots (12)$$

Dimana,

N_u = beban aksial terfaktor (N)

f'_c = kuat tekan beton (Mpa)

A_g = luas kotor penampang (mm²)

B_w = lebar penampang (mm)

2.8.5 Perhitungan *Pile Cap*

1. Jarak Antar Tiang *Pile Cap*

Berdasarkan pada perhitungan. Daya dukung tanah oleh Dirjen Bina Marga Departemen P.U.T.L

Rumus : $s \geq 2,5 D$

$s \geq 3 D$

2. Perhitungan Tulangan *Pile Cap*

a) Menghitung rasio tulangan

$$\left(\frac{M_{ux,y}}{d \times d^2}\right) = \rho \times \phi \times f_y \left(1 - 0,588 \times \rho \times \frac{f_y}{f'_c}\right) \dots \dots \dots (13)$$

Dengan syarat rasio tulangan $\min \ll \text{maks}$

dimana:

$M_{x,y}$ = Momen pada arah x atau y

b = Lebar *pile cap*

d = Tinggi efektif

ρ = Rasio tulangan

f_y = Tegangan leleh tulangan

f'_c = Kuat tekan beton

b) Menghitung jumlah tulangan yang digunakan

$$n \text{ tulangan} = \frac{\text{As perlu}}{\text{As yang digunakan}} \dots\dots\dots (14)$$

dimana:

as perlu = luas tulangan yang diperlukan

as yang digunakan = luas tulangan yang digunakan

c) Menghitung jarak tulangan

$$S = \frac{b}{n-1} \dots\dots\dots (15)$$

dimana:

b = Lebar *pile cap*

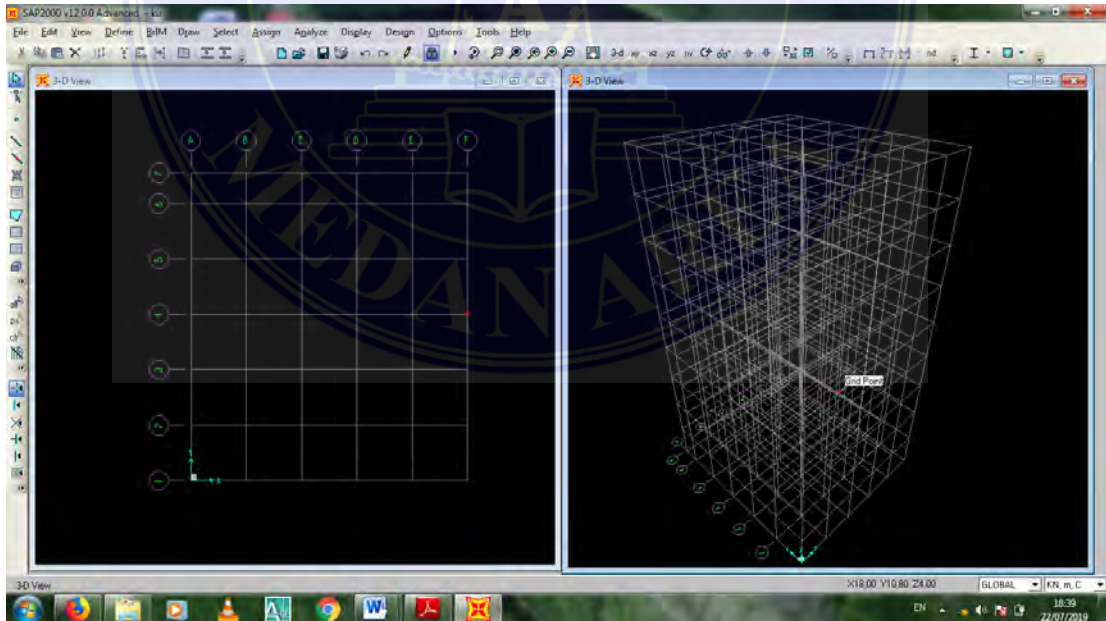
n = jumlah tulangan

2.9 Mengenal SAP 2000

2.9.1 Mengenai SAP2000

Seri program SAP merupakan salah satu program analisis dan perencanaan struktur yang telah dipakai secara luas diseluruh dunia, program ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan oleh tim dari University of California, yang dipimpin Prof. Edward L. Wilson selama lebih dari 25 tahun.

Program pertama kali diluncurkan pada tahun 1970 dengan berbasis teks (DOS). Setelah versi SAP90, mulai dipasarkan versri SAP2000 yang berbasis grafis dan beroperasi dalam sistem windows. Sistem yang berbasis grafis membuat proses pembuatan model, pemeriksaan, dan penampilan hasil dapat dilakukan secara interaktif pada layar.



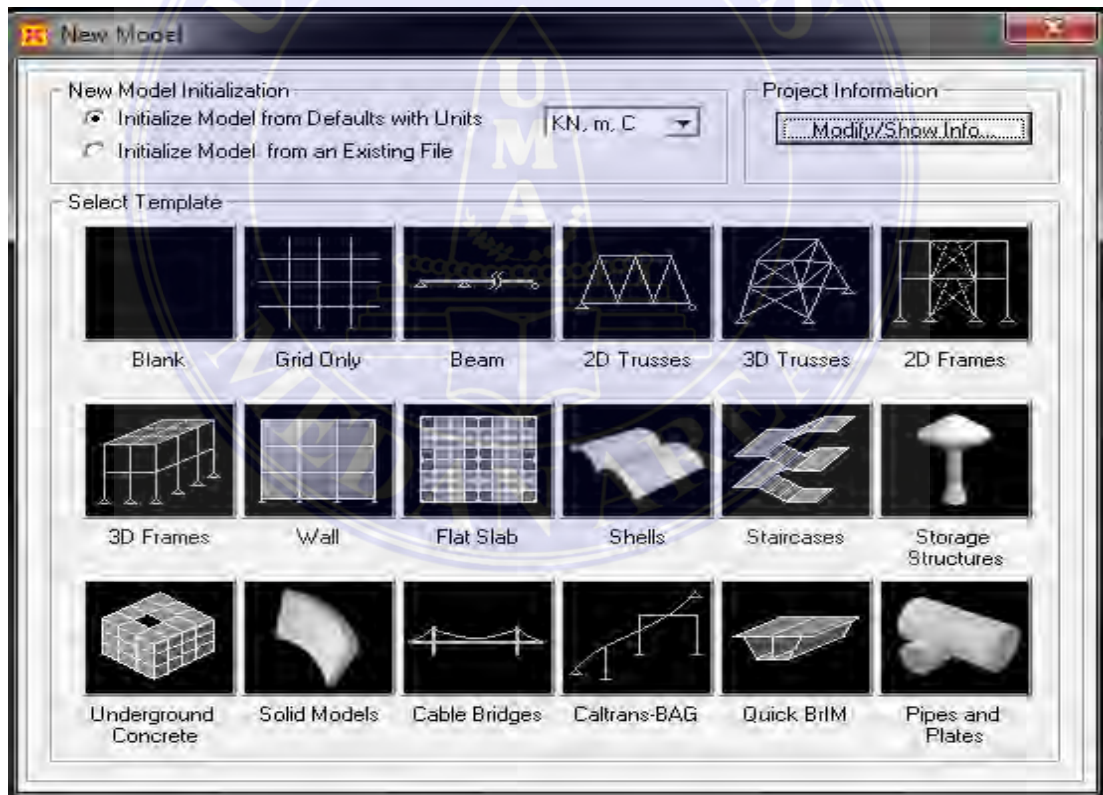
Gambar 2.14 Tampilan Layar SAP 2000 versi 12

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

2.9.2 Fasilitas SAP2000

1. Model, Analisis, dan Desain

Untuk memudahkan dalam pemodelan, SAP2000 telah menyediakan beberapa variasi *template* (model siap pakai) dari suatu tipe struktur. Untuk membuat model struktur pengguna cukup memodifikasi seperlunya sehingga proses pemodelan dan analisis dan desain. Setelah analisis selesai dilakukan dan didapat hasil yang benar selanjutnya dapat langsung dilakukan desain untuk memperoleh dimensi profil atau tulangan baja yang mencukupi. Analisis ulang dan *redesain* dapat dilakukan dengan mudah dengan SAP2000.

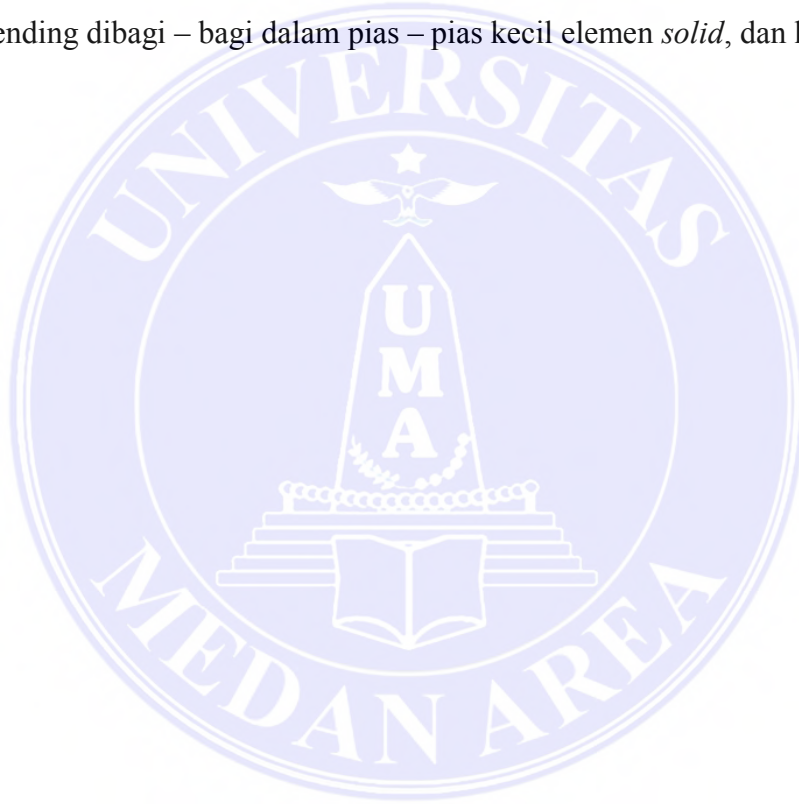


Gambar 2.15 Kotak dialog *new model* pada SAP2000 versi 12

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

2. Tampilan Nyata

Model struktur SAP2000 dapat diidentifikasi dalam berbagai macam elemen, antara lain elemen *joint* (titik), *shell* (pelat), sampai data elemen *solid* (pias elemen 3 dimensi untuk pemodelan elemen hingga / *finite element*), sebagai akualisasi elemen sebenarnya. Misalnya balok dan kolom pada bangunan bertingkat dimodelkan sebagai elemen *frame*, pelat jembatan atau dinding geser sebagai *shell*, tubuh bending dibagi – bagi dalam pias – pias kecil elemen *solid*, dan lain – lain.

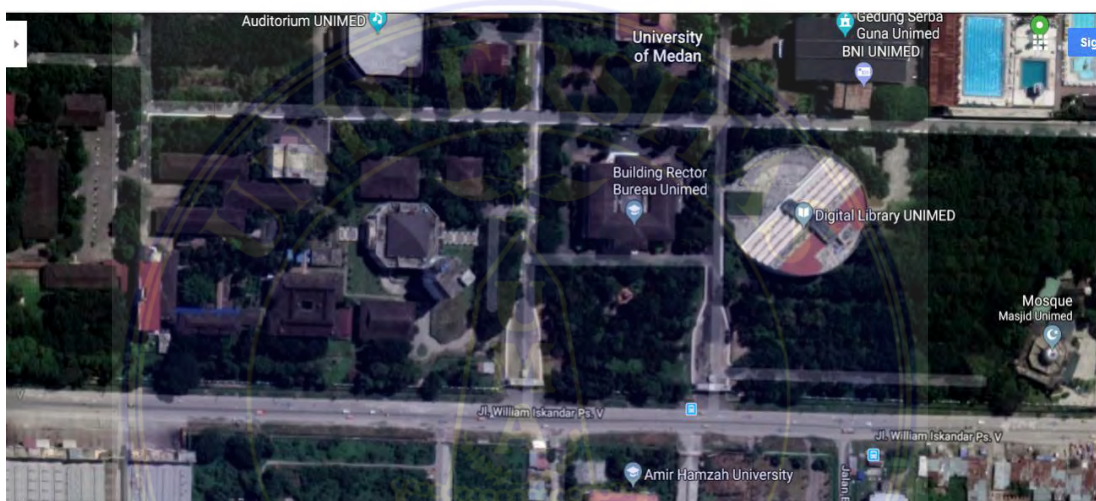


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 13 Desember 2018 hingga 13 Januari 2019 dan bertempat di Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, MEDAN.



Gambar 3.1 Google Maps Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, MEDAN

Sumber : www.googlemaps.com

3.2 Metode Pengumpulan Data

Untuk menyelesaikan dan penyempurnaan penulisan skripsi ini dilakukan beberapa metode pengumpulan data antara lain :

1. Metode Observasi

Data yang berhubungan dengan data teknis gedung dan pondasi tiang bor diperoleh langsung dari lokasi proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data diperoleh dari PT.Wahana Cipta Bangunwisma selaku konsultan perencana, data yang diambil meliputi :

- a. Gambar lengkap (denah, potongan, detail – detail).
- b. Denah Pondasi, detail pondasi lengkap dengan ukurannya.
- c. Data penyelidikan tanah yaitu data sondir.

b) Membaca Studi Kepustakaan

Membaca dan mengutip isi buku yang berhubungan dengan permasalahan yang ditinjau untuk melengkapi dan menyelesaikan skripsi ini.

3.3 Data Gedung

Data – data yang digunakan untuk perhitungan :

Nama Proyek : Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Owner : PPK

Lokasi Penelitian : Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate

Data Bangunan

- Luas Bangunan : 378 m²
- Jumlah Lantai : 9 Lantai

Konsultan : PT. Wahancipta Bangunwisma

Kontraktor : PT. Gunakarya Nusantara

Fungsi Bangunan : Gedung Perkuliahan

3.4 Data – Data Muatan

Beban hidup pada pelat lantai	= 250 kg/m ²
Berat sendiri dinding	= 250 kg/ m ²
Berat plafond + Rangka enggantung	= 18 kg/m ²
Berat keramik / finishing	= 24 kg/m ²
Berat jenis beton bertulang	= 2400 kg/m ²

3.5 Data Pondasi Tiang Bor

Pada Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Jurusan Fisika UNIVERSITAS NEGERI MEDAN pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang bor dengan data sebagai berikut :

Kedalaman pondasi tiang bor (t)=19 m

Dimensi tiang bor (b) = 0,6 m

Wilayah Gempa = Wilayah 3 (Tiga)

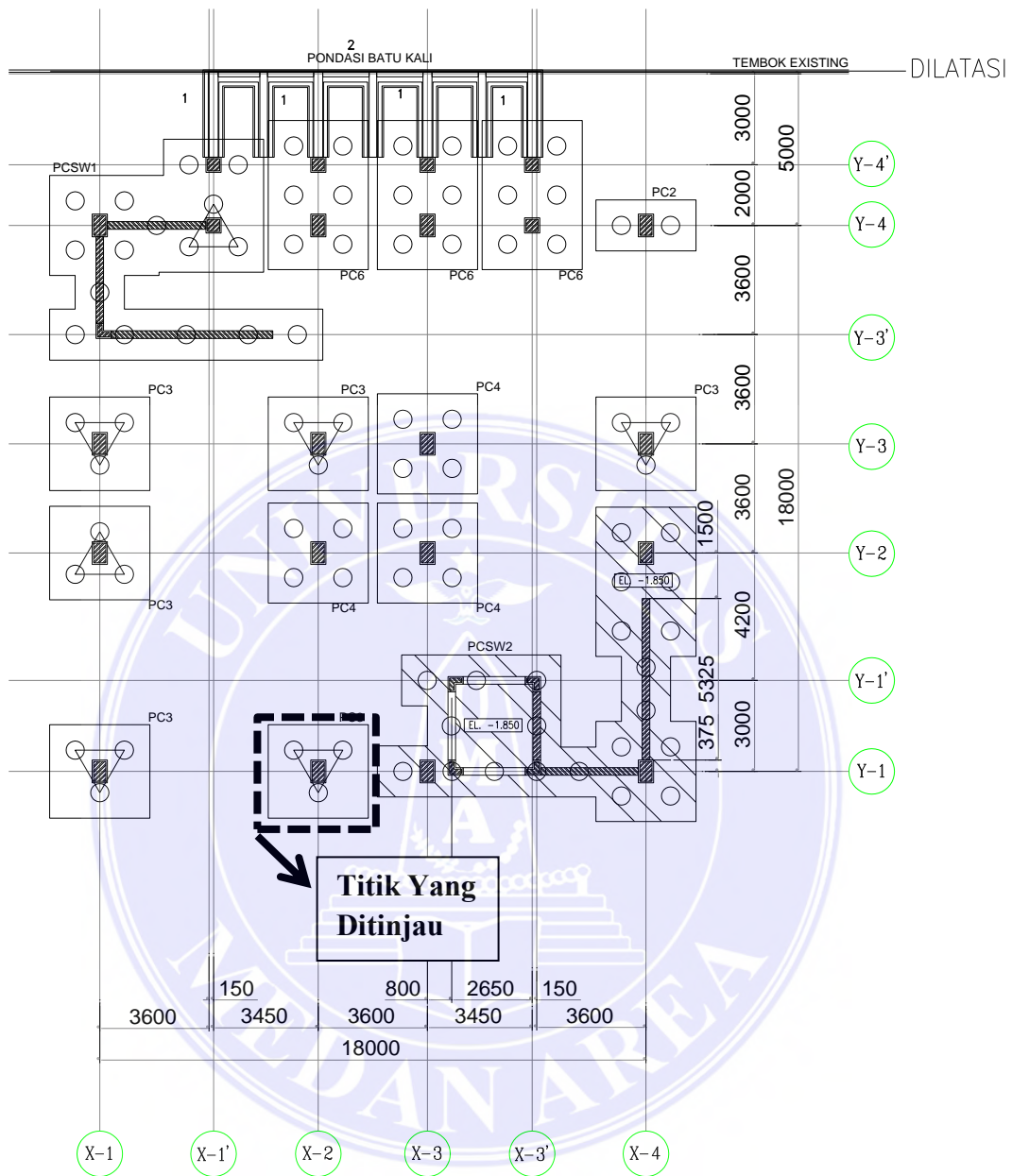
Mutu Material = Mutu Beton (f'c) K – 350 = 29,05 Mpa

Mutu Baja (fy) K – 400 = 400 Mpa

K-240 = 240 Mpa

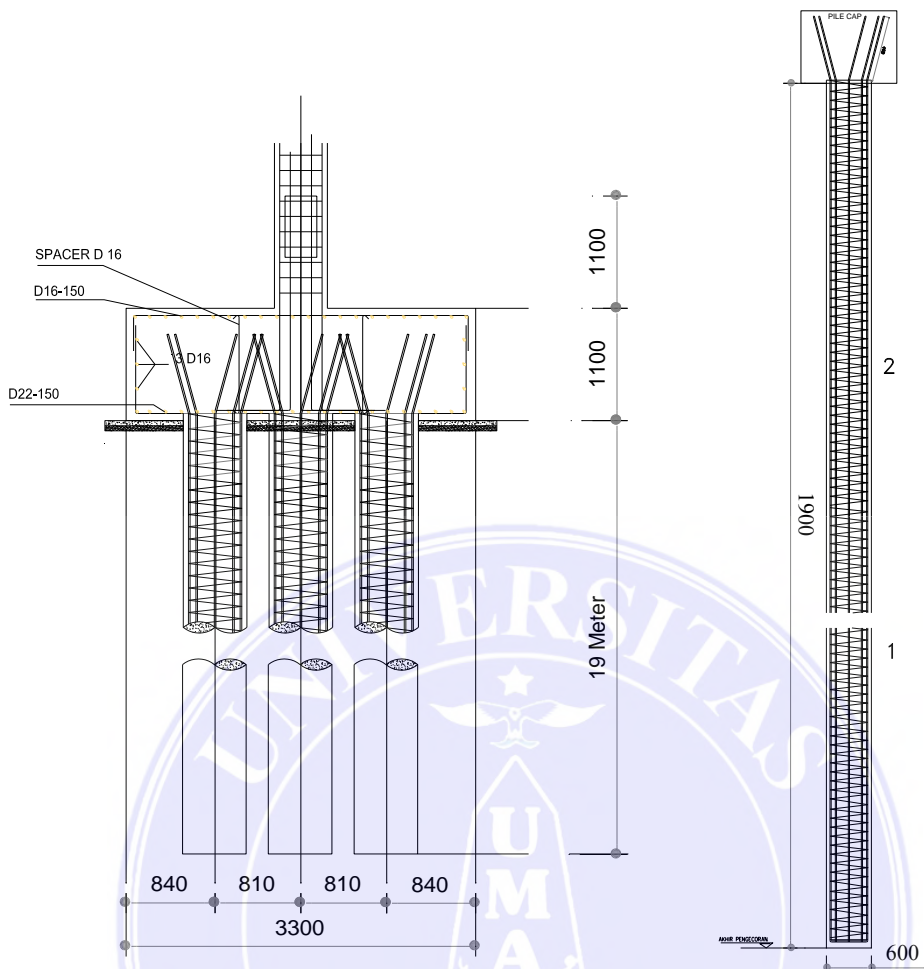
Berat Jenis Beton = 2400 kg/m³

Standart = SNI (Standart Nasional Indonesia)



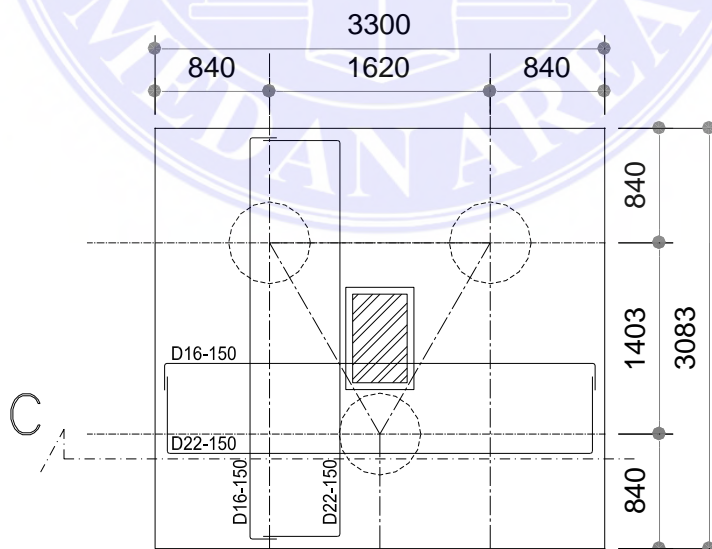
Gambar 3.1 Denah Pondasi

Sumber : Aplikasi AutoCAD 2007



Gambar 3.2 PC3 Pondasi Tiang Bor

Sumber : Aplikasi AutoCAD 2007



Gambar 3.3 Detail PC3 Pondasi Tiang Bor

Sumber : Aplikasi AutoCAD 2007

3.6 Data – Data Desain

Data – data desain merupakan data – data yang akan dimasukkan ke dalam SAP 2000

1. Beton

$$\text{Kuat desak (f'c)} = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Modulus Elastis (Ec)} = 4700 \times \sqrt{f'c}$$

$$\text{Berat Volume Beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Poisson rasio beton (Vc)} = 0,2$$

2. Baja Tulangan

$$\text{Tulangan longitudinal BHTP 40 (Ulir) } f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$f_u = 500 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tulangan transfersal/sengkang 24 (Ulir) } f_y = 240 \text{ Mpa}$$

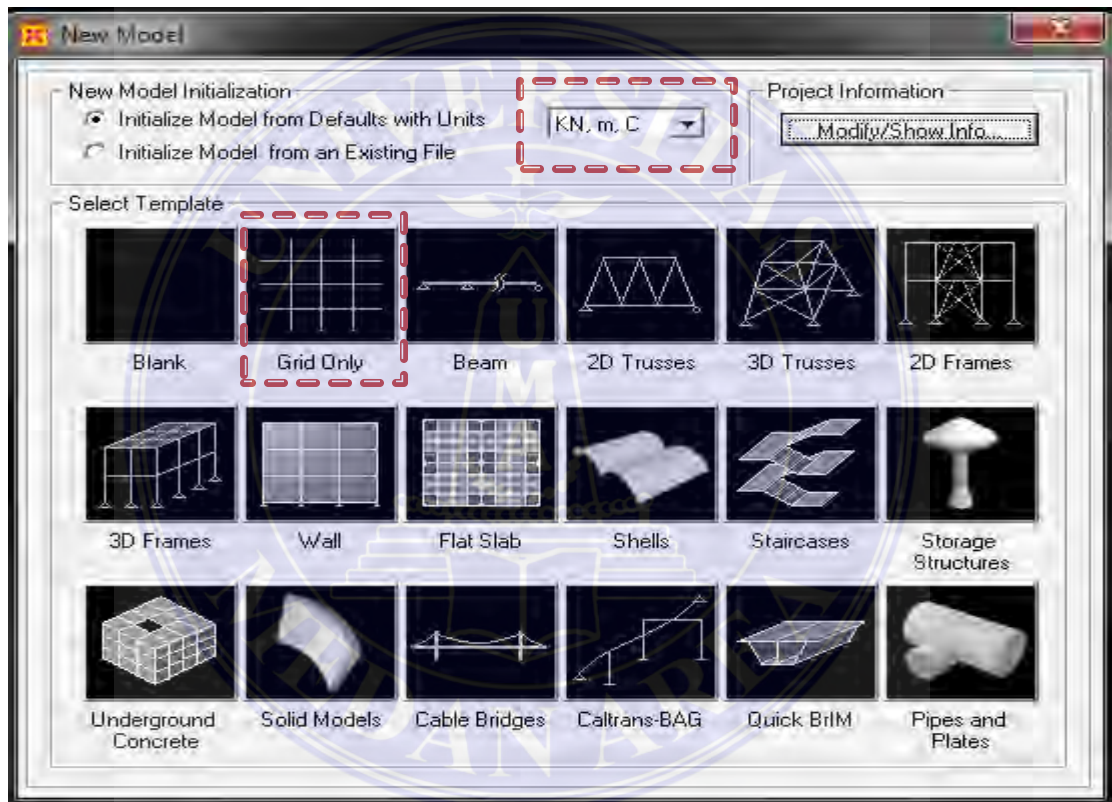
$$F_u = 380 \text{ Mpa}$$

$$\text{Poisson ratio baja} = 0,3$$

3.7 Penggunaan Program SAP 2000 v12

SAP 2000 (*Struktur Analysis and Design*) yang dipakai adalah versi 16 dengan cara pengerjaannya sebagai berikut :

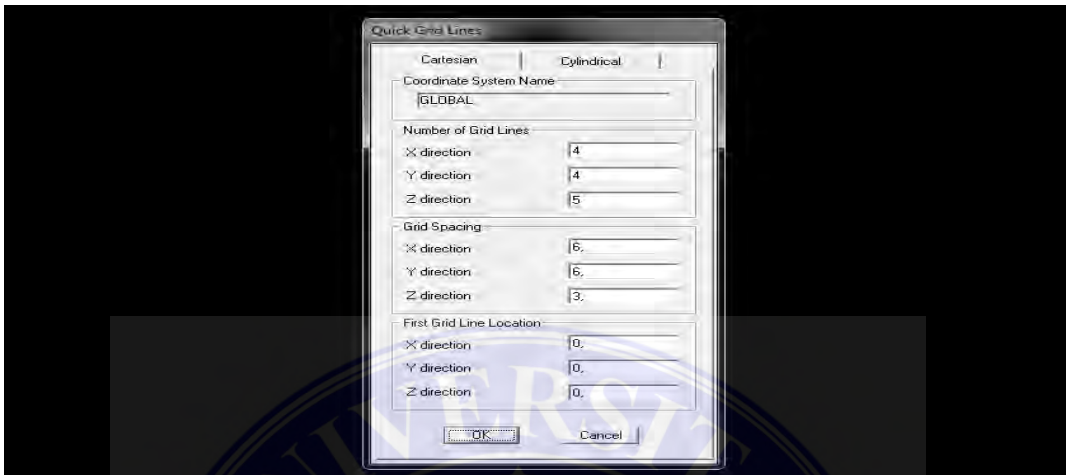
1. Buka program SAP 2000 V12. Pilih File + *New Model* (ctrl+N), ganti satuan Kn,m,C dan pilih *Grid Only*.



Gambar 3.4 Tampilan awal program SAP 2000

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

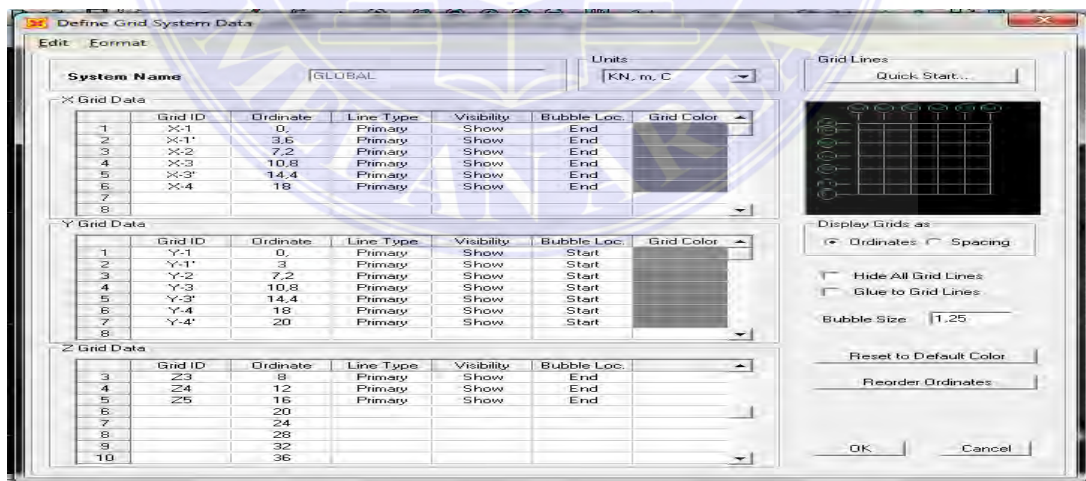
2. Selanjutnya masukkan data – data pada kolom *Number of Grid* dan *Grid Spacing*.



Gambar 3.5 Menentukan jumlah grid

Sumber : *Aplikasi SAP 2000 V12*

3. Pilih Define – *Coordinate/Grid Systems*, lalu pilih *Modify /Show System* (ALT + D + D), lihat Gambar 3.5. Ganti *Display Grid as Ordinates* dengan *Spacing* masukan data-data pada kolom *X Grid Data* , *Y grid Data* dan *Z Grid Data* dengan nilai yang terlihat pada gambar 3.6.

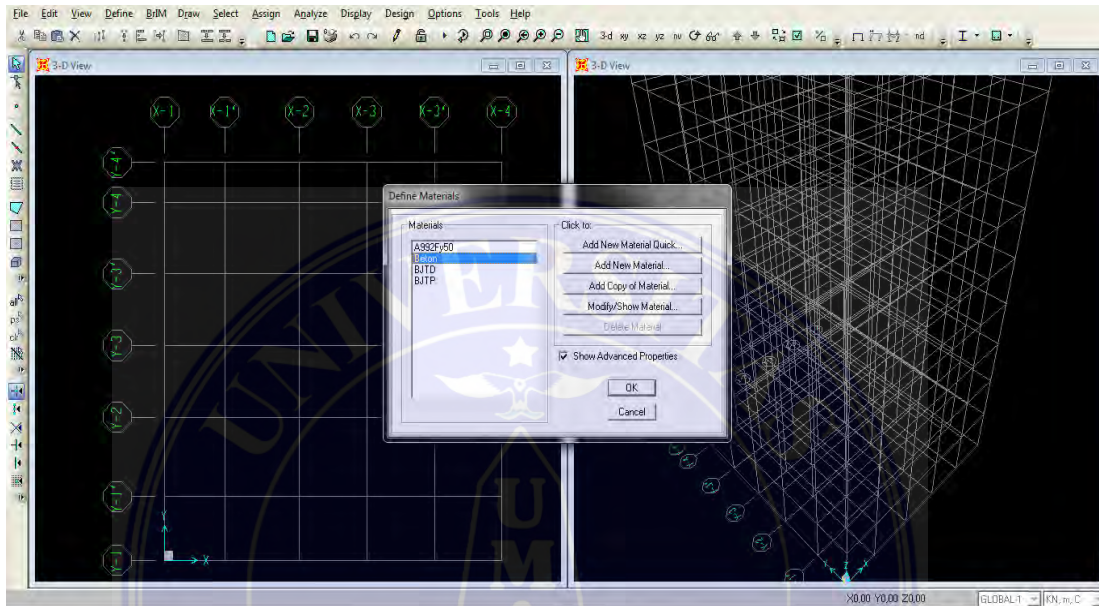


Gambar 3.6 Mengatur Grid Bangunan

Sumber : *Aplikasi SAP 2000 V12*

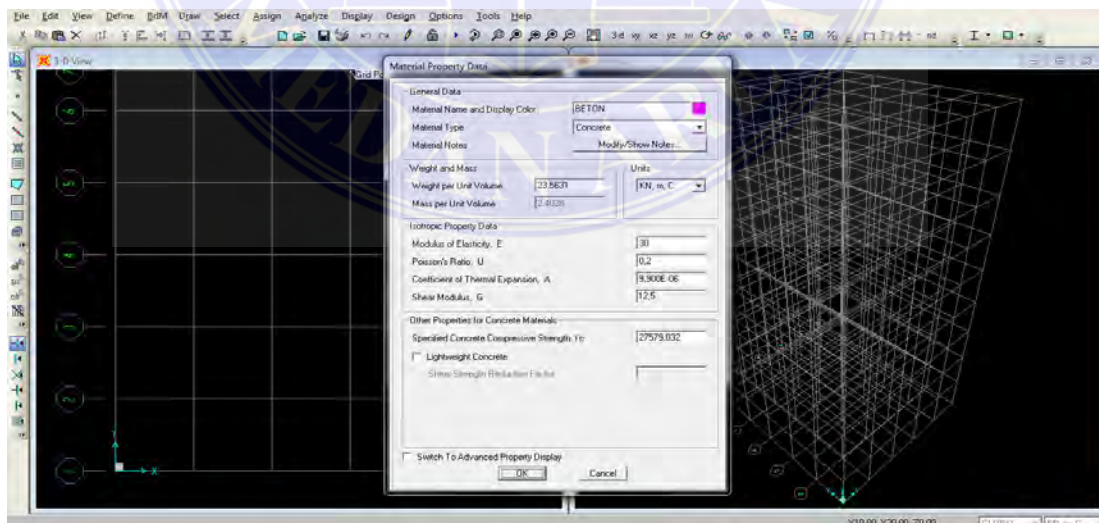
4. Mendefenisikan Material

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



Gambar 3.7 Tampilan Define Material

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12



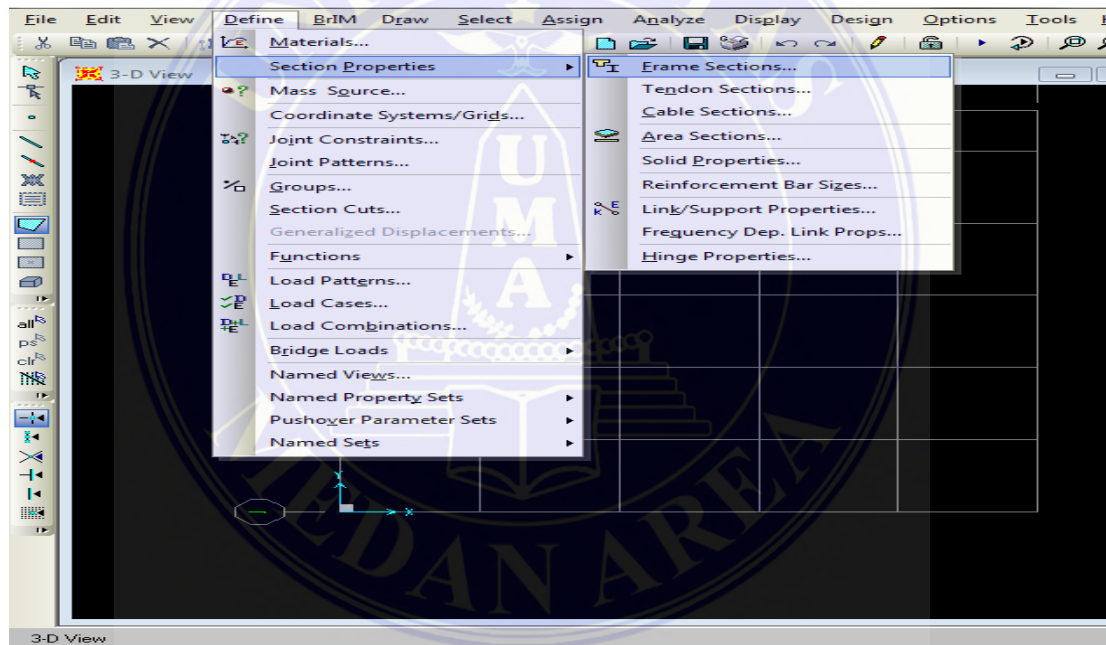
Gambar 3.8 Masukkan Data Material

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

5. Mendefenisikan dimensi kolom dan balok

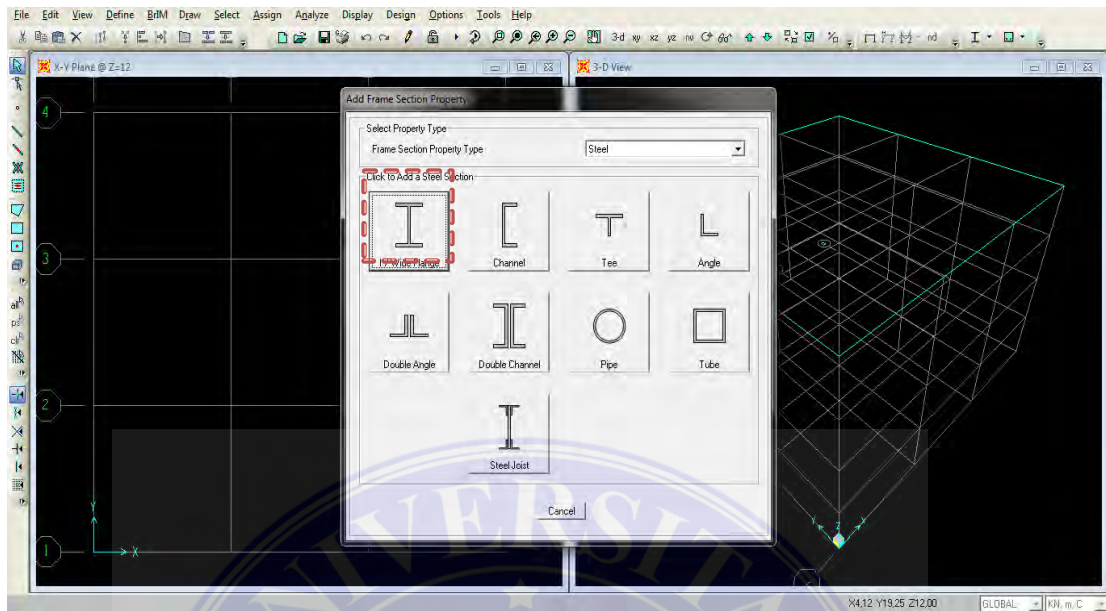
Pilih *Define – Section Properties – Frame Section – Add New Properties*.

Maka akan muncul tampilan *Add Frame Section Property*. Pada kolom *Frame Section Property Type* ganti dengan *Concrete* sehingga akan muncul tampilan seperti pada gambar 3.9. Klik *Rectangular*, selanjutnya isi data berdasarkan yang ada dilampiran pada *Rectangular Section*. Setelah data terisi semua dengan lengkap tanpa terlewat maka penampang-penampang digambar pada tampilan 2-D X-Y Plane dengan menggunakan ikon *Draw Frame/ Cable Element*.



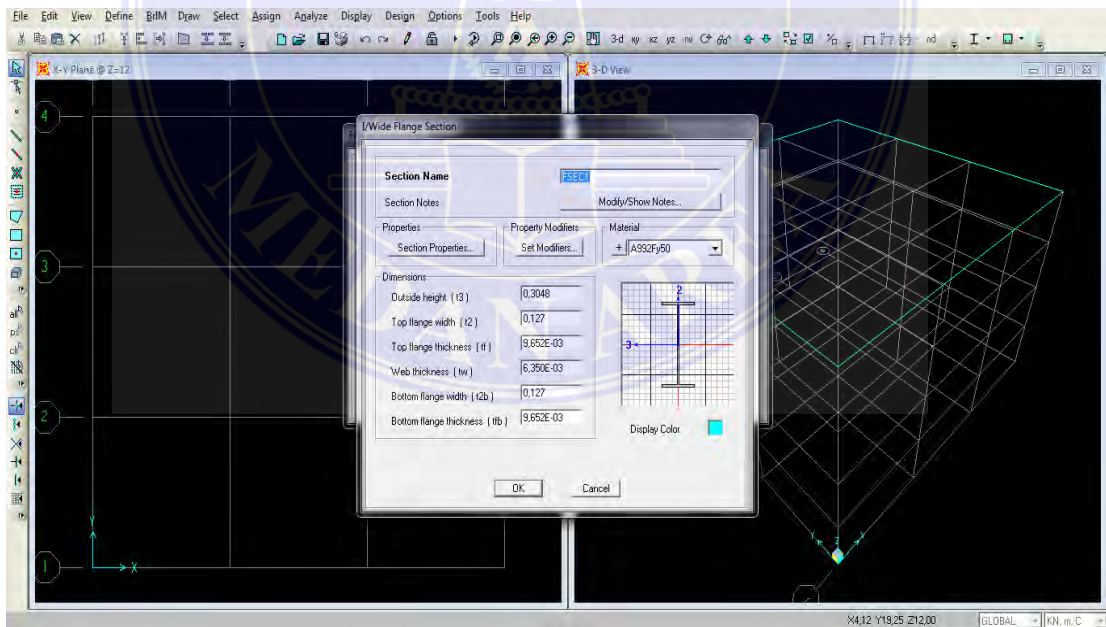
Gambar 3.9 Mendefenisikan Penampang balok dan kolom

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12



Gambar 3.10 Memilih Tipe Penampang

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12



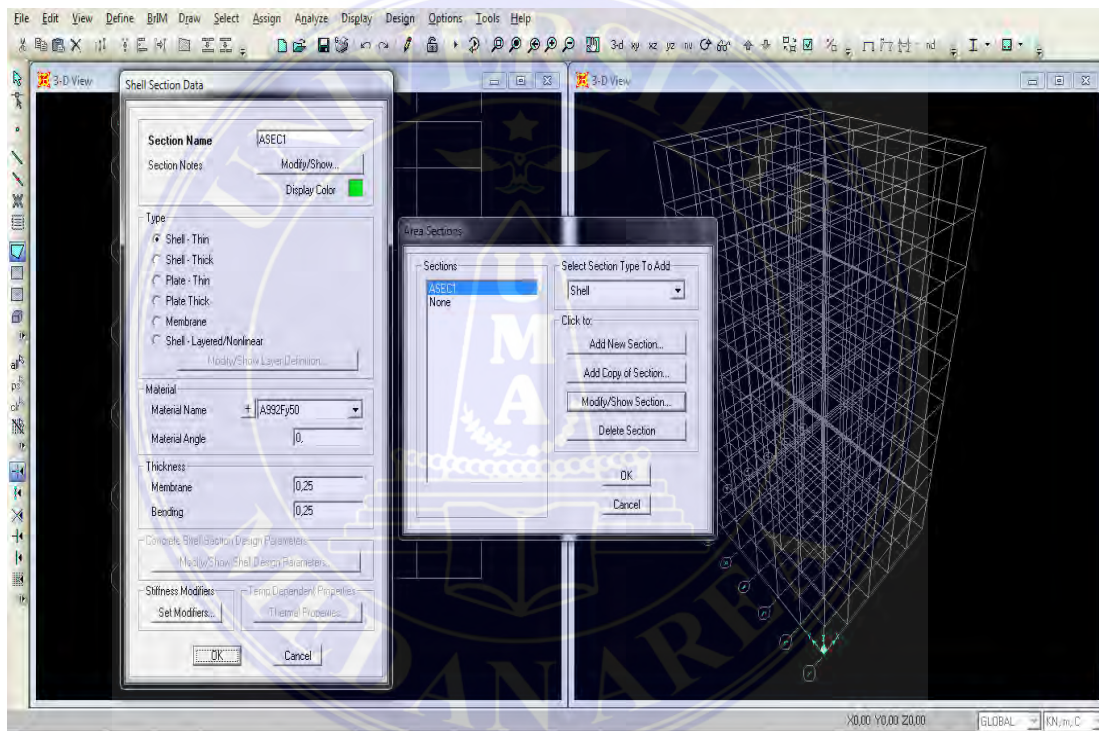
Gambar 3.11 Mengatur Penampang Kolom

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

6. Mendefinisikan Pelat

Pilih *Define - Section Properties – Area Section – klik Add New Sections*.

Ketika n data yang ada pada kolom yang disediakan lalu klik OK. Gambar pelat tadi pada tampilan 2-D X-Y Plane dengan menggunakan ikon (*Draw Rectangular Area Element*) untuk pelat berbentuk kotak dan gunakan ikon (*Draw Poly Area*) untuk pelat berbentuk segitiga.

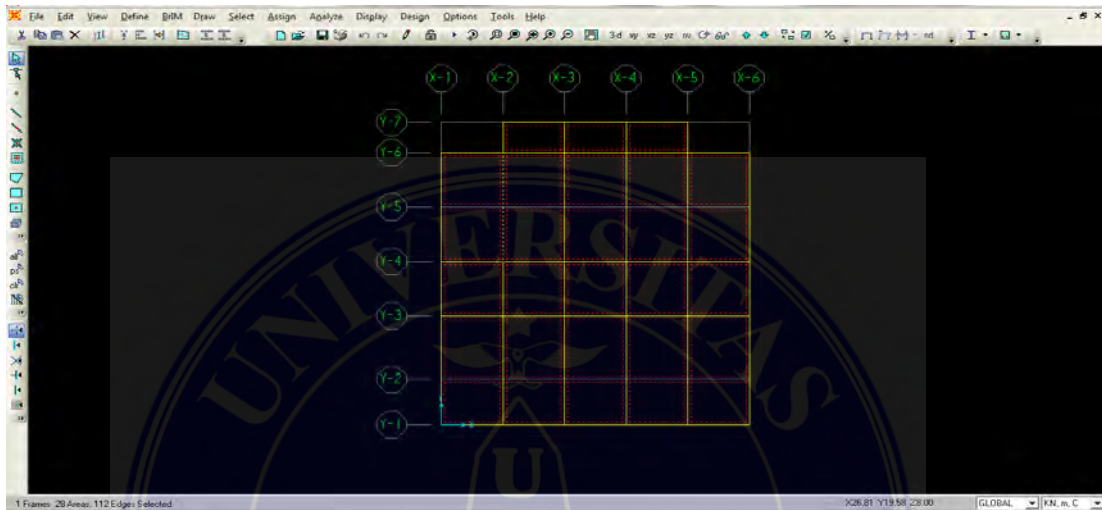


Gambar 3.12 Input Data Pelat

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

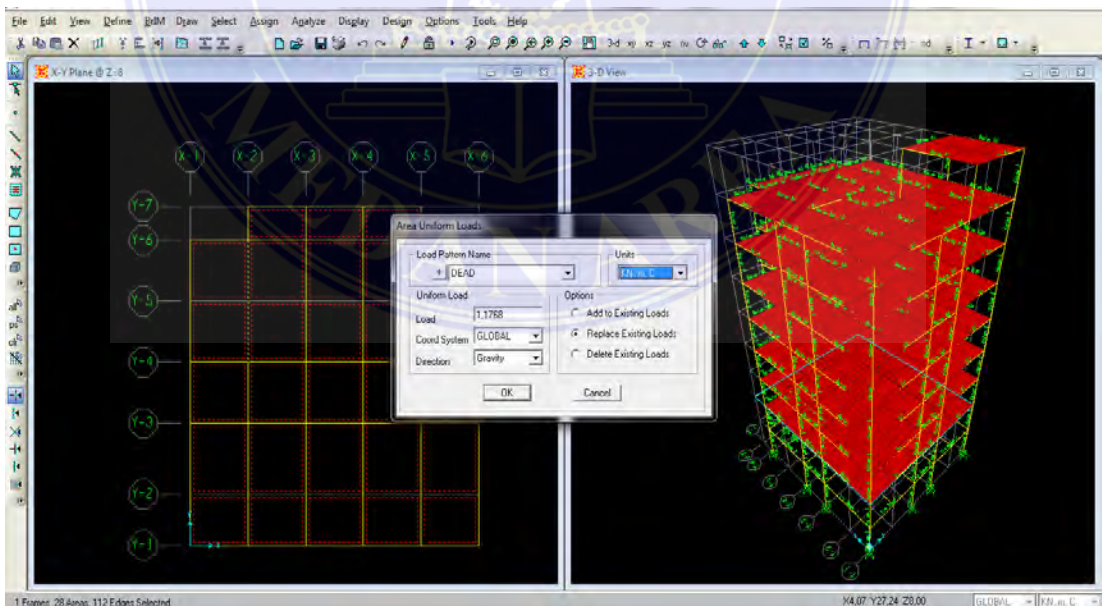
7. Memasukkan Beban Pelat

Klik pada pelat di denah lalu pilih *Assign – Area Loads – Uniform (Shell)* dan akan muncul tampilan *Area Uniform Loads*. Isikan nilai beban mati (dead) = 120 kg/m² dan beban hidup (live) = 250 kg/m².



Gambar 3.13 Area Pelat yang akan diisikan beban

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

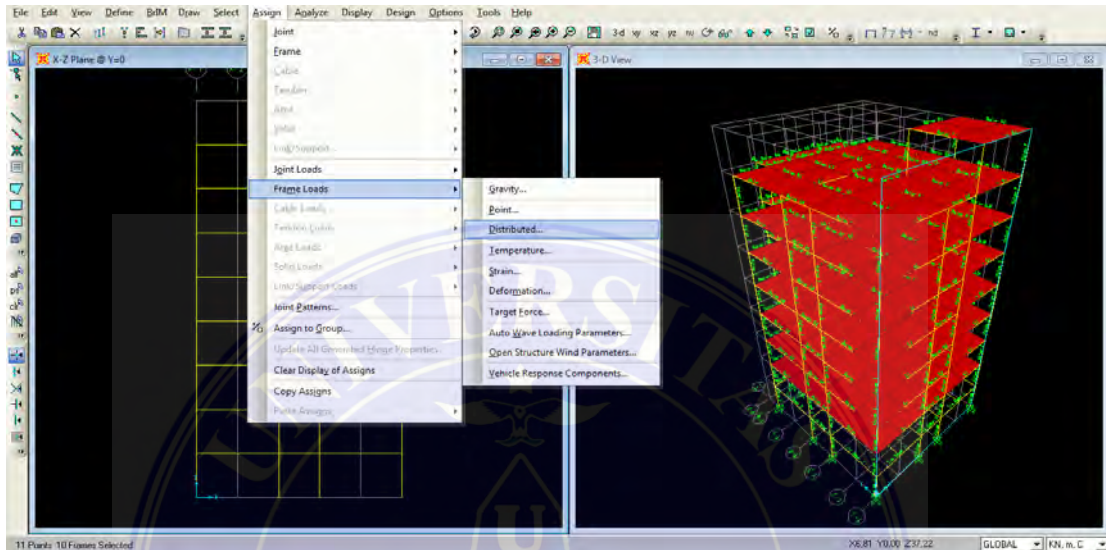


Gambar 3.14 Beban Plat

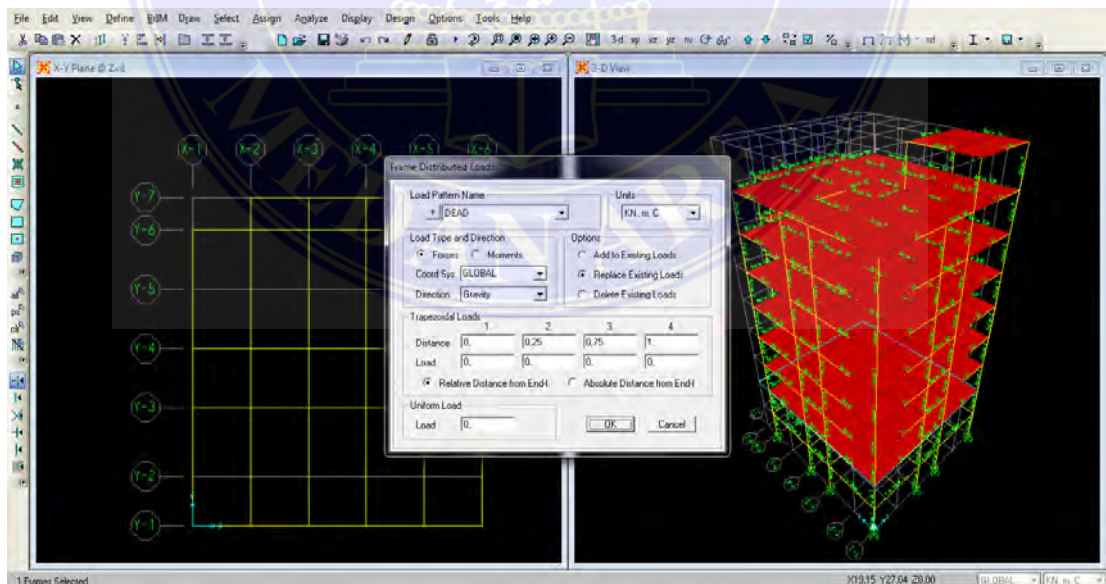
Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

8. Mendefinisikan Beban Balok / Berat Beban Dinding

Klik pada penampang balok di denah lalu *Assign – Frame Loads – Distributed* dan masukkan data seperti yang terlihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.15 Masukkan Beban Balok
Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

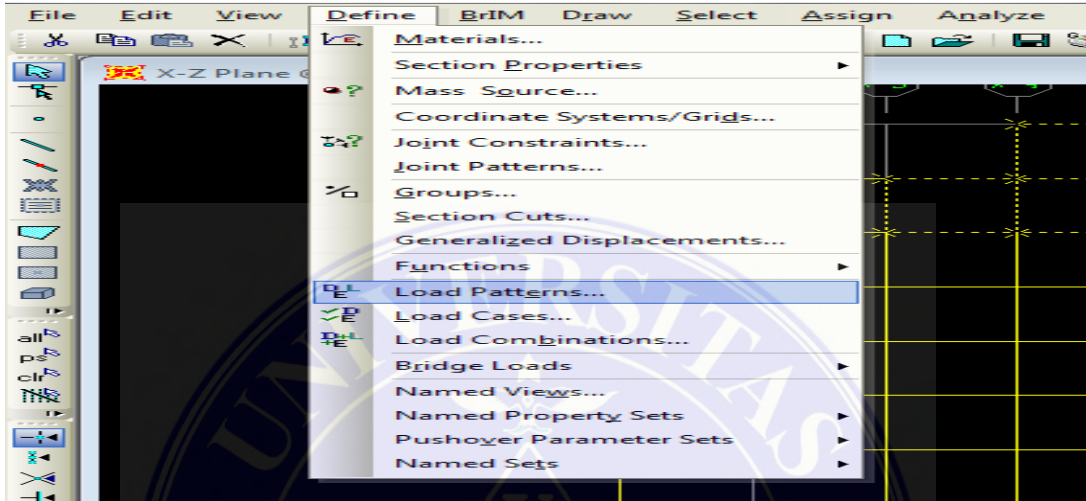


Gambar 3.16 Berat Dinding

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

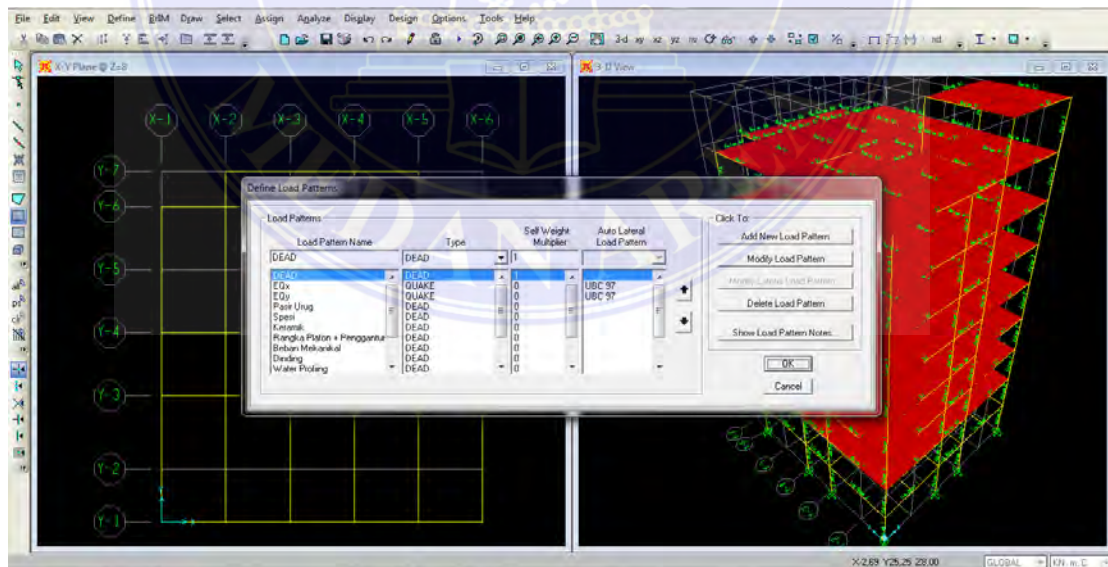
9. Mendefinisikan Beban

Pilih *Define – Load Ptttern* dan didefinisikan beban mati (DEAD) dengan *Self Weight Multiplier = 0* dan begitu juga dengan beban hidup (LIVE).



Gambar 3.17 Mendefinisikan Beban

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

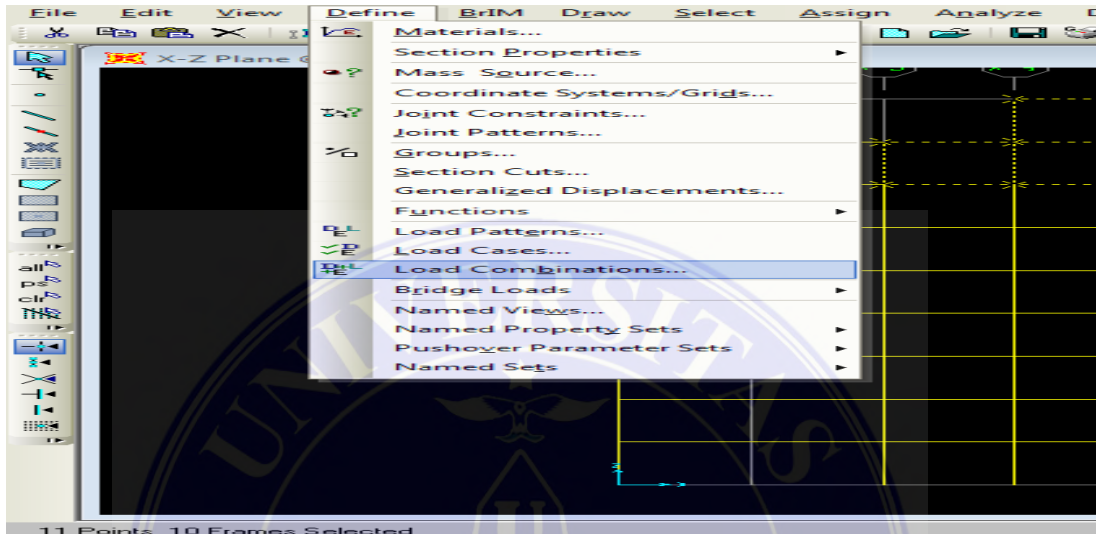


Gambar 3.18 Memasukkan Data Beban

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

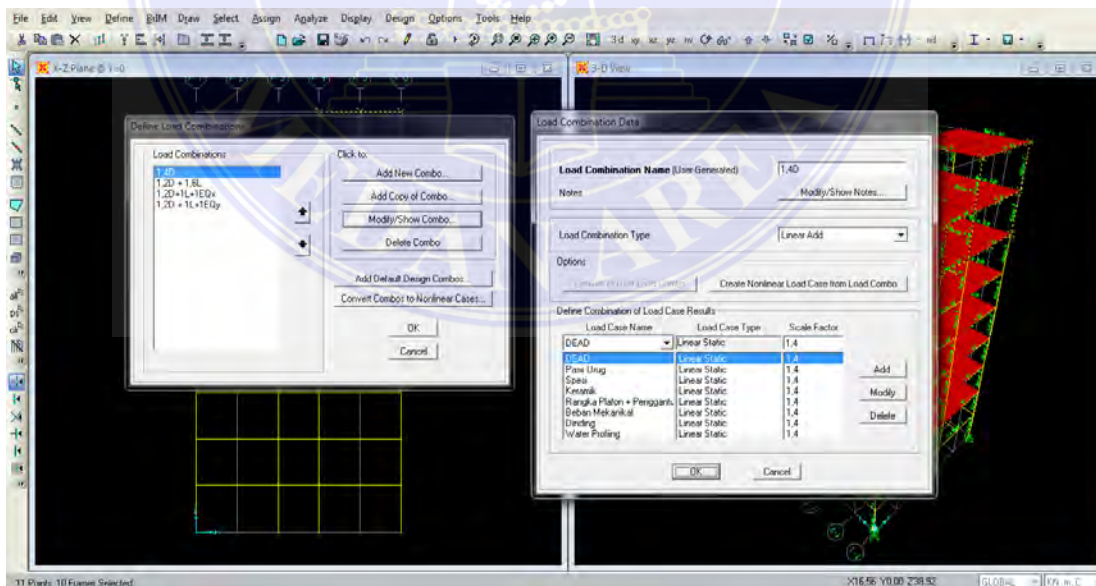
10. Load Combination

Pilih Define – Load Combination. Isikan kombinasi beban untuk beban mati dan beban hidup.



Gambar 3.19 Load Combination

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

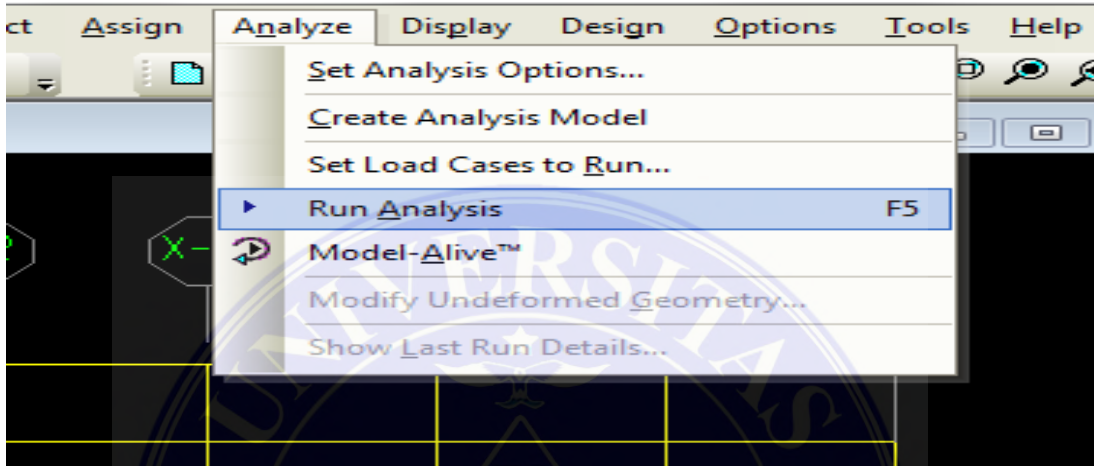


Gambar 3.20 Masukan Data Beban

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

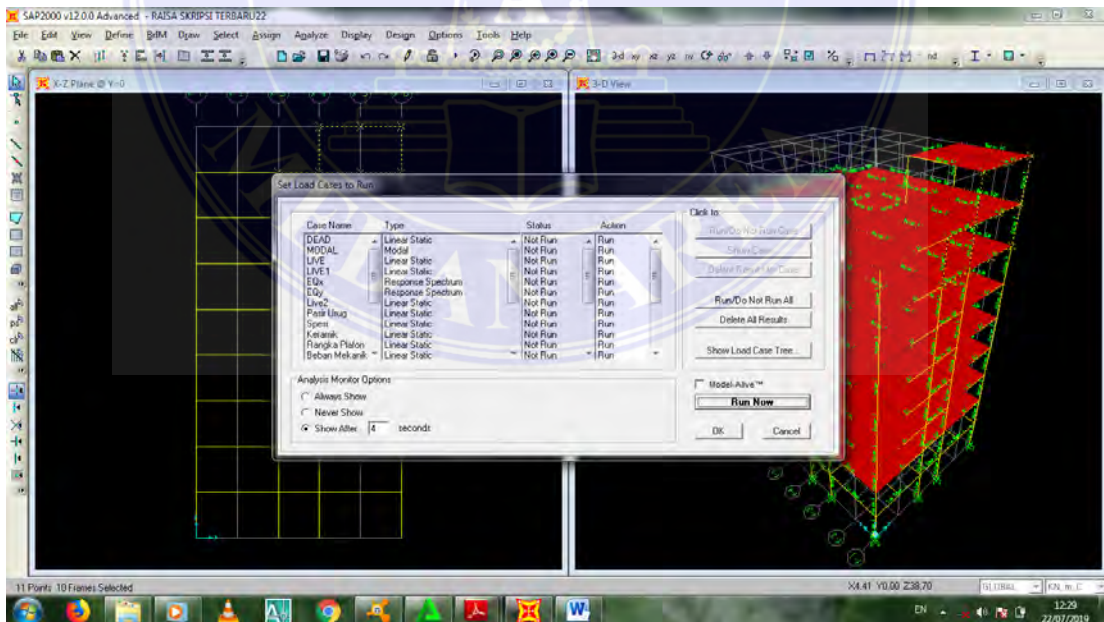
11. Run Analysis

Pilih Analyze – Run Analysis (F5) untuk melakukan Run pada bangunan yang sedang dianalisis.



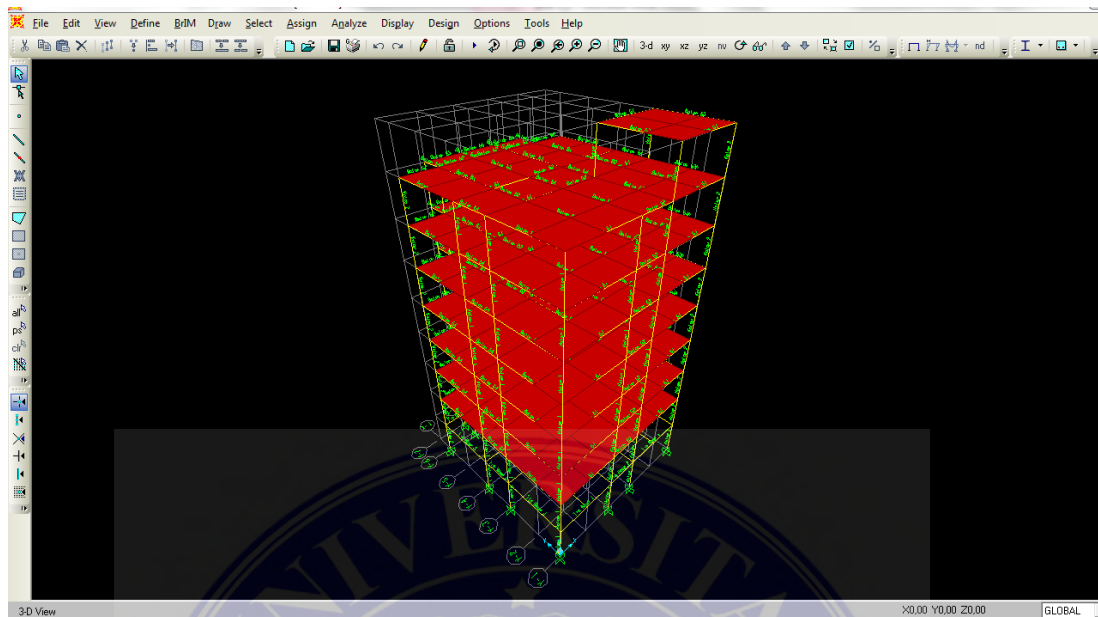
Gambar 3.21 Run Analisis

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12



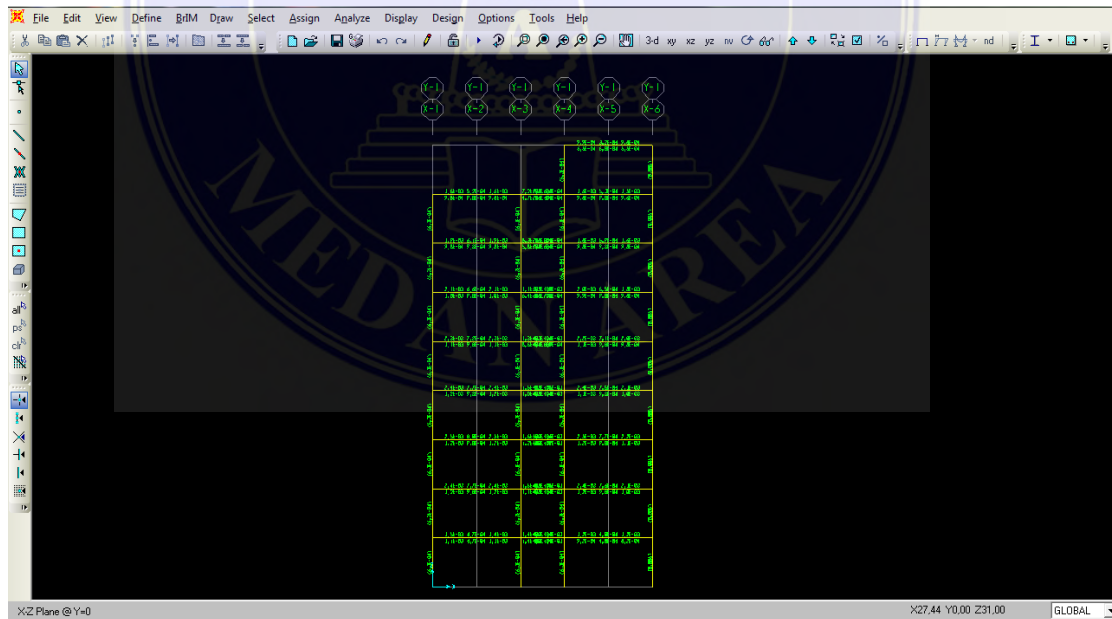
Gambar 3.22 Pengaturan Run Analisis untuk dijalankan

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12



Gambar 3.23 Struktur Gedung SAP 2000

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12



Gambar 3.24 Portal Struktur Gedung

Sumber : Aplikasi SAP 2000 V12

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang penulis lakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pondasi bored pile pada titik x_1y_1 yang memiliki diameter 600 mm dengan kedalaman 20 m.
2. Daya dukung tiang pada titik x_1y_1 adalah 170,721 ton, jumlah tiang yang dibutuhkan sebanyak 3 buah tiang, jarak antar bored pile 1,5 m dan untuk jarak antar bored pile ke tepi 0,6 m.
3. Daya dukung vertikal tiang kelompok pada titik x_1y_1 adalah 446,23 ton, dengan perbandingan $450,1 \text{ ton} > P_u = 446,23$ (OK).
4. Tulangan utama yang dibutuhkan pada bored pile 10 D19 dan tulangan sengkang yang digunakan D10 – 200.
5. Jumlah tulangan pile cap arah x adalah 31 buah dengan jarak antar tulangan D22 – 110 . Sedangkan jumlah tulangan pile cap arah y adalah 51 buah dengan jarak antar tulangan D16 – 70.
6. Dari hasil analisa perencanaan *bored pile* didapatkan bahwa, terdapat perbedaan perhitungan seperti jumlah tulangan utama pada *bored pile*, dan jarak antar tulangan pada pondasi *bored pile* dan *pile cap*, akan menyebabkan kerugian tetapi tidak mempengaruhi struktur bangunan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa dalam skripsi ini, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Diperlukan ketelitian dalam melakukan perhitungan agar tidak mendapatkan hasil yang keliru.
2. Ikuti semua tahapan konstruksi proses manajemen proyek. Karna keberhasilan suatu proyek konstruksi dalam mencapai tujuan proyek sangat bergantung pada proses manajemen yang berlangsung didalam proyek.
3. Perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan yang baik akan menghasilkan konstruksi yang berkualitas baik.
4. Ada baiknya perencanaan pondasi tidak hanya berdasarkan data sondir saja, namun menggunakan data laboratorium sebagai pembanding demi keakuratan hasil akhir.
5. Selalu mengutamakan keselamatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali.** 2017. Teori dan Desain Kolom Pondasi Balok “T” Beton Bertulang. Penerbit MUP, Surakarta.
- Dewobroto, Wiryanto.** 2014. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000.* Penerbit Dapur Buku.
- Hardiyanto C. hary,** (2016) *teknik pondasi I jilid I, edisi II.* PT gramedia pustaka utama, Yogyakarta
- Halibu, Edward Z.** 2015. *Perencanaan Pondasi Bored Pile Dan Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung RSJ PROF DR. V. L. RATUMBUYSANG MANADO.* Skripsi Potiteknik Negri Manado, Manado
- P. A. Galeh,** “*Perencanaan Pondasi Tiang Bor Pada Proyek Gedung Menara Palma*”, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia,** *peraturan perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung,* 2013.
- Standar Nasional Indonesia,** *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain,* 2013.
- Standar Nasional Indonesia,** *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung,* 2012.
- S.H, sardjo ,**(2016). *Fondasi tiang pancang 1,* penerbit sinar wijaya, Surabaya
- Wibarani, Nunik dwi.** 2016. *Perencanaan Bored Pile pada Gedung Parkir Politeknik Negri Bandung.* Skripsi Universitas Negri Bandung

LAMPIRAN DOKUMENTASI

1) Pabrikasi besi spiral



2) Pabrikasi besi tulangan *bored pile*



3) Pengeboran pondasi borepile (1)



4) Pengeboran pondasi *bored pile* (2)



5) Pengukuran kedalaman pondasi *bored pile*



6) Pemasangan tulangan bawah *bored pile*



7) Sambungan besi bawah dan atas tulangan *bored pile*



8) Pemasangan tulangan atas *bored pile* (1)



9) Pemasangan tulangan atas *bored pile* (2)



10) Sambungan besi bawah dan atas tulangan *bored pile* (1)



11) Pemasangan tremi sebelum pengecoran



12) Pemasangan tremi sebelum pengecoran



13) Pengecoran *bored pile*



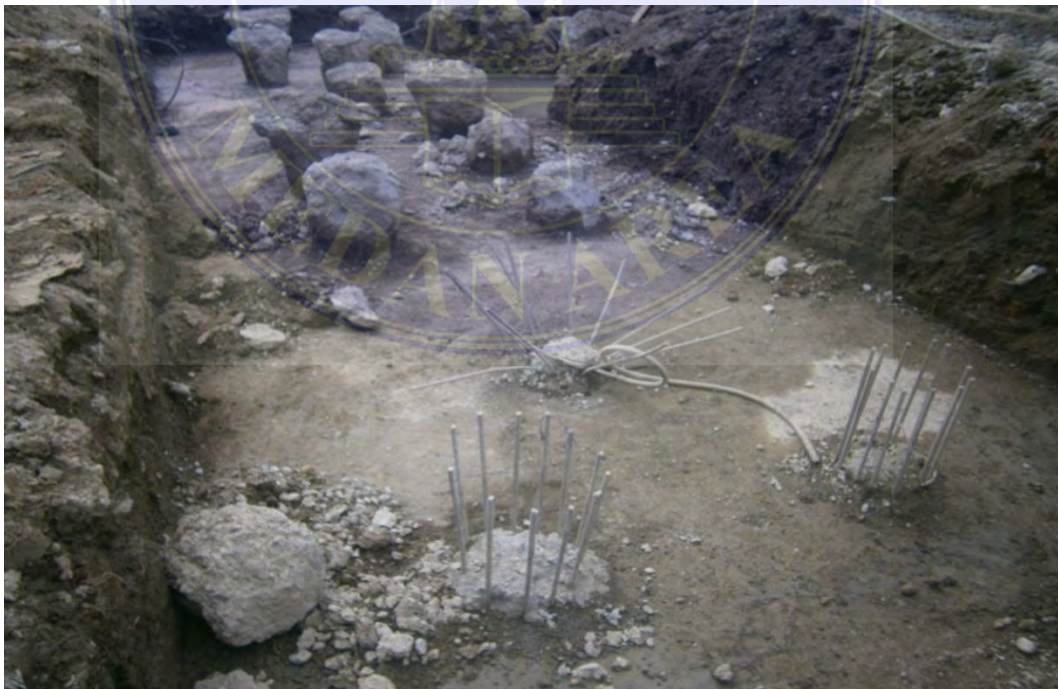
14) Penggalian pondasi pilecap



15) Pengecoran lantai kerja *pile cap*



16) Pemecahan kepala *bored pile*



17) Bekisting *pile cap* dan pembersihan lantai kerja *pile cap*



18) Pembesian *pile cap*



19) Pembesian *pile cap*



20) Pengecoran *pile cap*





UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jalan Sekeloa Timur, No. 101 Medan, Sumatera Utara
Telp. (061) 799-1000 Fax. (061) 799-1001
www.uma.ac.id

SHOP DRAWING

CATATAN

PEKERJAAN :

**KONSTRUKSI PEMBANGUNAN
GEDUNG TOWER PMPA
JURUSAN FIBKA**

DIBETUJUI :

PELAKSANA PEKERJAAN DAN PERENCANAAN
DAN PENGAWAS BANGUNAN
DAN PERENCANAAN BANGUNAN

PELAKSANA PEKERJAAN
DAN PERENCANAAN BANGUNAN

DIKETAHUI :

PELAKSANA PEKERJAAN
DAN PERENCANAAN BANGUNAN

PELAKSANA PEKERJAAN
DAN PERENCANAAN BANGUNAN

KONSULTAN PENGAWAS :

PT. WAHANACIPTA BANGUNWISMA

NO. LEMBAR	DR. BANGUNWISMA, MT

KONTRAKTOR PELAKSANA :
PT. GUNAKARYA NUSANTARA
Jl. Sekeloa Timur No. 101 Medan, Sumatera Utara

PELAKSANA	DIKES. NUSANTARA
JURUSAN	PERENCANAAN

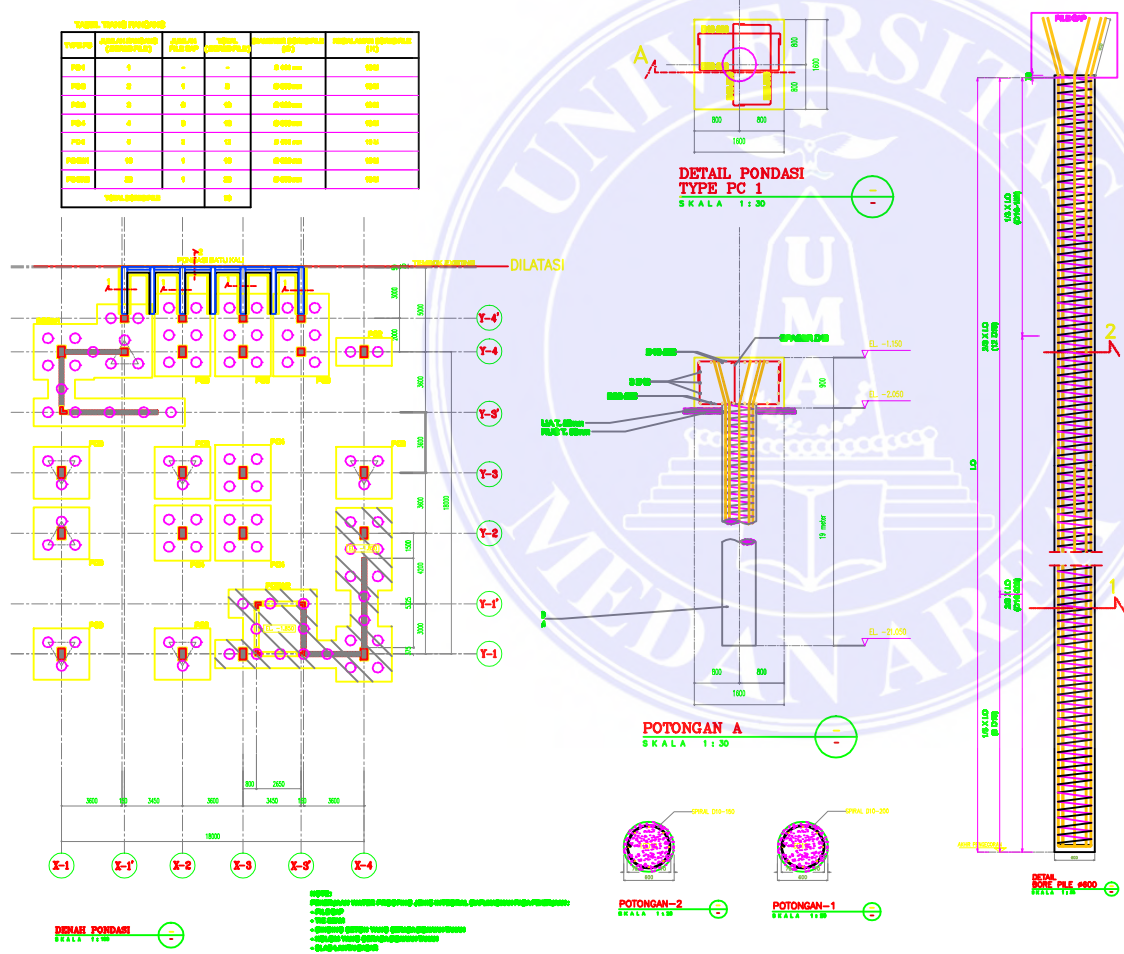
JUDUL GAMBAR :

DENAH KOLOM LT 1

SKALA	NO. LEMBAR	JLH. LEMBAR
NTS	8/201	---

TABEL TITIK PONDASI

TITIK	NO. PONDASI	TIPE PONDASI	DIAMETER (mm)	KEKAMPURAN (mm)	KEKAMPURAN (mm)
PC1	1	-	300 mm	100	100
PC2	2	1	300 mm	100	100
PC3	3	0	300 mm	100	100
PC4	4	0	300 mm	100	100
PC5	5	1	300 mm	100	100
PC6	6	1	300 mm	100	100
PC7	7	0	300 mm	100	100
PC8	8	1	300 mm	100	100
PC9	9	1	300 mm	100	100
PC10	10	1	300 mm	100	100
PC11	11	1	300 mm	100	100
PC12	12	1	300 mm	100	100
PC13	13	1	300 mm	100	100
PC14	14	1	300 mm	100	100
PC15	15	1	300 mm	100	100
PC16	16	1	300 mm	100	100
PC17	17	1	300 mm	100	100
PC18	18	1	300 mm	100	100
PC19	19	1	300 mm	100	100
PC20	20	1	300 mm	100	100
PC21	21	1	300 mm	100	100
PC22	22	1	300 mm	100	100
PC23	23	1	300 mm	100	100
PC24	24	1	300 mm	100	100
PC25	25	1	300 mm	100	100
PC26	26	1	300 mm	100	100
PC27	27	1	300 mm	100	100
PC28	28	1	300 mm	100	100
PC29	29	1	300 mm	100	100
PC30	30	1	300 mm	100	100



**DENAH PONDASI &
DETAIL PONDASI PCI &
DETAIL BORED PILE**

1 : 100
1 : 30 8-201

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



UNIVERSITAS MEDAN AREA
Jalan Sekeloa Indah, Medan, Sumatera Utara
Telp. (061) 831-1000, Fax (061) 831-1001
www.umma.ac.id

SHOP DRAWING

CATATAN

PEKERJAAN :

KONSTRUKSI PEMBANGUNAN
GEDUNG TOWER PIPA
JURUSAN FISIKA

DIBETUJUI :

PELAKSANAAN KEGIATAN
DAN PENGAWASAN PELAKSANAAN
KONSTRUKSI PEMBANGUNAN

DIREVISI NO. 01
DIAKHIRKAN

DIKETAHUI :

PIKUL PEMBANGUNAN

DIREVISI NO. 01
DIAKHIRKAN

KONSULTAN PENGAWAS :

PT. WAHANACIPTA BANGUNWISMA

YANG MENYUSUN	DR. BANGKITRANA, MT
DISUSUN OLEH	

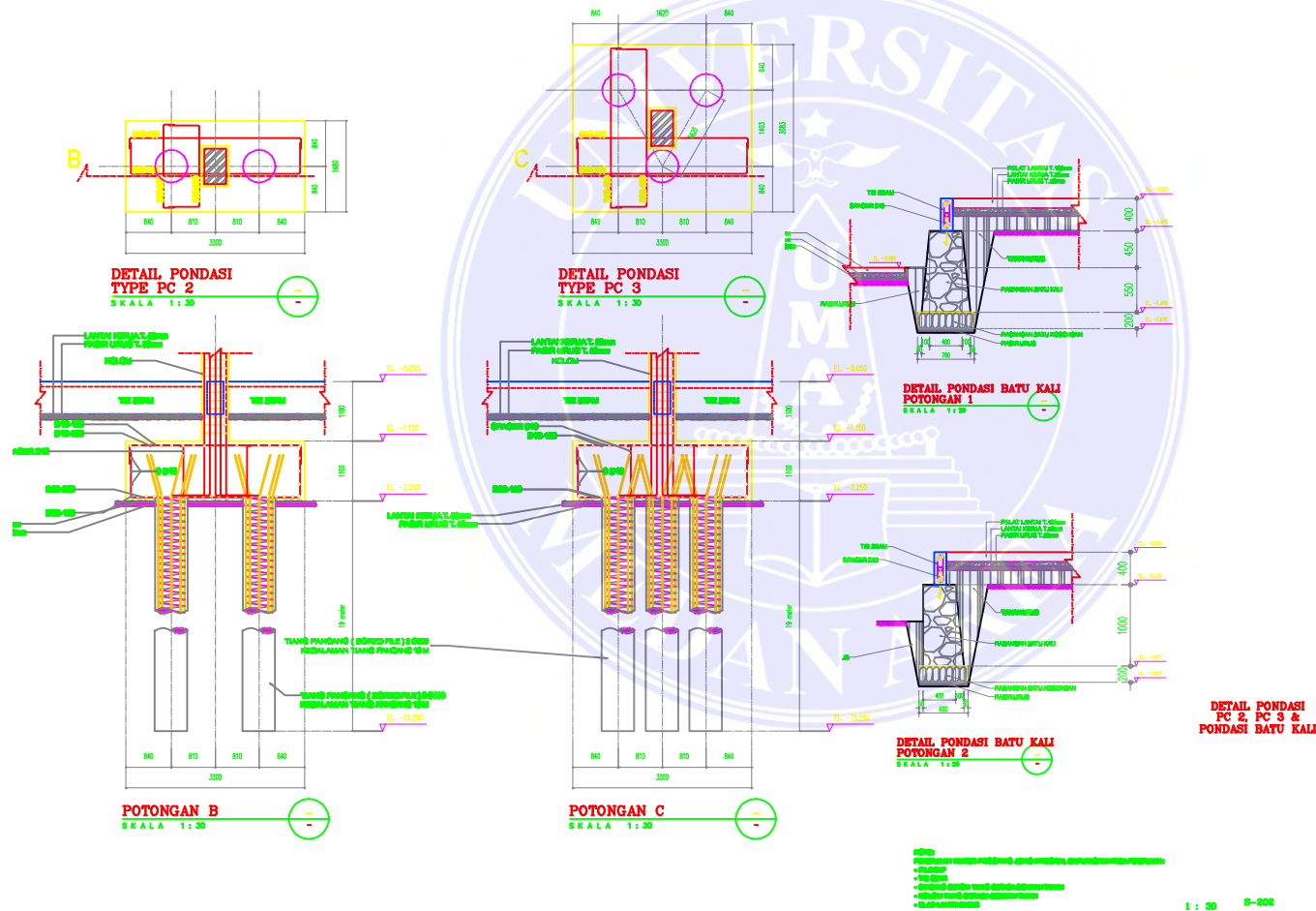
KONTRAKTOR PELAKSANA :
PT. GUNAKARYA NUSANTARA
Jl. Sekeloa Indah No. 010 Universitas Medan Area

PELAKSANA	DWELI HURPIL
JURU BANGUN	PERUMAHAN

JUDUL GAMBAR :

DENAH KOLOM LT 1

SKALA	NO. LEMBAR	JLH. LEMBAR
NTS	8381	---



© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/6/19

(Access From repository.uma.ac.id)